

ANALISIS TEGANGAN JATUH LISTRIK (*DROP VOLTAGE*) PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH DI PENYULANG CITARUM
(Studi dilakukan di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Rayon Babelan)



DEWI SETIYO NINGRUM

5115122617

Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA


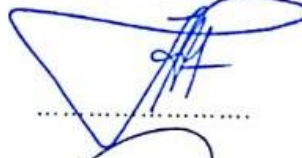

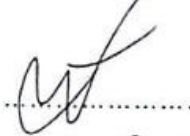

JAKARTA

2017

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS TEGANGAN JATUH LISTRIK (*DROP VOLTAGE*) PADA
JARINGAN TEGANGAN MENENGAH DI PENYULANG CITARUM
(STUDI DILAKUKAN DI PT PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JAWA
BARAT RAYON BABELAN)
DEWI SETIYO NINGRUM / 5115122617**

PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Purwanto G, M.T (Ketua Penguji)		25.08.2017
Massus Subekti, M.T (Sekretaris)		25.08.2017
Aris Sunawar, M.T (Dosen Ahli)		25-8-2017
Dr. Daryanto, M.T (Dosen Pembimbing I)		25.08.2017
Drs. Ir. Parjiman, M.T (Dosen Pembimbing II)		25.08.2017

Tanggal Lulus :

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademi sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebut nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 22 Agustus 2017

Penyusun



Dewi Setiyo Ningrum

ABSTRAK

DEWI SETIYO NINGRUM, **Analisis Tegangan Jatuh Listrik (*Drop Voltage*) pada Jaringan Tegangan Menengah di Penyulang Citarum.** Pembimbing Dr. Daryanto, M.T dan Drs. Ir. Parjiman, M.T.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui seberapa besar tegangan jatuh yang terjadi pada penyulang Citarum di Wilayah PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Rayon Babelan sesuai SPLN No. 72 tahun 1987 dan mencari penyelesaian tegangan jatuh tersebut.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan cara survey dan rancangan penelitian melalui software Etap 12.6. Proses pengumpulan data dengan cara melakukan pengukuran tegangan dan beban pada PHB TR transformator distribusi dengan menggunakan tang ampere.

Hasil penelitian tegangan jatuh pada penyulang Citarum sebesar 19.185% untuk hasil pada software Etap 12.6 dan 18.768% untuk hasil perhitungan secara manual. Rata-rata besar tegangan jatuh antara hasil simulasi Etap 12.6 dan hasil perhitungan manual sebesar 18.954%. Hasil tegangan jatuh pada penyulang Citarum, mengakibatkan terdapat 90 transformator yang menerima tegangan tidak sesuai standar dan hanya 5 transformator yang menerima tegangan sesuai standar. Solusi yang disarankan berupa memperbesar penampang penghantar dan pemindahan beban ke penyulang lain.

Kata Kunci: Tegangan Jatuh, Saluran Distribusi, Tegangan Menengah, SPLN 72:1987

ABSTRACT

DEWI SETIYO NINGRUM, **Electricity Voltage Drop Analysis (Voltage Drop) on Medium Voltage Networks in Feeder Citarum.** Preceptor Dr. Daryanto, M.T dan Drs. Ir. Parjiman, M.T.

The purpose of this study is to determine how much voltage drop occurs in feeder Citarum Territory PT. PLN (Persero) Distribution West Java Rayon Babelan according SPLN No. 72 in 1987 and search a solution to overcome the voltage drop.

The method used is descriptive method by means of observation and study design through software Etap 12.6. The process of data collection by measuring the voltage and the load on the distribution transformer TR PHB using pliers ampere.

Results of research on the feeder Citarum voltage drop of 19.185% of the yield on software Etap 12.6 and 18.768% for the calculation results manually. The average voltage drop between the simulation results Etap 12.6 and the results of the manual calculation of 18.954%. Results voltage drop in feeder Citarum, there is a 90 lead transformer which receives a voltage not fit the standard and only 5 transformer which receives standard voltage. The suggested solution in the form of a cross-conductor enlarge and transfer the load to another feeder.

Keywords: Drop Voltage, Distribution Line, Medium Voltage, SPLN 72:1987

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil ‘alamin penulis panjatkan rasa syukur kehadiran Allah SWT karena atas berkat rahmat, hidayah dan kehendak karunia-Nya penulis berhasil menyelesaikan Skripsi dengan judul: **“ANALISIS JATUH TEGANGAN LISTRIK (*DROP VOLTAGE*) PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH DI PENYULANG CITARUM”**. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Pendidikan pada program studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak selama menyelesaikan skripsi ini, skripsi ini tidak akan mungkin dapat penulis selesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada para pihak:

1. Massus Subekti, M.T selaku ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.
2. Dr. Daryanto, M.T selaku pembimbing I dan Drs. Ir. Parjiman, M.T selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
3. Aditya Sapta Nugraha, S.T selaku SPV Teknik PT PLN (Persero) Rayon Babelan Area Bekasi atas bimbingannya selama mengadakan penelitian skripsi dan pihak lainnya yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian.
4. Keluarga, terutama orang tua yang tercinta Bapak Kardiyo, Ibu Sri Budi Lestari, Ayu Kartika Sari dan Adenur Fauzi yang tiada henti memberikan dukungan baik moril maupun materil, doa, perhatian, kasih sayang dan pengertiannya.
5. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan membantu dalam kelancaran skripsi ini, yaitu Sella K, Laras R.F, Silvia F, Henny H, teman-teman kelas Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Reguler 2012 serta teman-teman lingkaran Halaqah.

Peneliti sangat menyadari dalam penulisan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu peneliti berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, Agustus 2017

(Materai 6000)

Dewi Setiyo Ningrum

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Kegunaan Penelitian	4
BAB II KERANGKA TEORITIK DAN KERANGKA BERPIKIR.....	6
2.1 Kerangka Teoritik	6
2.1.1 Sistem Tenaga Listrik	6
2.1.2 Jaringan Tegangan Menengah.....	9
2.1.3 Saluran Distribusi.....	9
2.1.4 Klasifikasi Saluran Distribusi	11
2.1.4.1 Menurut Susunan Rangkainnya.....	11
2.1.4.1.1 Saluran Distribusi Primer.....	11
2.1.4.1.2 Saluran Distribusi Sekunder.....	14
2.1.4.2 Menurut Jenis/Tipe Konduktor	15
2.1.4.2.1 Saluran Udara.....	15
2.1.4.2.2 Saluran Bawah Tanah	15
2.1.5 Perencanaan Jaringan Distribusi	15
2.1.5.1 Faktor-faktor Perencanaan Jaringan Distribusi	16

2.1.5.1.1.	Peramalan Beban.....	16
2.1.5.1.2.	Pengembangan Gardu	16
2.1.5.1.3.	Pemilihan Letak Gardu	17
2.1.5.1.4.	Faktor-faktor Investasi	17
2.1.6	Gardu Distribusi	18
2.1.6.1	Jenis-jenis Gardu Distribusi	18
2.1.6.1.1.	Gardu Portal	18
2.1.6.1.2.	Gardu Beton	20
2.1.6.1.3.	Gardu Pelanggan Khusus	21
2.1.6.1.4.	Gardu Hubung.....	21
2.1.6.2	Komponen Utama Konstruksi	22
2.1.6.2.1.	Transformator Distribusi.....	22
2.1.6.2.2.	PHB Sisi Tegangan Menengah	23
2.1.6.2.3.	PHB Sisi Tegangan Rendah.....	23
2.1.6.2.4.	Sistem Pentanahan	23
2.1.7	Konsumen Beban	25
2.1.8	Rugi-Rugi pada Jaringan Distribusi.....	25
2.1.9	Jatuh Tegangan.....	27
2.1.9.1.	Perhitungan Tegangan Jatuh	28
2.1.9.2.	Jenis Penghantar	30
2.1.10	Dasar Kelistrikan, Tegangan, Arus dan Impedansi.....	30
2.1.10.1.	Resistansi.....	31
2.1.10.2.	Reaktansi Induktif	31
2.1.10.3.	Reaktansi Kapasitif.....	32
2.1.11	Konsep Daya	32
2.1.11.1.	Daya Aktif	33
2.1.11.2.	Daya Reaktif.....	33
2.1.11.3.	Daya Nyata	33
2.1.11.4.	Segitiga Daya	33
2.1.11.5.	Faktor Daya	34
2.1.12	Perbaikan Jatuh Tegangan.....	34
2.1.13	Software Etap.....	35

2.2	Penelitian yang Relevan	37
2.3	Kerangka Berpikir	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	39
3.2	Metode dan Rancangan Penelitian	39
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian.....	40
3.4	Data dan Sumber Data.....	41
3.5	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	41
3.5.1	Observasi.....	42
3.5.2	Pengukuran.....	42
3.5.3	Studi Literatur	43
3.5.4	Diskusi dan Tanya Jawab.....	43
3.5.5	Dokumentasi	43
3.5.6	Simulasi.....	43
3.6	Prosedur Analisis Data	45
BAB IV HASIL PENELITIAN.....		46
4.1	Hasil Penelitian.....	46
4.1.1	Spesifikasi Peralatan	46
4.1.1.1.	Data Power Grid	46
4.1.1.2.	Data Transformator Gardu Induk	48
4.1.1.3.	Data Transformator Gardu Distribusi	50
4.1.1.4.	Data Spesifikasi Saluran Kabel Tegangan Menengah.....	53
4.1.1.5.	Data Spesifikasi Saluran Udara Tegangan Menengah.....	55
4.1.1.6.	Data Spesifikasi Beban	59
4.1.2	<i>Single Line</i> Diagram.....	61
4.1.3	<i>Single Line</i> Diagram Etap	61
4.1.4	Hasil Pengukuran Tegangan & Beban pada Gardu Distribusi..	64
4.1.5	Hasil Tegangan Jatuh pada Software Etap 12.6.....	69
4.1.6	Hasil Perhitungan Tegangan Jatuh Saluran Manual	81
4.2	Pembahasan	85
4.2.1	Transformator SBRA	85
4.2.2	Transformator SBRD	87

4.2.3	Transformator SBRB	89
4.2.4	Transformator SBRJ	91
4.2.5	Transformator SBUA	93
4.2.6	Transformator SBUC	95
4.2.7	Transformator SBUB	97
4.2.8	Transformator KSRC	99
4.2.9	Transformator KSRB	100
4.2.10	Transformator KSRA	103
4.2.11	Transformator KSR	105
4.2.12	Transformator KHJF	107
4.2.13	Transformator KHJC	109
4.2.14	Transformator KHJB	111
4.2.15	Transformator KHJ	113
4.2.16	Transformator KHJG	115
4.2.17	Transformator KHJD	117
4.2.18	Transformator KHJA	119
4.2.19	Transformator JYL	121
4.2.20	Transformator JYLA	123
4.2.21	Transformator JYLB	125
4.2.22	Transformator JYLD	127
4.2.23	Transformator STL B	129
4.2.24	Transformator JYLC	131
4.2.25	Transformator STLD	133
4.2.26	Transformator STLC	135
4.2.27	Transformator STLA	137
4.2.28	Transformator STL	139
4.2.29	Transformator STLE	141
4.2.30	Transformator LGJA	143
4.2.31	Transformator POM	145
4.2.32	Transformator LGJB	146
4.2.33	Transformator LGJ	148
4.2.34	Transformator LGJC	150

4.2.35	Transformator STJA.....	152
4.2.36	Transformator STJ	154
4.2.37	Transformator STJB.....	157
4.2.38	Transformator LGSC	159
4.2.39	Transformator LGSL.....	161
4.2.40	Transformator LGSI.....	163
4.2.41	Transformator LGSD	165
4.2.42	Transformator LGSE.....	167
4.2.43	Transformator LGSF	169
4.2.44	Transformator LGSA	171
4.2.45	Transformator LGSK	173
4.2.46	Transformator LGSB	175
4.2.47	Transformator LGSG	177
4.2.48	Transformator LGSH	179
4.2.49	Transformator JYSA	181
4.2.50	Transformator JYSB	183
4.2.51	Transformator JYSG	185
4.2.52	Transformator JYSC	187
4.2.53	Transformator JYSD	189
4.2.54	Transformator JYSE.....	191
4.2.55	Transformator JYSH	193
4.2.56	Transformator JYSF.....	195
4.2.57	Transformator PMRA	197
4.2.58	Transformator BSTR.....	199
4.2.59	Transformator PMRB	201
4.2.60	Transformator PMRC	203
4.2.61	Transformator PMRI.....	205
4.2.62	Transformator PMRD	207
4.2.63	Transformator PSDA	209
4.2.64	Transformator PMRE.....	211
4.2.65	Transformator PSDB.....	213
4.2.66	Transformator PMRF	215

4.2.67	Transformator PMRJ.....	217
4.2.68	Transformator PSDC.....	219
4.2.69	Transformator PMRG	221
4.2.70	Transformator PMRH	223
4.2.71	Transformator PBIA.....	225
4.2.72	Transformator PBIK.....	227
4.2.73	Transformator PBIB.....	229
4.2.74	Transformator PBIG.....	231
4.2.75	Transformator PBIC.....	233
4.2.76	Transformator PBID.....	235
4.2.77	Transformator PBIJ	237
4.2.78	Transformator PBIE	239
4.2.79	Transformator PBIH.....	241
	Transformator TTS.....	243
4.2.81	Transformator PBIF	245
4.2.82	Transformator PBHD	247
4.2.83	Transformator PBHH.....	249
4.2.84	Transformator PBHC	250
4.2.85	Transformator DVOR	252
4.2.86	Transformator PBHL	254
4.2.87	Transformator PBHG.....	256
4.2.88	Transformator PBHB	258
4.2.89	Transformator PBHA.....	260
4.2.90	Transformator PBHI.....	262
4.2.91	Transformator PBHE	264
4.2.92	Transformator PBHF.....	266
4.2.93	Transformator PBHK.....	268
4.2.94	Transformator PBHJ	270
4.2.95	Transformator PBHM	272
4.3	Pembahasan Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Tegangan Menengah di Penyulang Citarum	274
4.4	Solusi Perbaikan Tegangan Jatuh.....	278

4.5 Keterbatasan Peneliti	285
BAB V KESIMPULAN	286
5.1 Kesimpulan.....	286
5.2 Saran.....	287
DAFTAR PUSTAKA	288
DAFTAR LAMPIRAN	290
RIWAYAT HIDUP	293

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Pengukuran Tegangan.....	42
Tabel 3.2	Pengukuran Beban	42
Tabel 4.1	Data Spesifikasi <i>Power Grid</i>	47
Tabel 4.2	Data Spesifikasi Transformator GI	49
Tabel 4.3	Data Spesifikasi Transformator Gardu Distribusi.....	51
Tabel 4.4	Data Kapasitas Transformator Gardu Distribusi.....	51
Tabel 4.5	Data Spesifikasi Kabel Tanah	54
Tabel 4.6	Data Panjang Kabel Tanah.....	54
Tabel 4.7	Data Spesifikasi Kabel Udara	55
Tabel 4.8	Data Panjang Kabel Udara.....	55
Tabel 4.9	Beban Trafo (kVA)	60
Tabel 4.10	Tegangan Terukur pada Sisi Sekunder Transformator	65
Tabel 4.11	Data Hasil Simulasi Software Etap.....	69
Tabel 4.12	Tegangan Jatuh Saluran Utama pada Simulasi Software Etap	73
Tabel 4.13	Tegangan Jatuh pada Percabangan Simulasi Software Etap.....	77
Tabel 4.14	Tegangan sisi Primer dan Sekunder Transformator pada Simulasi Software Etap	79
Tabel 4.15	Hasil Perhitungan Manual Tegangan Jatuh	82
Tabel 4.16	Tegangan Terukur pada Transformator SBRA.....	85
Tabel 4.17	Tegangan Transformator SBRA pada Etap	86
Tabel 4.18	Tegangan Terukur pada Transformator SBRD	87
Tabel 4.19	Tegangan Transformator SBRD pada Etap	88
Tabel 4.20	Tegangan Terukur pada Transformator SBRB	89
Tabel 4.21	Tegangan Transformator SBRB pada Etap.....	90
Tabel 4.22	Tegangan Terukur pada Transformator SBRJ	91
Tabel 4.23	Tegangan Transformator SBRJ pada Etap.....	92
Tabel 4.24	Tegangan Terukur pada Transformator SBUA.....	93
Tabel 4.25	Tegangan Transformator SBUA pada Etap	94
Tabel 4.26	Tegangan Terukur pada Transformator SBUC	95
Tabel 4.27	Tegangan Transformator SBUC pada Etap	96

Tabel 4.28	Tegangan Terukur pada Transformator SBUB	97
Tabel 4.29	Tegangan Transformator SBUB pada Etap	97
Tabel 4.30	Tegangan Terukur pada Transformator KSRC	99
Tabel 4.31	Tegangan Transformator KSRC pada Etap	99
Tabel 4.32	Tegangan Terukur pada Transformator KSRB	101
Tabel 4.33	Tegangan Transformator KSRB pada Etap	101
Tabel 4.34	Tegangan Terukur pada Transformator KSRA.....	103
Tabel 4.35	Tegangan Transformator KSRA pada Etap	103
Tabel 4.36	Tegangan Terukur pada Transformator KSR.....	105
Tabel 4.37	Tegangan Transformator KSR pada Etap	105
Tabel 4.38	Tegangan Terukur pada Transformator KHJF.....	107
Tabel 4.39	Tegangan Transformator KHJF pada Etap	107
Tabel 4.40	Tegangan Terukur pada Transformator KHJC	109
Tabel 4.41	Tegangan Transformator KHJC pada Etap.....	109
Tabel 4.42	Tegangan Terukur pada Transformator KHJB	111
Tabel 4.43	Tegangan Transformator KHJB pada Etap.....	111
Tabel 4.44	Tegangan Terukur pada Transformator KHJ	113
Tabel 4.45	Tegangan Transformator KHJ pada Etap.....	113
Tabel 4.46	Tegangan Terukur pada Transformator KHJG	115
Tabel 4.47	Tegangan Transformator KHJG pada Etap.....	115
Tabel 4.48	Tegangan Terukur pada Transformator KHJD	117
Tabel 4.49	Tegangan Transformator KHJD pada Etap.....	117
Tabel 4.50	Tegangan Terukur pada Transformator KHJA	119
Tabel 4.51	Tegangan Transformator KHJA pada Etap.....	119
Tabel 4.52	Tegangan Terukur pada Transformator JYL	121
Tabel 4.53	Tegangan Transformator JYL pada Etap.....	121
Tabel 4.54	Tegangan Terukur pada Transformator JYLA.....	123
Tabel 4.55	Tegangan Transformator JYLA pada Etap	123
Tabel 4.56	Tegangan Terukur pada Transformator JYLB.....	125
Tabel 4.57	Tegangan Transformator JYLB pada Etap	125
Tabel 4.58	Tegangan Terukur pada Transformator JYLD	127
Tabel 4.59	Tegangan Transformator JYLD pada Etap	127

Tabel 4.60	Tegangan Terukur pada Transformator STLB.....	129
Tabel 4.61	Tegangan Transformator STLB pada Etap	129
Tabel 4.62	Tegangan Terukur pada Transformator JYLC.....	131
Tabel 4.63	Tegangan Transformator JYLC pada Etap	131
Tabel 4.64	Tegangan Terukur pada Transformator STLD	133
Tabel 4.65	Tegangan Transformator STLD pada Etap.....	133
Tabel 4.66	Tegangan Terukur pada Transformator STLC.....	135
Tabel 4.67	Tegangan Transformator STLC pada Etap	135
Tabel 4.68	Tegangan Terukur pada Transformator STLA	137
Tabel 4.69	Tegangan Transformator STLA pada Etap.....	137
Tabel 4.70	Tegangan Terukur pada Transformator STL	139
Tabel 4.71	Tegangan Transformator STL pada Etap.....	139
Tabel 4.72	Tegangan Terukur pada Transformator STLE.....	141
Tabel 4.73	Tegangan Transformator STLE pada Etap	141
Tabel 4.74	Tegangan Terukur pada Transformator LGJA.....	143
Tabel 4.75	Tegangan Transformator LGJA pada Etap	143
Tabel 4.76	Tegangan Terukur pada Transformator POM.....	145
Tabel 4.77	Tegangan Transformator POM pada Etap	145
Tabel 4.78	Tegangan Terukur pada Transformator LGJB.....	146
Tabel 4.79	Tegangan Transformator LGJB pada Etap	147
Tabel 4.80	Tegangan Terukur pada Transformator LGJ	149
Tabel 4.81	Tegangan Transformator LGJ pada Etap.....	149
Tabel 4.82	Tegangan Terukur pada Transformator LGJC.....	151
Tabel 4.83	Tegangan Transformator LGJC pada Etap	151
Tabel 4.84	Tegangan Terukur pada Transformator STJA	153
Tabel 4.85	Tegangan Transformator STJA pada Etap.....	153
Tabel 4.86	Tegangan Terukur pada Transformator STJ	155
Tabel 4.87	Tegangan Transformator STJ pada Etap.....	155
Tabel 4.88	Tegangan Terukur pada TransformatorSTJB	157
Tabel 4.89	Tegangan Transformator STJB pada Etap.....	157
Tabel 4.90	Tegangan Terukur pada Transformator LGSC	159
Tabel 4.91	Tegangan Transformator LGSC pada Etap.....	159

Tabel 4.92	Tegangan Terukur pada Transformator LGSL	161
Tabel 4.93	Tegangan Transformator LGSL pada Etap	161
Tabel 4.94	Tegangan Terukur pada Transformator LGSI	163
Tabel 4.95	Tegangan Transformator LGSI pada Etap	163
Tabel 4.96	Tegangan Terukur pada Transformator LGSD	165
Tabel 4.97	Tegangan Transformator LGSD pada Etap	165
Tabel 4.98	Tegangan Terukur pada Transformator LGSE	167
Tabel 4.99	Tegangan Transformator LGSE pada Etap	167
Tabel 4.100	Tegangan Terukur pada Transformator LGSF.....	169
Tabel 4.101	Tegangan Transformator LGSF pada Etap	169
Tabel 4.102	Tegangan Terukur pada Transformator LGSA	171
Tabel 4.103	Tegangan Transformator LGSA pada Etap	171
Tabel 4.104	Tegangan Terukur pada Transformator LGSK.....	173
Tabel 4.105	Tegangan Transformator LGSK pada Etap	173
Tabel 4.106	Tegangan Terukur pada Transformator LGSB	175
Tabel 4.107	Tegangan Transformator LGSB pada Etap.....	175
Tabel 4.108	Tegangan Terukur pada Transformator LGSG.....	177
Tabel 4.109	Tegangan Transformator LGSG pada Etap	177
Tabel 4.110	Tegangan Terukur pada Transformator LGSH.....	179
Tabel 4.111	Tegangan Transformator LGSH pada Etap	179
Tabel 4.112	Tegangan Terukur pada Transformator JYSA.....	181
Tabel 4.113	Tegangan Transformator JYSA pada Etap	181
Tabel 4.114	Tegangan Terukur pada Transformator JYSB.....	183
Tabel 4.115	Tegangan Transformator JYSB pada Etap.....	183
Tabel 4.116	Tegangan Terukur pada TransformatorJ YSG.....	185
Tabel 4.117	Tegangan Transformator JYSG pada Etap	185
Tabel 4.118	Tegangan Terukur pada Transformator JYSC	187
Tabel 4.119	Tegangan Transformator JYSC pada Etap.....	187
Tabel 4.120	Tegangan Terukur pada TransformatorJYSD.....	189
Tabel 4.121	Tegangan Transformator JYSD pada Etap	189
Tabel 4.122	Tegangan Terukur pada Transformator JYSE	191
Tabel 4.123	Tegangan Transformator JYSE pada Etap.....	191

Tabel 4.124 Tegangan Terukur pada Transformator JYSH.....	193
Tabel 4.125 Tegangan Transformator JYSH pada Etap	193
Tabel 4.126 Tegangan Terukur pada Transformator JYSF	195
Tabel 4.127 Tegangan Transformator JYSF pada Etap	195
Tabel 4.128 Tegangan Terukur pada Transformator PMRA.....	197
Tabel 4.129 Tegangan Transformator PMRA pada Etap.....	197
Tabel 4.130 Tegangan Terukur pada Transformator BSTR	199
Tabel 4.131 Tegangan Transformator BSTR pada Etap	199
Tabel 4.132 Tegangan Terukur pada Transformator PMRB	201
Tabel 4.133 Tegangan Transformator PMRB pada Etap.....	201
Tabel 4.134 Tegangan Terukur pada Transformator PMRC	203
Tabel 4.135 Tegangan Transformator PMRC pada Etap.....	203
Tabel 4.136 Tegangan Terukur pada Transformator PMRI.....	205
Tabel 4.137 Tegangan Transformator PMRI pada Etap	205
Tabel 4.138 Tegangan Terukur pada Transformator PMRD	207
Tabel 4.139 Tegangan Transformator PMRD pada Etap.....	207
Tabel 4.140 Tegangan Terukur pada Transformator PSDA	209
Tabel 4.141 Tegangan Transformator PSDA pada Etap.....	209
Tabel 4.142 Tegangan Terukur pada TransformatorPMRE	211
Tabel 4.143 Tegangan Transformator PMRE pada Etap	211
Tabel 4.144 Tegangan Terukur pada Transformator PSDB	213
Tabel 4.145 Tegangan Transformator PSDB pada Etap.....	213
Tabel 4.146 Tegangan Terukur pada Transformator PMRF.....	215
Tabel 4.147 Tegangan Transformator PMRF pada Etap	215
Tabel 4.148 Tegangan Terukur pada Transformator PMRJ	217
Tabel 4.149 Tegangan Transformator PMRJ pada Etap	217
Tabel 4.150 Tegangan Terukur pada TransformatorPSDC	219
Tabel 4.151 Tegangan Transformator PSDC pada Etap.....	219
Tabel 4.152 Tegangan Terukur pada Transformator PMRG.....	221
Tabel 4.153 Tegangan Transformator PMRG pada Etap.....	221
Tabel 4.154 Tegangan Terukur pada Transformator PMRH.....	223
Tabel 4.155 Tegangan Transformator PMRH pada Etap.....	223

Tabel 4.156 Tegangan Terukur pada Transformator PBlA	225
Tabel 4.157 Tegangan Transformator PBlA pada Etap.....	225
Tabel 4.158 Tegangan Terukur pada Transformator PBlK	227
Tabel 4.159 Tegangan Transformator PBlK pada Etap.....	227
Tabel 4.160 Tegangan Terukur pada TransformatorPBlB	229
Tabel 4.161 Tegangan Transformator PBlB pada Etap	229
Tabel 4.162 Tegangan Terukur pada Transformator PBlG	231
Tabel 4.163 Tegangan Transformator PBlG pada Etap.....	231
Tabel 4.164 Tegangan Terukur pada Transformator PBlC	233
Tabel 4.165 Tegangan Transformator PBlC pada Etap	233
Tabel 4.166 Tegangan Terukur pada TransformatorPBlD	235
Tabel 4.167 Tegangan Transformator PBlD pada Etap.....	235
Tabel 4.168 Tegangan Terukur pada Transformator PBlJ.....	237
Tabel 4.169 Tegangan Transformator PBlJ pada Etap	237
Tabel 4.170 Tegangan Terukur pada TransformatorPBlE.....	239
Tabel 4.171 Tegangan Transformator PBlE pada Etap	239
Tabel 4.172 Tegangan Terukur pada Transformator PBlH	241
Tabel 4.173 Tegangan Transformator PBlH pada Etap.....	241
Tabel 4.174 Tegangan Terukur pada Transformator TTS	243
Tabel 4.175 Tegangan Transformator TTS pada Etap.....	243
Tabel 4.176 Tegangan Terukur pada TransformatorPBlF.....	245
Tabel 4.177 Tegangan Transformator PBlF pada Etap	245
Tabel 4.178 Tegangan Terukur pada Transformator PBlD.....	247
Tabel 4.179 Tegangan Transformator PBlD pada Etap	247
Tabel 4.180 Tegangan Terukur pada Transformator PBlH.....	249
Tabel 4.181 Tegangan Transformator PBlH pada Etap	249
Tabel 4.182 Tegangan Terukur pada Transformator PBlC	251
Tabel 4.183 Tegangan Transformator PBlC pada Etap	251
Tabel 4.184 Tegangan Terukur pada Transformator DVOR.....	253
Tabel 4.185 Tegangan Transformator DVOR pada Etap.....	253
Tabel 4.186 Tegangan Terukur pada TransformatorPBlL	255
Tabel 4.187 Tegangan Transformator PBlL pada Etap.....	255

Tabel 4.188 Tegangan Terukur pada Transformator PBHG.....	256
Tabel 4.189 Tegangan Transformator PBHG pada Etap	257
Tabel 4.190 Tegangan Terukur pada Transformator PBHB	258
Tabel 4.191 Tegangan Transformator PBHB pada Etap	259
Tabel 4.192 Tegangan Terukur pada Transformator PBHA.....	260
Tabel 4.193 Tegangan Transformator PBHA pada Etap	261
Tabel 4.194 Tegangan Terukur pada Transformator PBHI	262
Tabel 4.195 Tegangan Transformator PBHI pada Etap.....	263
Tabel 4.196 Tegangan Terukur pada TransformatorPBHE	264
Tabel 4.197 Tegangan Transformator PBHE pada Etap.....	265
Tabel 4.198 Tegangan Terukur pada Transformator PBHF	266
Tabel 4.199 Tegangan Transformator PBHF pada Etap	267
Tabel 4.200 Tegangan Terukur pada Transformator PBHK.....	268
Tabel 4.201 Tegangan Transformator PBHK pada Etap	269
Tabel 4.202 Tegangan Terukur pada Transformator PBHJ	270
Tabel 4.203 Tegangan Transformator PBHJ pada Etap.....	270
Tabel 4.204 Tegangan Terukur pada Transformator PBHM.....	272
Tabel 4.205 Tegangan Transformator PBHM pada Etap.....	272
Tabel 4.206 Hasil Perbandingan Tegangan Jatuh Penyulang Citarum dengan SPLN 72	275
Tabel 4.207 Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah Perbaikan Tegangan	282

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.01	Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2.02	Diagram Satu Garis Sistem Tenaga Listrik.....	8
Gambar 2.03	Jaringan Distribusi Radial.....	12
Gambar 2.04	Jaringan Distribusi Loop.....	13
Gambar 2.05	Jaringan Distribusi Spindel.....	14
Gambar 2.06	Faktor-faktor Peramalan Beban.....	16
Gambar 2.07	Faktor-faktor Pengembangan Gardu.....	17
Gambar 2.08	Faktor-faktor Pemilihan Lokasi Gardu.....	17
Gambar 2.09	Faktor-faktor Biaya Investasi.....	18
Gambar 2.10	Gardu Portal.....	19
Gambar 2.11	Gardu Beton.....	20
Gambar 2.12	Peletakan (<i>lay-out</i>) Perlengkapan Gardu Distribusi Beton.....	21
Gambar 2.13	Jatuh Tegangan.....	29
Gambar 2.14	Segitiga Daya.....	34
Gambar 3.01	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>) Penelitian Skripsi.....	44
Gambar 4.01	Inputan Data <i>Rating Power Grid</i> pada Etap.....	47
Gambar 4.02	Inputan Data <i>Short Circuit Power Grid</i> pada Etap.....	48
Gambar 4.03	Inputan Data <i>Rating</i> Trafo GI-RD pada Etap.....	49
Gambar 4.04	Inputan Data <i>Grounding</i> Trafo GI-RD pada Etap.....	50
Gambar 4.05	Inputan Data <i>Rating</i> Trafo Distribusi pada Etap.....	52
Gambar 4.06	Inputan Data <i>Grounding</i> Transformator Distribusi pada Etap....	53
Gambar 4.07	Inputan Data Spesifikasi Kabel Tanah pada Etap.....	54
Gambar 4.08	Inputan Data Spesifikasi Kabel Udara pada Etap.....	57
Gambar 4.09	Inputan Data Konfigurasi Saluran Udara pada Etap.....	58
Gambar 4.10	Inputan Data Beban Transformator Distribusi pada Etap.....	59
Gambar 4.11	<i>Single Line Diagram</i> Penyulang Citarum.....	62
Gambar 4.12	<i>Single Line Diagram</i> pada Etap 12.6.....	63
Gambar 4.13	<i>Load Flow Single Diagram</i> pada Etap 12.6.....	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Master Gardu Babelan	290
Lampiran 2.	<i>Single Line</i> Diagram	293
Lampiran 3.	<i>Single Line</i> Diagram software Etap 12.6.....	294
Lampiran 4.	<i>Load Flow Single Line Diagram</i> pada Etap 12.6	295
Lampiran 5.	SPLN 72 1987	296
Lampiran 7	SPLN 64 1985.	297
Lampiran 8.	<i>Printout</i> Simulasi Software Etap 12.6	298
Lampiran 9.	Perhitungan Manual.....	313
Lampiran 10.	<i>Printout</i> Simulasi Software Etap 12.6 Setelah perbaikan.....	367
Lampiran 11.	Dokumentasi	385
Lampiran 12.	Surat Keterangan Penelitian	387
Lampiran 13.	Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	388

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Energi listrik menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat, dimana kebutuhan energi ini selalu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data badan pusat statistik bahwa jumlah pelanggan mengalami kenaikan dimana pada tahun 2010 pelanggan listrik berjumlah 42,435,387.00 pada tahun 2012 berjumlah 49,795,249.00 sedangkan pada tahun 2014 berjumlah 57,493,234.00 (Direktorat Jendral Ketenagalistrikan Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2015: 22). Peningkatan ini terjadi karena berbagai hal, seperti pertumbuhan penduduk, pendapatan perkapita dan lainnya, maka untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut Perusahaan Listrik Negara (PLN) selaku Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang menyediakan pelayanan dan jasa energi listrik dituntut untuk dapat memberikan kualitas pelayanan yang optimal. Baik buruknya sistem penyaluran dan distribusi tenaga listrik ditinjau dari kualitas tegangan yang diterima oleh konsumen, maka untuk mewujudkannya diperlukan sistem perencanaan yang baik.

Suatu sistem tenaga listrik dimulai dari pusat pembangkitan listrik, sistem transmisi, sistem distribusi hingga akhirnya bisa sampai ke tangan konsumen, memerlukan suatu sistem penyaluran energi listrik yang baik. Dalam mengatasi pertumbuhan kebutuhan energi listrik yang pesat, perencanaan dalam sistem distribusi energi listrik merupakan bagian yang essensial, karena langsung berhubungan dengan konsumen dan merupakan ujung tombak dari pelayanan

energi listrik. Sehingga jika terjadi gangguan akan berdampak secara langsung pada konsumen.

Sistem tenaga listrik yang baik adalah sistem yang dapat memberikan pelayanan yang optimal, yaitu nilai jatuh tegangan yang rendah sehingga dapat memberikan tegangan dan frekuensi yang stabil, agar peralatan listrik pada konsumen dapat bekerja secara baik dan tahan lama. Namun pada kenyataannya untuk mendapatkan tegangan yang stabil sangatlah sulit karena berbagai faktor yang ada. Jatuh tegangan adalah keadaan dimana tegangan terima lebih kecil daripada tegangan kirim.

Jatuh tegangan pada sistem distribusi disebabkan oleh panjangnya saluran distribusi dari gardu induk menuju transformator distribusi maupun dari transformator distribusi menuju konsumen. Adapun peraturan yang mengatur besarnya tegangan jatuh dalam sistem distribusi tenaga listrik, yaitu SPLN No. 72 tahun 1987 yang dikeluarkan PT. PLN (Persero) bahwa besarnya jatuh tegangan pada Jaringan Tegangan Menengah tidak lebih dari 5% untuk sistem radial dan 2% untuk sistem spindel dari tegangan kerja.

Dalam penelitian yang dilakukan Muhamad Mansur pada tahun 2014, dijelaskan bahwa hasil pengukuran tegangan listrik pada konsumen rumah tangga yang dilakukan di daerah Babelan Bekasi ditemukan adanya *drop voltage* pada konsumen 220V didapatkan nilai tegangan terendah sebesar 186.21 V pada malam hari dan ini sudah melebihi dari standar PLN dimana tegangan kerjanya yaitu 227.58 Volt. Realisasi rugi jaringan distribusi PLN di Negara Republik Indonesia mulai tahun 2009-2014 cenderung berfluktuasi, pada tahun 2009 Susut Distribusi sebesar 7,93%, pada tahun 2010 sebesar 7,09%, pada tahun 2011 sebesar 7,34%,

pada tahun 2012 sebesar 6,96%, sedangkan pada tahun 2013 sebesar 7,77% dan pada tahun 2014 sebesar 8,89%. (PT. PLN (PERSERO), 2015: 38).

Apabila terjadi penurunan tegangan ketika beban puncak, maka banyak konsumen yang tidak dapat menggunakan peralatan elektronik secara maksimal sehingga akan menimbulkan kerugian. Pada penelitian ini, peneliti ingin melakukan pengamatan mengenai jatuh tegangan pada jaringan tegangan menengah yang terjadi pada penyulang Citarum, jaringan distribusi 20 kV di wilayah Rayon Babelan Bekasi, untuk mengupayakan jatuh tegangan tidak melebihi standard. Standard yang digunakan adalah SPLN No. 72 tahun 1987. Peneliti menggunakan software ETAP sebagai alat bantu untuk mengetahui analisis aliran daya listrik di sepanjang saluran, agar nantinya dapat ditemukan solusi terbaik untuk meminimalisir jatuh tegangan di sepanjang saluran. Ini yang melatarbelakangi peneliti melakukan penelitian, agar mendapatkan manfaat yang berguna bagi semua pihak dan mendapatkan hasil yang diharapkan.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Apakah terdapat jatuh tegangan pada penyulang Citarum di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Rayon Babelan ?
2. Apakah besarnya jatuh tegangan dapat mengakibatkan tidak bekerjanya peralatan listrik secara maksimal dan membuat peralatan elektronik cepat rusak ?

3. Apakah besar jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang Citarum di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Rayon Babelan lebih dari 5% dari tegangan kerja ?
4. Apakah terjadi pertumbuhan beban di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Rayon Babelan ?

1.3. Pembatasan Masalah

Agar mendapatkan hasil pembahasan yang terarah, peneliti membatasi masalah yang akan dibahas, antara lain :

1. Sistem kelistrikan yang menjadi objek penelitian adalah jatuh tegangan pada Jaringan Tegangan Menengah PT. PLN (Persero) Jawa Barat Rayon Babelan pada penyulang Citarum.
2. Software ETAP digunakan untuk simulasi aliran daya, mengetahui besarnya jatuh tegangan dan membantu dalam mencari solusi dalam mengurangi jatuh tegangan.

1.4. Perumusan Masalah

Kualitas dan kuantitas tegangan dalam sistem distribusi listrik sangatlah penting, karena akan berpengaruh kepada konsumen baik rumah tangga maupun industri yang akan mengalami kerugian apabila tegangan yang dikirimkan tidak stabil dan sesuai standar. Maka penelitian ini di rumuskan pada masalah berikut :

“Seberapa besar jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang Citarum di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Rayon Babelan sesuai SPLN No. 72 tahun 1987?”

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian dari perumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang Citarum di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Rayon Babelan sesuai SPLN No. 72 tahun 1987

1.6. Kegunaan Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi semua pihak, adapun kegunaan penelitian ini, yaitu :

1. Dari segi keilmuan (teoritis), semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat berupa ilmu dan pengetahuan bagi peneliti, serta pembaca di Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta dalam bidang penelitian yang dapat dipelajari, yang berhubungan dengan mata kuliah Analisis Sistem Tenaga Listrik maupun Distribusi Tenaga Listrik, dapat memberikan kontribusi mengenai pembahasan pada penelitian ini dan menjadi referensi untuk penelitian – penelitian selanjutnya yang relevan atau berkesinambungan dengan penelitian ini, dan untuk siswa SMK menambah pengetahuan yang berhubungan dengan mata pelajaran Teknik Distribusi Tenaga Listrik.
2. Dari segi praktis, hasil penelitian ini dapat memberikan informasi terhadap PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Rayon Babelan sebagai referensi dan masukan pada sistem distribusi listrik di wilayah Babelan dalam hal aliran daya dan jatuh tegangan yang dapat digunakan untuk perbaikan kualitas daya serta tegangan listrik pada sistem menjadi lebih baik dari sebelumnya.

BAB II

KERANGKA TEORITIK DAN KERANGKA BERPIKIR

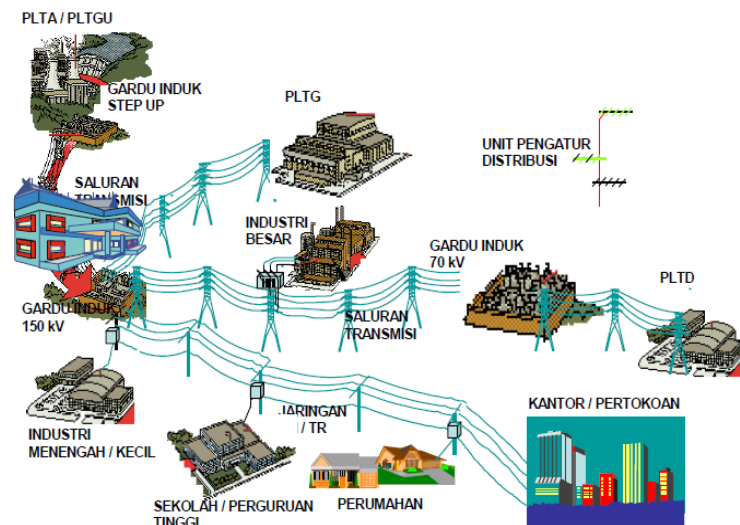
2.1. Kerangka Teoritik

2.1.1. Sistem Tenaga Listrik

William D. Stevenson, Jr dalam buku Analisis Sistem Tenaga Listrik (1983:1) menerangkan bahwa sistem tenaga listrik adalah salah satu dari alat-alat untuk mengubah dan memindahkan energi yang mempunyai peranan penting dalam menghadapi tantangan-tantangan tersebut. Dalam kutipan e-book yang berjudul Analisis Sistem Tenaga Listrik karya Sudaryatno Sudirham (2012: .3) *“An electrical power system is a network of interconnected components designed to convert nonelectrical energi continuously into the electrical form : transport the electrical energi over potentially great distance : transform the electrical energi into specific form subject to close tolerance ; and convert the electrical energi into a usable nonelectrical form”*, yang dapat diartikan sebagai berikut sistem tenaga listrik adalah jaringan yang saling terhubung dimana komponennya dirancang untuk mengkonversi energi bukan listrik menjadi energi listrik : menyalurkan energi listrik dengan jarak potensial yang baik : mengubah energi listrik menjadi spesifik dari subjek menjadi toleransi dekat : mengubah energi listrik menjadi energi lainnya. Sistem tenaga listrik adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu dengan yang yang lain dihubungkan oleh jaringan transmisi dan distribusi sehingga merupakan satu kesatuan yang terkoneksi, dalam buku yang berjudul Teknik Distribusi Tenaga Listrik karya Suhadi, dkk (2008; h.1).

Jadi, sistem tenaga listrik adalah suatu kesatuan sistem yang dibangun oleh komponen pusat pembangkit, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling terhubung. Dimana fungsinya adalah mengkonversi dan menyalurkan tenaga listrik dari pusat pembangkit menuju beban, untuk memenuhi permintaan.

Dalam sepuluh tahun terakhir ini, masalah listrik menjadi polemik yang berkepanjangan dan telah memunculkan multi implikasi yang sangat kompleks di berbagai aspek kehidupan, antara lain : keuangan, ekonomi, sosial, budaya, politik dan lain-lain, dikutip dari buku yang berjudul Teknik Distribusi Tenaga Listrik karya Suhadi, dkk (2008: .3). Maka dapat kita simpulkan bahwa energi listrik merupakan salah satu kebutuhan yang tidak bisa dikurangi apalagi dihilangkan, dalam penunjang dan pemenuhan kehidupan umat manusia.

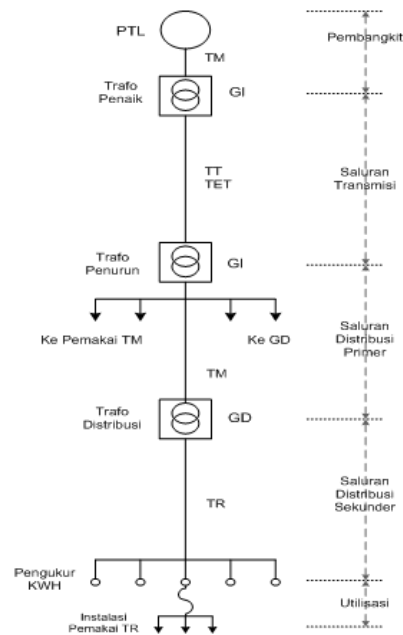


Gambar 2.01 Sistem Tenaga Listrik

Sumber : Suhadi, dkk (2008: 3)

Suatu sistem tenaga listrik terdiri dari tiga bagian utama : pusat pembangkit listrik, saluran transmisi dan sistem distribusi. Ketiga bagian tersebut memiliki peran yang sangat penting, dimana ketiganya memiliki fungsi yang berbeda-beda dalam sistem tenaga listrik. Pada gambar 2.1 diperlihatkan bahwa energi listrik

dibangkitkan di pusat pembangkit dengan mengkonversikan sumber daya alam seperti air, angin, panas bumi, batu bara atau lainnya. Tegangan pada generator pada pusat pembangkit berkisar diantara 13,8 kV dan 24 kV, maka pada sistem pembangkitan terdapat transformator *step up* untuk menaikkan tegangan ke tingkat yang sesuai dan siap dengan saluran transmisi. Tenaga listrik lalu disalurkan kepada pengguna atau konsumen melalui sistem transmisi sebagai penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit, penurunan tegangan dari tingkat transmisi pertama-tama diturunkan menjadi antara 70 kV dan 150 kV, beberapa konsumen yang memerlukan tegangan tinggi, sudah dapat mencatu dari tegangan ini. Penurunan tegangan berikutnya, tegangan diturunkan menjadi 20 kV. Tegangan 20 kV lalu disalurkan melalui sistem distribusi primer menuju transformator-transformator distribusi yang mengkonversi tegangan menengah menjadi teangan rendah tiga-fasa empat-kawat yang dapat digunakan di rumah-rumah tempat tinggal, dengan standar tegangan rendah 220/380 V.



Gambar 2.02 Diagram Satu Garis Sistem Tenaga Listrik
 Sumber : teknikelektro-teknologiinformasi.blogspot.com

Gambar 2.02 adalah diagram satu garis dari sistem tenaga listrik mulai dari pusat pembangkit listrik, saluran transmisi, saluran distribusi primer, saluran distribusi sekunder hingga utilisasi. Dalam penyaluran tenaga listrik, besarnya tegangan yang dikirim dibedakan menjadi tegangan ekstra tinggi, tegangan tinggi, tegangan menengah serta tegangan rendah, sehingga pengelompokan penyaluran energy listrik terdiri jaringan tegangan tinggi, jaringan tegangan menengah dan jaringan tegangan rendah.

2.1.2. Jaringan Tegangan Menengah

Pendistribusian tenaga listrik ke pengguna tenaga listrik di suatu kawasan, penggunaan sistem Tegangan Menengah sebagai jaringan utama adalah upaya utama menghindarkan rugi-rugi penyaluran (losses) dengan kualitas persyaratan tegangan yang harus dipenuhi oleh PT PLN Persero selaku pemegang Kuasa Usaha Utama sebagaimana diatur dalam UU ketenagalistrikan No 30 tahun 2009. Dikutip dari buku 5 standar konstruksi jaringan tegangan menengah tenaga listrik.

Jaringan tegangan menengah merupakan saluran distribusi primer dimana memiliki tegangan pengenal sebesar 20 kV. Jaringan distribusi primer adalah jaringan tenaga listrik yang dimulai dari transformator penurun tegangan yang berada pada Gardu Induk hingga transformator distribusi. Konstruksi jaringan tegangan menengah dibedakan atas beberapa kelompok, yaitu saluran udara tegangan menengah (SUTM) yang merupakan jaringan kawat tidak berisolasi dan berisolasi, dengan tiang sebagai bagain utamanya, serta konduktor, konduktor yang biasa digunakan adalah AAAC berukuran 240 mm^2 , 150 mm^2 , 70 mm^2 , dan 35 mm^2 , adapun saluran kabel tegangan menengah (SKTM) kabel yang ditanam di tanah, kabel tanah memiliki isolasi yang dapat melindungi kabel dari segala

macam bahaya. Jaringan tegangan menengah merupakan bagian dari sistem saluran distribusi.

2.1.3. Saluran Distribusi

Sistem saluran distribusi merupakan kelanjutan dari sistem transmisi dimana sistem penyaluran energi berlangsung, sistem distribusi dibagi menjadi dua yaitu sistem distribusi primer dan sistem distribusi sekunder. Sistem distribusi primer yaitu sistem penyaluran tenaga listrik dari gardu induk menuju transformator distribusi sedangkan sistem distribusi sekunder yaitu sistem penyaluran tenaga listrik yang dimulai dari transformator distribusi menuju beban-beban baik industri maupun rumah tangga, fungsi distribusi tenaga listrik adalah sebagai pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan) dan merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Sistem distribusi merupakan sistem terdekat dari beban, maka jika terjadi masalah dalam sistem distribusi akan berpengaruh signifikan terhadap pelanggan dimana kerugian yang besar akan terjadi, oleh sebab itu sistem distribusi harus dapat diandalkan baik secara kualitas maupun kuantitas, maka diperlukan suatu tegangan yang stabil dalam keadaan apapun dan di manapun.

Jaringan distribusi primer adalah jaringan pada sistem distribusi dimulai dari transformator pada gardu induk ke gardu distribusi, yang menggunakan tegangan 20 kV untuk tegangan kerjanya, ini disebut dengan jaringan tegangan menengah, sedangkan sistem distribusi sekunder adalah sistem yang dimulai dari

transformator distribusi hingga konsumen atau beban, tegangan 220V/380V digunakan sebagai tegangan kerja dan biasa disebut dengan jaringan tegangan rendah.

2.1.4. Klasifikasi Saluran Distribusi

Secara umum, saluran tenaga listrik atau saluran distribusi dapat dikelompokkan sebagai berikut :

2.1.4.1. Menurut Susunan Rangkaiannya

2.1.4.1.1. Saluran Distribusi Primer

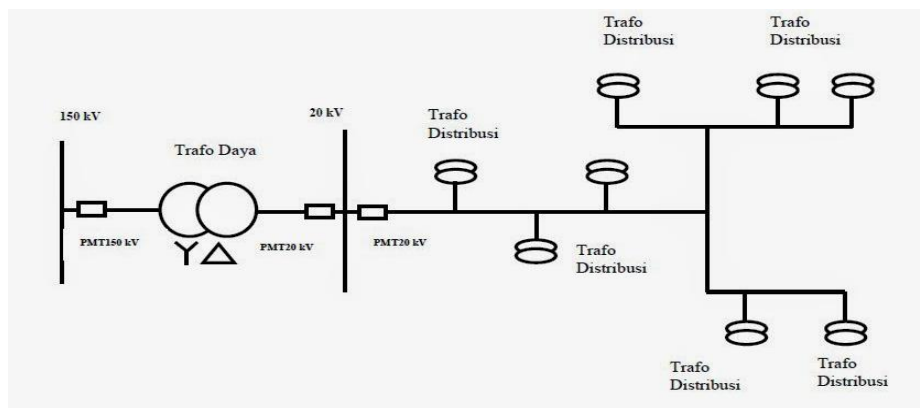
Saluran distribusi primer terletak pada sisi primer transformator distribusi, yaitu antara gardu induk sebagai hulu dan bagian hilirnya adalah gardu distribusi, saluran ini memiliki tegangan menengah berkisar 20kV, maupun 70 kV atau 150 kV, dapat pula langsung melayani konsumen, biasa disebut jaringan distribusi. Sistem ini dapat menggunakan saluran udara, kabel udara maupun saluran kabel tanah sesuai tingkat keandalan dan keekonomisan yang diinginkan sesuai dengan lingkungan. Adapun macam-macam jaringan pada sistem distribusi menurut strukturnya yaitu :

a. Jaringan Distribusi Radial

Jaringan radial merupakan bentuk pola jaringan paling sederhana, paling banyak digunakan dan ekonomis, khususnya di wilayah yang tidak memerlukan tingkat kehandalan yang tinggi. Saluran ini memiliki satu sumber lalu di hubungkan secara radial dan dicabang-cabang ke titik-titik beban, karena adanya percabangan, arus beban yang mengalir di sepanjang saluran berbeda-beda, saluran utama yang dekat dengan sumber memiliki arus beban yang besar

dibandingkan dengan saluran yang terletak paling jauh dari sumber. Adapun keuntungan dan kerugian jaringan distribusi ini antara lain :

1. Bentuknya sangat sederhana.
2. Biaya investasinya lebih murah dibanding jaringan lain.
3. Memiliki tingkat kehandalan yang rendah, karena memiliki rugi-rugi tegangan maupun daya yang cukup besar.
4. Tidak memiliki back up/sumber cadangan, sehingga jika terjadi gangguan, maka akan mengakibatkan seluruh rangkaian terganggu.

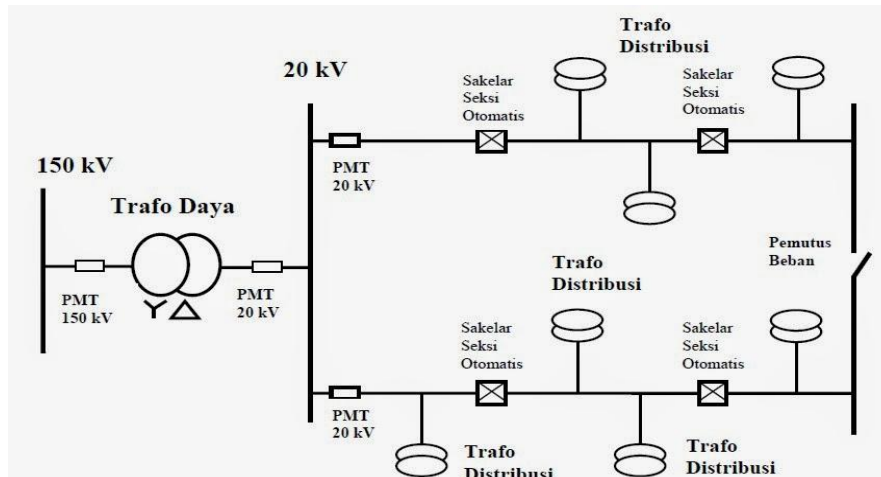


Gambar 2.03 Jaringan Distribusi Radial

Sumber : tentanglistrikkita.blogspot.com

b. Jaringan Distribusi Loop

Jaringan distribusi loop adalah salah satu dari sistem distribusi dimana terdapat dua alternatif sebagai sumber. Jaringan ini merupakan sistem tertutup, susunan rangkaian penyulangannya membentuk *ring*, yang memungkinkan titik beban dilayani dari dua arah penyulang, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin, serta kualitas dayanya menjadi lebih baik, karena rugi tegangan dan rugi daya pada saluran menjadi lebih kecil. Dalam buku yang berjudul Teknik Distribusi Tenaga Listrik karya Suhadi, dkk (2008, h.20).

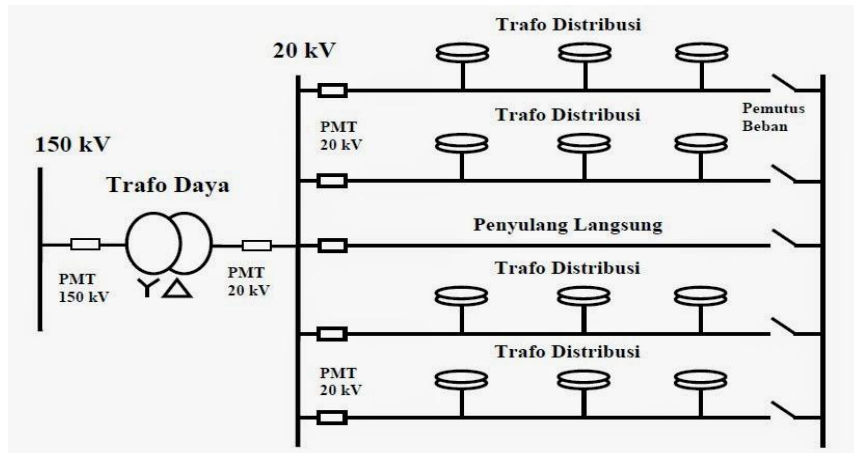


Gambar 2.04 Jaringan Distribusi Loop
 Sumber : tentanglistrikkita.blogspot.com

c. Jaringan Distribusi Spindel

Jaringan distribusi spindle merupakan pengembangan jaringan distribusi dari bentuk-bentuk dasar dari jaringan distribusi yang telah ada, yang bertujuan meningkatkan keandalan dan kualitas sistem. Jaringan distribusi spindle biasanya terdiri atas maksimum 6 penyulang dalam keadaan dibebani, dan satu penyulang langsung (*express*) dalam keadaan kerja tanpa beban)

Sistem jaringan Spindel seperti pada gambar di bawah ini adalah suatu pola kombinasi jaringan dari jaringan radial dan loop. Spindel terdiri dari beberapa penyulang (*feeder*) yang tegangannya diberikan dari Gardu Induk dan tegangan tersebut berakhir pada sebuah Gardu Hubung (GH). Pada keadaan normal jaringan spindle seperti jaringan radial pada umumnya, namun ketika terjadi masalah dalam salah satu penyulang maka akan diatasi dengan gardu hubung yang terhubung dengan penyulang langsung.



Gambar 2.05 Jaringan Distribusi Spindel

Sumber : tentanglistrikkita.blogspot.com

Pada sebuah spindel biasanya terdiri dari beberapa penyulang aktif dan sebuah penyulang cadangan (*express*) yang akan dihubungkan melalui gardu hubung. Pola Spindel biasanya digunakan pada jaringan tegangan menengah (JTM) yang menggunakan kabel tanah/saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM). Namun pada pengoperasiannya, sistem Spindel berfungsi sebagai sistem Radial. Di dalam sebuah penyulang aktif terdiri dari gardu distribusi yang berfungsi untuk mendistribusikan tegangan kepada konsumen baik konsumen tegangan rendah (TR) atau tegangan menengah (TM).

2.1.4.1.2. Saluran Distribusi Sekunder

Saluran distribusi sekunder merupakan sistem penyaluran tenaga listrik dari transformator distribusi menuju beban yang terdapat pada konsumen. Sistem ini disebut sistem tegangan rendah, karena tegangan yang digunakan berkisar 220/380V yang langsung dihubungkan kepada konsumen atau pemakai tenaga listrik.

2.1.4.2. Menurut Jenis/Tipe Konduktor

2.1.4.2.1. Saluran Udara

Saluran udara, merupakan tipe konduktor yang dipasang pada udara terbuka dengan tiang penyangga sebagai bantuan serta berbagai perlengkapannya, dibedakan menjadi, saluran kawat udara tanpa isolasi pembungkus, dan saluran kabel udara yang terbungkus isolasi.

2.1.4.2.2. Saluran Bawah Tanah

Saluran bawah tanah merupakan metode pemasangan kabel di dalam tanah dengan menggunakan kabel tanah (*ground cable*) dan memiliki teknik pemasangan sendiri. Saluran kabel tanah memiliki kelebihan dan kekurangan, biaya pemasangan dan kabel yang mahal menjadi kendala dalam sistem saluran bawah tanah, sedangkan keuntungan yang dimiliki adalah dari segi estetika dan perawatan.

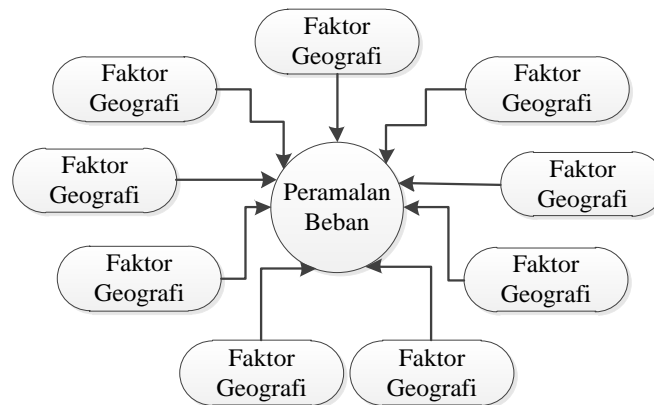
2.1.5. Perencanaan Jaringan Distribusi

Dalam sistem distribusi, perencanaan memegang peranan penting, karena tidak hanya memerhatikan kebutuhan yang ada, melainkan dapat mengatasi pertumbuhan kebutuhan energi dimasa mendatang. Tujuan umum perencanaan sistem distribusi ini adalah untuk mendapatkan suatu fleksibilitas pelayanan optimum yang mampu dengan cepat mengantisipasi pertumbuhan kebutuhan energi elektrik dan kerapatan beban yang harus dilayani. Adapun berbagai faktor yang dipertimbangkan dalam perencanaan jaringan distribusi. Perencanaan jaringan distribusi dapat dilakukan dalam jangka waktu pendek, menengah, maupun jangka panjang. Perencanaan yang tersusun secara sistematis akan memberikan kontribusi besar dalam sistem penyaluran energi listrik.

2.1.5.1. Faktor-faktor Perencanaan Jaringan Distribusi

2.1.5.1.1. Peramalan beban

Peramalan beban (*Load Forecasting*) adalah salah satu faktor perencanaan jaringan distribusi, dibagi menjadi jangka panjang dan jangka pendek. Jangka panjang dengan waktu prakiran antara 15 samapi 20 tahun ke depan sedangkan jangka pendek dengan waktu perkiran sekitar 5 tahun. Idealnya peramalan beban dapat memprediksi beban mendatang secara mendetail. Adapun faktor yang mempengaruhi peramalan beban digambarkan melalui diagram berikut

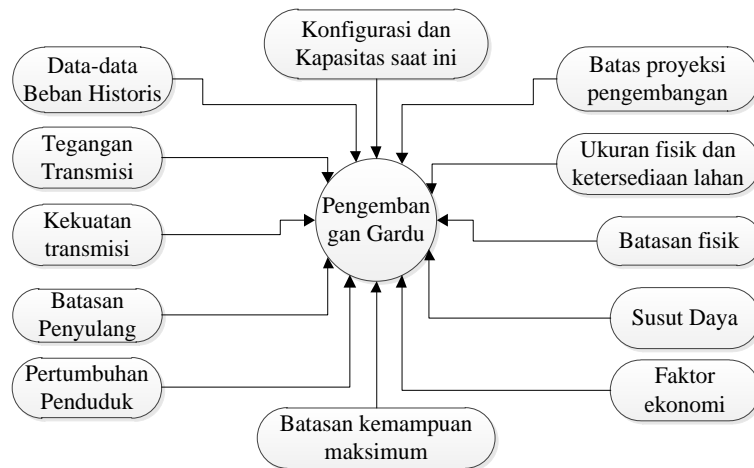


Gambar 2.06 Faktor-faktor Peramalan Beban

Sumber : turan gonen, *electrical power distribution system engineering* h.6

2.1.5.1.2. Pengembangan Gardu

Pengembangan gardu dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti halnya dengan peramalan beban. Pengembangan gardu diperlukan dalam perencanaan jaringan distribusi. Berikut ini digambarkan faktor-faktor dari pengembangan gardu :

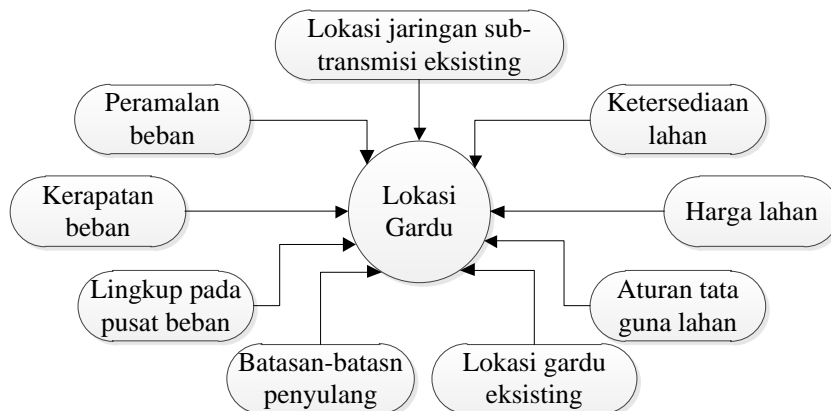


Gambar 2.07 Faktor-faktor Pengembangan Gardu

Sumber : turan gonon, *electrical power distribution system engineering* h.7

2.1.5.1.3. Pemilihan Letak Gardu

Dalam meletakkan gardu ada berbagai faktor yang berpengaruh. Penempatan gardu akan mengakibatkan nilai tegangan yang diterima. Berikut digambarkan faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dari pemilihan letak gardu.



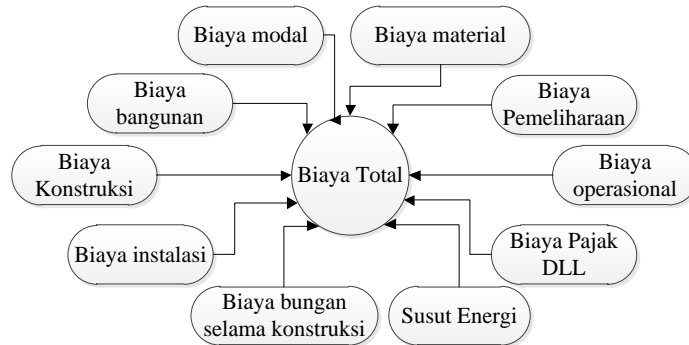
Gambar 2.08 Faktor-faktor Pemilihan Lokasi Gardu

Sumber : turan gonon, *electrical power distribution system engineering* h.7

2.1.5.1.4. Faktor-faktor Investasi

Pada dasarnya dalam perencanaan sistem distribusi didesign berdasarkan pada minimalisasi biaya investai dengan sisi teknis yang memenuhi segala

persyaratan. Adapun faktor investasi yang mempengaruhi pengembangan sistem distribusi sebagai berikut :



Gambar 2.09 Faktor-faktor Biaya Investasi

Sumber : turan gonen, *electrical power distribution system engineering* h.9

2.1.6. Gardu Distribusi

Dalam sistem tenaga listrik terdapat berbagai komponen yang menyusunnya, gardu distribusi merupakan salah satu dari komponen yang terdapat pada sistem distribusi. Gardu distribusi adalah Suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah (TR 220/380 V). Diambil dari Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik, PT PLN (2010 ; h.1).

2.1.6.1. Jenis – jenis Gardu Distribusi

2.1.6.1.1. Gardu Portal

Gardu Portal adalah gardu listrik tipe terbuka (*out-door*) dengan memakai konstruksi dua tiang atau lebih. Tempat kedudukan transformator sekurang –

kurangnya 3 meter di atas tanah dan ditambahkan *platform* sebagai fasilitas kemudahan kerja teknisi operasi dan pemeliharaan. Transformator dipasang pada bagian atas dan lemari panel / PHB-TR pada bagian bawah. Dalam Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) (2010; h.22).



Gambar 2.10 Gardu Portal
Sumber : Buku 4 PT. PLN (Persero)

Dalam Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik, PT PLN (2010 ; h.21). Ruang bebas hambatan atau *right of way* pada Gardu Tiang adalah daerah bebas dimana gardu tersebut berlokasi. Pada ruang bebas tersebut tidak ada penghalang yang menyebabkan komponen gardu beserta kelengkapannya bersentuhan dengan pohon atau bangunan. Tersedia akses jalan masuk-keluar gardu untuk keperluan kegiatan operasi dan pemeliharaan/perbaikan gardu. Jarak aman bagian Gardu Tiang di sisi 20 kV sesuai dengan ketentuan Saluran Udara Tegangan Menengah adalah 2,5 meter dari sisi terluar konstruksi gardu.

Tiang yang dipergunakan untuk Gardu Distribusi jenis ini dapat berupa tiang besi ataupun tiang beton berkekuatan beban kerja sekurang-kurangnya 500 daN, dengan panjang 11 atau 12 meter.

2.1.6.1.2. Gardu Beton

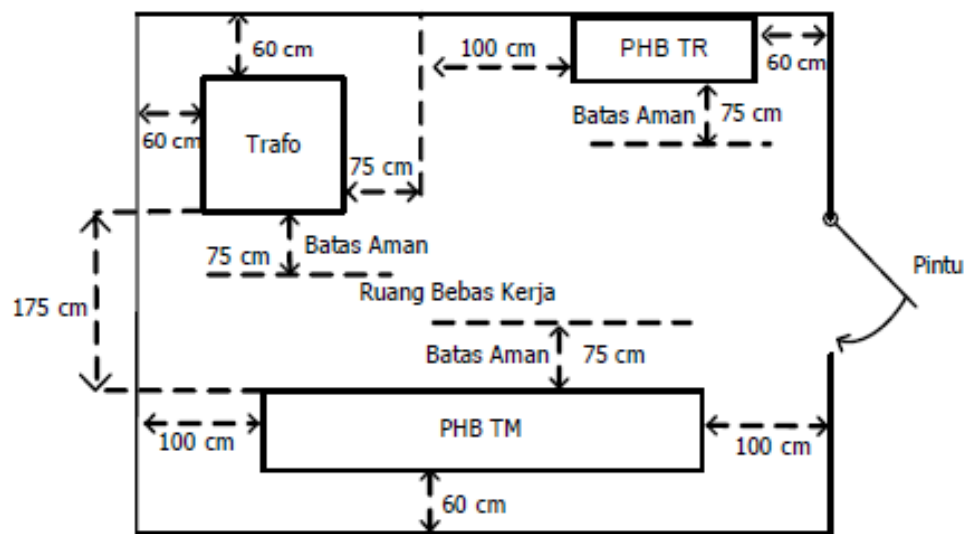
Gardu beton memiliki bentuk dimana seluruh komponen seperti transformator dan peralatan switching/proteksi, terangkai di dalam bangunan sipil yang dirancang, dibangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton, bentuk ini dimaksudkan untuk pemenuhan persyaratan terbaik bagi keselamatan ketenagalistrikan.



Gambar 2.11 Gardu Beton

Sumber : Buku 4 PT. PLN (Persero)

Dalam Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik, PT PLN (2010 ; h.13). Menurut standar, pengaturan tata-letak peralatan pada gardu beton pelanggan umum atau pelanggan khusus adalah : PHB-TR ditempatkan pada sisi masuk sebelah kiri atau sebelah kanan, Jarak antara PHB-TM dengan dinding sebelah kiri kanan tidak kurang dari 1 meter, Jarak bagian belakang PHB atau badan transformator dengan dinding gardu minimal 60 cm. Cukup tersedia ruang untuk petugas berdiri dari depan PHB-TR minimal dari 75 cm, Ruang gardu harus dilengkapi *man-hole*, Tersedia tempat untuk cadangan tambahan kubikel PHB-TM sekurang-kurangnya 1(satu) buah. Berikut ini diberikan gambaran umum tentang tata letak gardu distribusi :



Gambar 2.12 Peletakan (*lay-out*) Perlengkapan Gardu Distribusi Beton
Sumber : Buku 4 PT. PLN (Persero)

2.1.6.1.3. Gardu Pelanggan Khusus

Gardu ini dirancang dan dibangun untuk sambungan tenaga listrik bagi pelanggan berdaya besar. Selain komponen utama peralatan hubung dan proteksi, gardu ini di lengkapi dengan alat-alat ukur yang dipersyaratkan. Untuk pelanggan dengan daya lebih dari 197 kVA, komponen utama gardu distribusi adalah peralatan PHB-TM, proteksi dan pengukuran Tegangan Menengah. Transformator penurun tegangan berada di sisi pelanggan atau diluar area kepemilikan dan tanggung jawab PT PLN (Persero).

Pada umumnya, Gardu Pelanggan Khusus ini dapat juga dilengkapi dengan transformator untuk melayani pelanggan umum. Dalam Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) (2010; h.4).

2.1.6.1.4. Gardu Hubung

Gardu Hubung disingkat GH atau *Switching Substation* adalah gardu yang berfungsi sebagai sarana manuver pengendali beban listrik jika terjadi gangguan

aliran listrik, program pelaksanaan pemeliharaan atau untuk maksud mempertahankan kontinuitas pelayanan.

Isi dari instalasi Gardu Hubung adalah rangkaian saklar beban (*Load Break switch* – LBS) dan atau pemutus tenaga yang terhubung paralel. Gardu Hubung juga dapat dilengkapi sarana pemutus tenaga pembatas beban pelanggan khusus Tegangan Menengah.

Konstruksi Gardu Hubung sama dengan Gardu Distribusi tipe beton. Pada ruang dalam Gardu Hubung dapat dilengkapi dengan ruang untuk Gardu Distribusi yang terpisah dan ruang untuk sarana pelayanan kontrol jarak jauh.

Ruang untuk sarana pelayanan kontrol jarak jauh dapat berada pada ruang yang sama dengan ruang Gardu Hubung, namun terpisah dengan ruang Gardu Distribusinya. Dalam Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) (2010; h.5).

2.1.6.2. Komponen Utama Konstruksi

2.1.6.2.1. Transformator Distribusi

Dalam buku yang berjudul Transformator karya Abdul Kadir (1989;1) Transformator merupakan suatu alat magnetoelektrik yang sederhana, andal dan efisien untuk mengubah tegangan arus bolak – balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain. Pada umumnya transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Rasio perubahan tegangan akan tergantung dari rasio jumlah lilitan pada kedua kumparan itu. Biasanya kumparan terbuat dari kawat tembaga yang dibelit seputar “kaki” inti transformator.

Transformator menggunakan hukum induksi Faraday, dimana hukum itu berbunyi “*GGL induksi yang timbul antara ujung – ujung loop suatu penghantar berbanding lurus dengan laju perubahan fluks magnetic yang dilingkupi oleh loop penghantar tersebut*”, jadi ketika terdapat arus AC mengalir pada lilitan konduktor di kumparan primer maka akan terbentuk medan magnet bolak balik (AC) pada konduktor, jika terdapat konduktor lainnya yaitu, kumparan sekunder yang memotong medan magnet tersebut sehingga timbullah fluks pada konduktor tersebut yang akan menginduksikan tegangan ke kumparan primer itu, tanpa merubah frekuensinya.

Dalam sistem tenaga listrik terdapat bermacam – macam jenis transformator, pada umumnya dibagi menjadi :

- a. Transformator *step-up* (penaik tegangan), berfungsi untuk menaikkan tegangan. Digunakan untuk menaikkan tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit, yang kemudian akan disalurkan melalui jaringan transmisi. Tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit dinaikkan untuk mengurangi rugi – rugi selama penyaluran energi listrik.
- b. Transformator *step-down* (penurun tegangan), berfungsi untuk menurunkan tegangan. Dimana tegangan dari jaringan transmisi harus diturunkan ketika masuk ke jaringan distribusi.
- c. Transformator instrumentasi, adalah transformator yang berfungsi sebagai alat ukur, relay pengaman dan lainnya. Transformator ini terdiri dari dua jenis yaitu, transformator arus (*current transformer*), transformator tegangan (*potential transformer*).

Berdasarkan tegangan operasinya dapat dibedakan menjadi transformator 500/150 kV dan 150/70 kV disebut *interbus* transformator (IBT), sedangkan transformator 150/20 kV dan 70/20 kV disebut transformator distribusi. Titik netral transformator ditanahkan sesuai dengan kebutuhan untuk sistem pengamanan/proteksi.

2.1.6.2.2. PHB Sisi Tegangan Menengah

Komponen yang terdapat adalah pemisah – *disconnecting Switch*, pemutus beban – *Load Break Switching*, Pemutus Tenaga – *Circuit Breaker*, LBS – TP.

2.1.6.2.3. PHB Sisi Tegangan Rendah

Secara umum PHB TR sesuai SPLN 118-3-1-1996, untuk pasangan dalam adalah jenis terbuka. Rak TR pasangan dalam untuk gardu distribusi beton. PHB jenis terbuka adalah suatu rakitan PHB yang terdiri dari susunan penyangga peralatan proteksi dan peralatan Hubung Bagi dengan seluruh bagian-bagian yang bertegangan, terpasang tanpa isolasi. Jumlah jurusan per transformator atau gardu distribusi sebanyak-banyaknya 8 jurusan, disesuaikan dengan besar daya transformator dan Kemampuan Hantar Arus (KHA) Penghantar JTR yang digunakan.

2.1.6.2.4. Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan pada jaringan distribusi digunakan sebagai pengamanan langsung terhadap peralatan dan manusia bila terjadinya gangguan tanah atau kebocoran arus akibat kegagalan isolasi dan tegangan lebih pada peralatan jaringan distribusi. Petir dapat menghasilkan arus gangguan dan juga tegangan lebih dimana gangguan tersebut dapat dialirkan ke tanah dengan menggunakan sistem pentanahan.

Sistem pentanahan adalah suatu tindakan pengamanan dalam jaringan distribusi yang langsung rangkaiannya ditanahkan dengan cara mentanahkan badan peralatan

instalasi yang diamankan, sehingga bila terjadi kegagalan isolasi, terhambatlah atau bertahannya tegangan sistem karena terputusnya arus oleh alat-alat pengaman tersebut.

Sistem JTM 20 kV sampai dengan 29 kV harus selalu diketanahkan karena kemungkinan gagal sangat besar oleh tegangan lebih transien yang dikaitkan oleh busur tanah (*arcing grounds*). Pada pentanahan peralatan tegangan sentuh yang sering adalah tegangan sentuh tidak langsung sebagaimana dijelaskan dalam PUIL 2000 (3.5.1.1) bahwa tegangan sentuh tidak langsung adalah tegangan sentuh pada bagian konduktor terbuka (BKT) perlengkapan atau instalasi listrik yang menjadi bertegangan akibat kegagalan isolasi. Dalam buku yang berjudul Sistem Distribusi Tenaga Listrik karya Daman Suswanto hal.182.

2.1.7. Konsumen Beban

PLN melakukan penggolongan terhadap konsumennya berdasarkan besarnya tarif listrik yang dikenakan, dalam penggolongan listrik untuk aktivitas sektor ekonomi dapat dibagi menjadi 4 (empat) kelompok yaitu: 1) Rumah Tangga, 2) Usaha, 3) Industri dan 4) Pemerintahan/publik. Rumah tangga adalah kelompok pelanggan yang menggunakan listrik sebagai salah satu energi yang dipakai dalam memenuhi kebutuhannya. Kelompok usaha terdiri dari usaha penginapan, rumah makan, perdagangan, jasa keuangan, jasa hiburan dan jasa sosial. Kelompok industri berupa beberapa industri.

2.1.8. Rugi-rugi pada Jaringan Distribusi

Secara umum, baik buruknya sistem penyaluran dan distribusi tenaga listrik terutama adalah ditinjau dari kualitas daya yang diterima konsumen. Daya yang

baik, antara lain meliputi kapasitas daya yang memenuhi dan tegangan yang selalu konstan, terutama rugi tegangan yang terjadi di ujung saluran. Dikutip dalam buku yang berjudul Teknik Distribusi Tenaga Listrik karya Suhadi, dkk (2008, h.1).

Dalam teori listrik arus bolak-balik penjumlahan daya dilakukan secara vektoris, yang dibentuk vektornya merupakan segitiga siku-siku, yang dikenal dengan segitiga daya. Sudut merupakan sudut pergeseran fasa, semakin besar sudutnya, semakin besar Daya Semu (S), dan semakin besar pula Daya Reaktif (Q), sehingga faktor dayanya (cos θ) semakin kecil. Perbandingan antara besar daya aktif dengan daya semu disebut faktor daya (cos θ), adalah sudut yang dibentuk antara daya aktif dan daya semu. Faktor daya ini terjadi karena adanya pergeseran fasa yang disebabkan oleh adanya beban induktif/kumparan dan atau beban kapasitif. Daya reaktif adalah daya yang hilang, atau daya rugi-rugi sehingga semakin besar sudutnya atau semakin kecil faktor dayanya maka rugi-ruginya semakin besar.

$$pf \cos \theta = \frac{P(Watt)}{S(VA)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Seperti diketahui, kerugian daya suatu saluran merupakan perkalian arus pangkat dua dengan resistansi atau reaktansi dari saluran tersebut.

Rugi – rugi dapat dinyatakan sebagai berikut :

- Rugi daya nyata

$$I^2 \cdot R \text{ watt} \dots\dots\dots(2.2)$$

- Rugi daya reaktif

$$I^2 \cdot X \text{ watt} \dots\dots\dots(2.3)$$

- Rugi daya semu

$$\sqrt{I^2 \cdot R^2 + I^2 \cdot X^2} \dots\dots\dots(2.4)$$

Beban sistem bervariasi dan besarnya berubah-ubah sepanjang waktu. Bila beban meningkat maka tegangan diujung penerimaan menurun dan sebaliknya bila beban berkurang maka tegangan di ujung penerimaan naik. Faktor lain yang ikut mempengaruhi perubahan tegangan sistem adalah rugi daya yang disebabkan oleh adanya impedansi seri penghantar saluran, rugi daya ini menyebabkan jatuh tegangan. Oleh karena itu konsumen yang letaknya jauh dari titik pelayanan akan cenderung menerima tegangan relatif lebih rendah, bila dibandingkan dengan tegangan yang diterima konsumen yang letaknya dekat dengan pusat pelayanan. Perubahan tegangan pada dasarnya disebabkan oleh adanya hubungan antara tegangan dan daya reaktif. Jatuh tegangan dalam penghantar sebanding dengan daya reaktif yang mengalir dalam penghantar tersebut. Berdasarkan hubungan ini maka tegangan dapat diperbaiki dengan mengatur aliran daya reaktif.

2.1.9. Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan atau *voltage drop* adalah perkalian antara arus beban dengan impedansi antara jaringan tegangan rendah sampai dengan APP. Dalam Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) (2010; x).

Voltage drop : the difference between the sending-end and the receiving-end voltages of a line.(1976; 452)

Jatuh tegangan (VD) adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman dengan tegangan ujung penerimaan, dimana besarnya jatuh tegangan dipengaruhi oleh hambatan dan arus pada saluran AC yang terpengaruh akibat impedansi dan

admitansi saluran serta beban dan factor daya. Jatuh tegangan relative dinamakan regulasi tegangan dinyatakan dengan rumus :

$$V_{reg} = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100 \dots\dots\dots(2.5)$$

V_s = tegangan ujung pengiriman (volt)

V_r = tegangan ujung penerimaan (volt)

Dalam buku yang berjudul *Electric power distribution system engineering*, dikatakan bahwa tegangan jatuh pada sistem jaringan tiga phasa adalah sebagai berikut :

$$VD = I R \cos \varphi + X \sin \varphi \dots\dots\dots(2.6)$$

$$VD = I \times Z \dots\dots\dots(2.7)$$

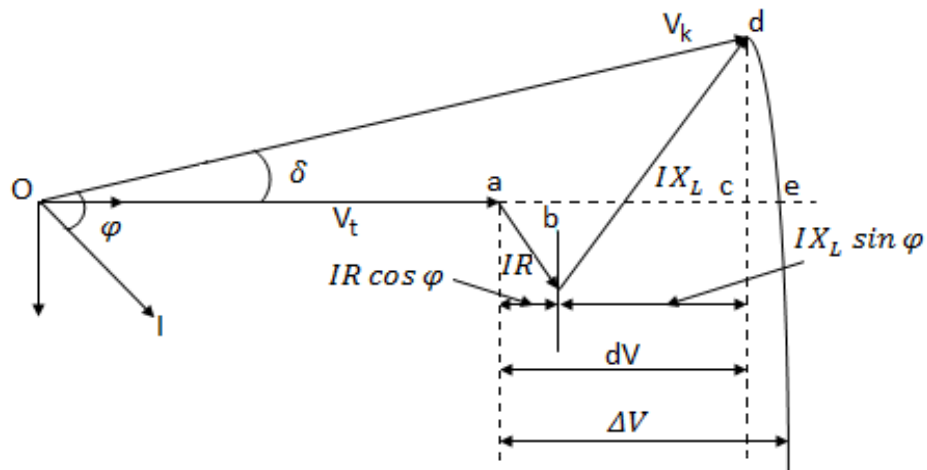
$$Z = R + jX \dots\dots\dots(2.8)$$

$$R = R \times L/1000 \dots\dots\dots(2.9)$$

$$X = X \times L/1000 \dots\dots\dots(2.10)$$

2.1.9.1. Perhitungan Jatuh Tegangan

Pengiriman tenaga listrik dari sumber menuju beban membutuhkan suatu sistem yang akan mengalami perubahan tegangan, perbedaan tersebut terjadi antara tegangan pengiriman (V_k) dan tegangan penerimaan (V_t).



Gambar 2.13 Jatuh Tegangan
Sumber : Dokumen Pribadi

Dalam skripsi yang berjudul Analisis Jatuh Tegangan Listrik (*drop voltage*) pada Konsumen Rumah Tangga Mulai dari Gardu Distribusi BBND 400 KVA samapai ke Konsumen Pelanggan 220 V Tegangan Listrik AC, karya Mansur (2014;66) Perhitungan jatuh tegangan dapat dilihat pada gambar di atas, dengan titik O sebagai titik pusat lingkaran dengan $Od = V_k$ sebagai jari-jari, kita buat lingkaran, sehingga memotong perpanjangan V_1 pada titik e. jadi, $V_k = Oe = Oa + ac + ce$, karena ce kurang dari V_k maka ce dapat diabaikan sehingga $V_k = Oa + ac$, selanjutnya $Oa = V_t$; $ac = ab + bc$ dimana $ab = IR \cos \varphi$ dan $bc = IX_L \sin \varphi$, sehingga

$$ac = dV = IR \cos \varphi + IX_L \sin \varphi \dots\dots\dots(2.11)$$

lalu V_k ditulis dalam bentuk

$$V_k = V_t + Dv \dots\dots\dots(2.12)$$

$$V_k = V_t + IR \cos \varphi + IX_L \sin \varphi \dots\dots\dots(2.13)$$

Atau

$$dV = V_k - V_t = IR \cos \varphi + IX_L \sin \varphi \dots\dots\dots(2.14)$$

Sehingga

$$\Delta V = IR \cos \varphi + IX_L \sin \varphi \dots\dots\dots(2.15)$$

Jatuh tegangan di sepanjang saluran dapat ditulis

$$\Delta V = (R \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \times \frac{l}{2} \times L \dots\dots\dots(2.16)$$

2.1.9.2. Jenis Penghantar

Tahanan konduktor dipengaruhi oleh, panjang penghantar, diameter penampang penghantar, jenis bahan penghantar dan temperature penghantar, besarnya tahanan konduktor sesuai hukum Ohm.

$$r = \rho \frac{l}{A} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\rho = \frac{\Omega mm^2}{m} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana

r = tahanan konduktor (Ω)

A = diameter tahanan konduktor

ρ = tahanan jenis konduktor

(mm^2)

l = panjang konduktor (m)

2.1.10. Dasar Kelistrikan, Tegangan, Arus dan Impedansi

Dalam buku instalasi listrik rumah tangga karya Brian Scaddan (h.127) tegangan adalah tekanan listrik yang mengakibatkan arus mengalir. Tegangan adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik. Tegangan listrik merupakan ukuran beda potensial yang mampu membangkitkan medan listrik sehingga menyebabkan timbulnya arus listrik dalam sebuah konduktor listri. Tegangan dinyatakan dalam satuan Volt. Dalam skripsi ini tegangan yang dilihat adalah tegangan pada posisi tegangan menengah, toleransi yang digunakan adalah - 5%.

Dalam buku rangkaian Listrik karya William H. Hayt, Jr. dan Jack E. Kemmerly (h.8) muatan yang bergerak adalah sebuah arus. Dalam buku instalasi listrik rumah tangga karya Brian Scaddan (h.127) arus adalah aliran elektron-elektron dalam suatu konduktor. Arus adalah aliran muatan yang dipengaruhi oleh medan magnet listrik. Arah aliran arus listrik adalah melalui terminal positif menuju terminal negatif. Arus juga dapat dikatakan sebagai aliran elektron dalam suatu konduktor.

Impedansi saluran terdiri dari resistansi, reaktansi induktif, dan reaktansi kapasitif.

2.1.10.1. Resistansi

Resistansi tergantung pada jumlah electron bebas per satuan volume atau material. Resistansi suatu bahan tergantung pada hambatan jenis suatu bahan, persamaan yang mendeskripsikanya adalah sebagai berikut

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

R = resistansi (ohm)

L = panjang kawat (meter)

ρ = resistivitas penghantar (ohm, meter)

A = luas penampang (m^2)

2.1.10.2. Reaktansi Induktif

Induktansi adalah komponen listrik yang nilainya berbanding terbalik terhadap perubahan arus. Nilai induktansi merupakan fungsi dari konstruksi fisik. Jumlah lilitan, permeabilitas bahan, dan geometris menentukan induktansi suatu komponen.

$$X_L = 2\pi fL \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

X_L = reaktansi induktif (ohm) L = induktansi (henry)

f = frekuensi (Hz)

2.1.10.3. Reaktansi Kapasitif

Kapasitansi dihasilkan dari dua buah konduktor sejajar yang dipisahkan oleh isolator. Ketika dua buah konduktor pada potensial yang berbeda medan listrik mengkonsentrasikan muatan pada permukaan konduktor yang terdekat. Kapasitansi satu kapasitor berbanding lurus terhadap konstanta dielektrik, luas penampang konduktor dan berbanding terbalik terhadap jarak diantara kedua konduktor.

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

X_c = reaktansi kapasitif (ohm) C = kapasitansi (farad)

f = frekuensi (Hz)

2.1.11. Konsep Daya

Power is a measure of how fast work being done or of how fast energi is being expended that is poewer = $\frac{\text{work of energy}}{\text{time}}$, in book electric arwits and machine (edisi 7) Eugene C. Lister (h.49) Dalam buku instalasi listrik rumah tangga karya Brian Scaddan (h.127) daya adalah hasil kali antara arus, dan tegangan. Jadi $P = I \times V$. Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha.

2.1.11.1. Daya Aktif

Daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya, dengan satuan Watt.

Daya yang digunakan pada konsumen.

$$P = V \cdot I \cos \theta \dots\dots\dots(2.22)$$

$$P = 3 \cdot V_L I_L \cos \theta \dots\dots\dots(2.23)$$

2.1.11.2. Daya Reaktif

Jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan timbul fluks medan magnet, satuan dari daya reaktif adalah Var.

$$Q = V \cdot I \sin \theta \dots\dots\dots(2.24)$$

$$Q = 3 \cdot V_L I_L \sin \theta \dots\dots\dots(2.25)$$

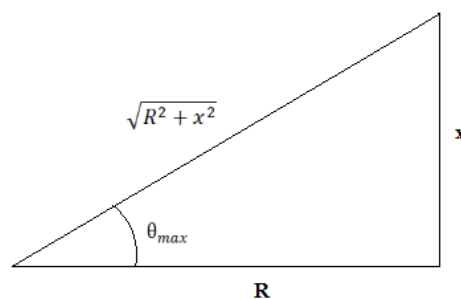
2.1.11.3. Daya Nyata

Daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan, dengan satuan VA.

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots(2.26)$$

2.1.11.4. Segitiga Daya

Merupakan gambaran hubungan matematika antara tipe-tipe daya yang berbeda (daya aktif, daya reaktif dan daya nyata) berdasarkan prinsip trigonometri.



Ada beberapa upaya yang dilakukan untuk memperbaiki ataupun meminimalisirkan jatuh tegangan yaitu, penggunaan alat bantu seperti tap charge, dan kapasitor bank, rekonstruksi sistem seperti tata ulang letak transformator, penggantian kabel feeder dengan diameter yang lebih besar, pembangunan gardu induk baru, ataupun menaikkan tegangan pada sisi hulu feeder.

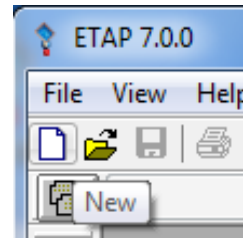
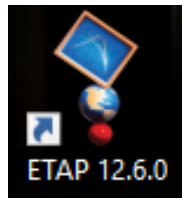
2.1.13. Software Etap

ETAP (*electrical Transient Analyzer Program*) adalah software yang berfungsi untuk menganalisis sistem tenaga listrik yang menampilkan secara GUI (*graphical User Interface*). Software ini dapat bekerja secara *offline* dan *online*, dimana secara *offline software* ini digunakan untuk mensimulasikan tenaga listrik, sedangkan secara *online software* ini untuk pengelolaan data secara *real time*. Berbagai macam analisa tenaga listrik yang dapat dilakukan dengan menggunakan software ETAP seperti, analisa aliran daya, analisa hubungan singkat.

Dalam membuat rancangan dan analisis sistem tenaga listrik dalam simulasi Etap 12.6 ada beberapa tahap yang harus dilakukan, berikut ini langkah-langkah yang harus dikerjakan :

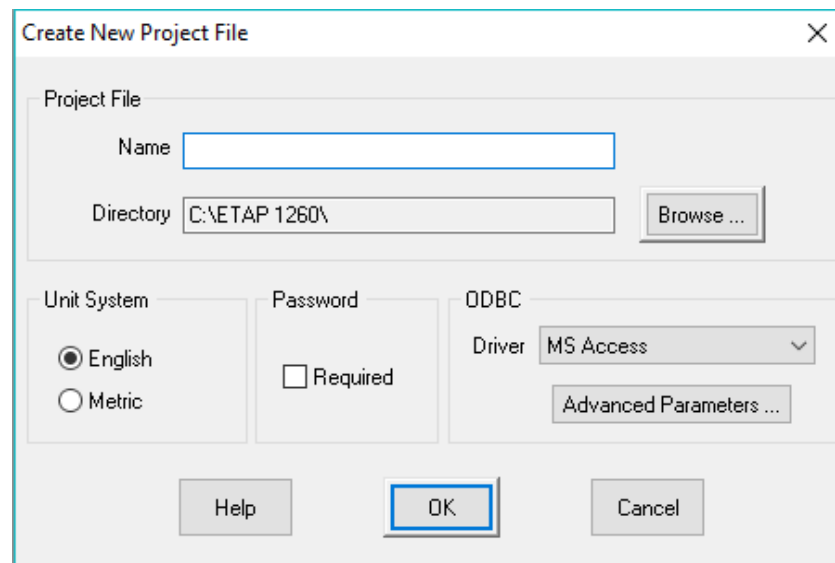
1. Mengumpulkan data-data yang diperlukan
2. Membuat single line diagram
3. Analisis load flow
4. Mencetak hasil load flow

Langkah pertama adalah mengumpulkan data-data seperti gambar jaringan yang dibutuhkan, data penghantar jenis dan panjang, spesifikasi transformator, beban transformator seperti rating dan level tegangan. Setelah data lengkap langkah kedua, ketiga dan keempat dilakukan dalam Etap



12.6.

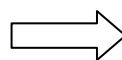
berikut
dibawah
cara



ini

memulai menjalankan simulasi Etap 12.6

1. Klik icon Etap 12.6



Gambar 2.15 Menampilkan Lembar Kerja Etap

2. Beri nama file, klik ok

Create New Project File

Project File

Name

Directory

Unit System

English

Metric

Password

Required

ODBC

Driver

Gambar
Tampilan
Nama
File

User Information

User Name

Full Name

Description

Password

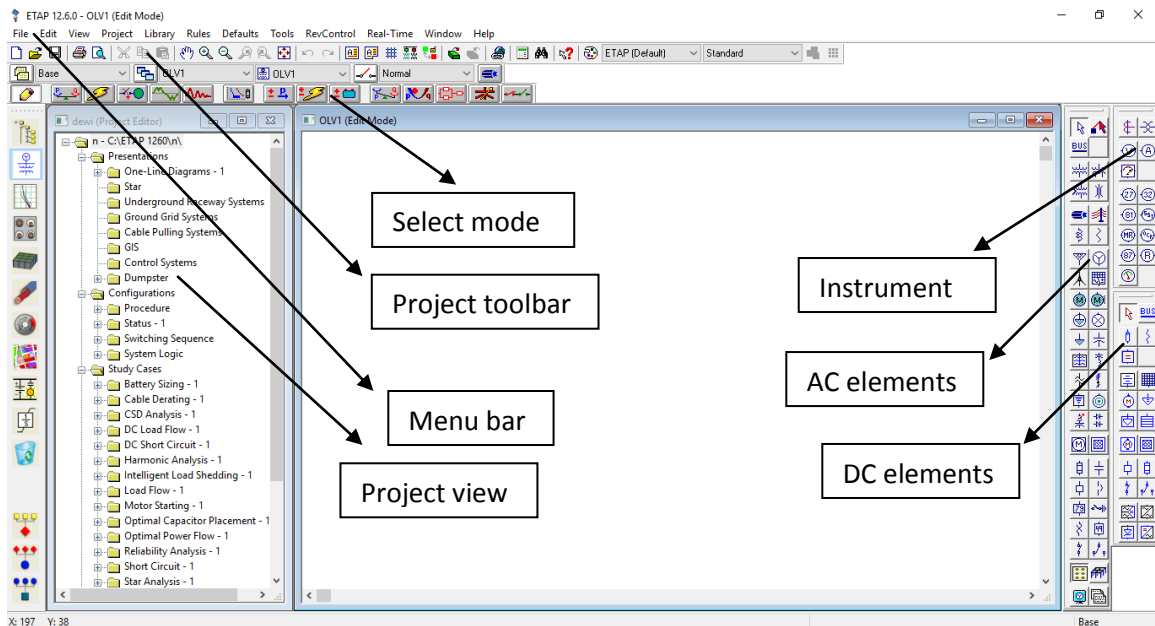
Confirmed Password

Access level permissions

<input checked="" type="checkbox"/> Administrator	<input checked="" type="checkbox"/> Revision Editor	<input checked="" type="checkbox"/> Librarian
<input checked="" type="checkbox"/> Project Editor	<input checked="" type="checkbox"/> Checker	<input checked="" type="checkbox"/> Controller
<input checked="" type="checkbox"/> Base Editor	<input checked="" type="checkbox"/> Browser	<input checked="" type="checkbox"/> Operator

2.16
Input
Project

3. Tampilan lembar kerja Etap 12.6



Gambar 2.16 Tampilan Lembar Kerja Etap

4. Membuat single line diagram sistem tenaga listrik
5. Menjalankan simulasi dan mencetak hasil simulasi

2.2. Penelitian yang Relevan

Penelitian mengenai jatuh tegangan akibat penempatan transformator yang tidak maksimal dilakukan oleh Seno Sasmito P, dalam makalah seminar tugas akhir menjelaskan bahwa kelistrikan jaringan pada saat ini di seluruh Indonesia mengalami susut sebesar 5% yang diakibatkan berbagai macam factor seperti diameter penghantar yang digunakan berskala menengah maka pada SR terjauh nilai tegangan lebih 10% jatuh tegangan yang diizinkan dan harus mengantisipasi kenaikan beban listrik sebesar 22,7%, penempatan trafo yang tidak maksimal dan jarak tempuh energy listrik dari transformator ke beban yang kurang diperhatikan menjadi tidak maksimal sehingga jatuh tegangan semakin besar.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Siregar dan Syahrizal (2007), beliau menyimpulkan bahwa, dengan menaikkan tegangan pada pangkal *feeder* dapat memperbaiki jatuh tegangan pada ujung saluran. Semakin panjang saluran maka semakin besar pula jatuh tegangan yang terjadi. Tegangan yang diterima oleh beban yang paling dekat dengan sumber tegangan adalah sebesar 20,7348 KV, sedangkan untuk beban yang paling jauh adalah sebesar 18,96 KV. Kemudian penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Cahyanto (2008), beliau menyimpulkan bahwa dengan menggunakan tiga metode yaitu kapasitor bank, penggantian kabel *feeder* dengan diameter yang lebih besar, dan pengaturan *tap changer* trafo, merupakan upaya yang paling optimal untuk memperbaiki jatuh tegangan. Didapatkan pengurangan rugi-rugi daya sebesar 30,6% dengan menggunakan kombinasi ketiga metode tersebut.

2.3. Kerangka Berpikir

Jarak antara gardu induk dengan transformator distribusi, maupun transformator distribusi dengan beban cukuplah jauh, impedansi dalam jaringan dapat menyebabkan tegangan yang diterima konsumen berbeda-beda, semakin jauh letak beban dari sumber tegangan atau transformator, mengakibatkan tegangan yang diterima akan semakin turun.

Pada penelitian ini, masalah dibatasi sesuai yang terdapat di Bab I dimana, sistem kelistrikan yang menjadi objek penelitian adalah jatuh tegangan pada Jaringan Tegangan Menengah PT. PLN (Persero) Jawa Barat Rayon Babelan pada penyulang Citarum menggunakan simulasi software ETAP, tanpa melakukan perhitungan manual. Sehingga dapat diketahui besarnya jatuh tegangan pada jaringan yang telah disesuaikan dengan standar yang diizinkan yaitu 5%.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di PT PLN (persero) Distibusi Jawa Barat Rayon Babelan. Tempat penelitian berlokasi di JL. Raya Babelan Desa Kebalen Rt. 01/01 No.2 Kec Babelan Bekasi, Jawa Barat. Adapun waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2016.

3.2. Metode dan Rancangan Penelitian

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu dalam buku yang berjudul Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D karya Prof. Dr. Sugiyono (2010, h.2). Sehingga metode penelitian haruslah berdasarkan pada ciri – ciri keilmuan, yaitu rasional, empiris, dan sistematis. Metode penelitian adalah teknik atau cara mencari, memperoleh, mengumpulkan dan mencatat data, baik data primer maupun data sekunder yang dapat digunakan untuk keperluan menyusun karya ilmiah yang kemudian menganalisis parameter yang berhubungan dengan pokok-pokok permasalahan sehingga akan didapat suatu kebenaran atau data yang diinginkan. Metode yang digunakan adalah metode survey dengan cara observasi.

Metode pengumpulan data terdiri dari, observasi berupa mengamati secara langsung dan mengabil data dengan cara mengukur tegangan dan arus pada objek yang diteliti serta pengambilan data yang sudah ada berupa data sekunder dan konsultasi mengenai berbagai macam masalah dan kendala yang dihadapi selama

melakukan penelitian dengan pembimbing yang ditunjuk dan kepada para teknisi lapangan yang bertugas di Rayon Babelan. Studi Kepustakaan dengan cara mengumpulkan informasi berupa data dari dokumen, buku, catatan, dan berbagai sumber lainnya yang mendukung penelitian ini. Setelah data terkumpul, maka akan melakukan rancangan penelitian yang hasilnya akan dibandingkan dengan kriteria atau standar yang telah ditetapkan.

Rancangan penelitian dibuat agar penelitian dapat terarah dan mendapatkan hasil yang sesuai pada tujuan. Maka dibuat rancangan penelitian dalam bentuk simulasi aliran daya pada sistem jaringan distribusi 20 kV menggunakan software ETAP 12.6. Kemudian menganalisis besar tegangan jatuh yang terjadi dan membuat solusi yang terbaik dalam sistem jaringan distribusi 20 kV.

3.3. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2009:80). Dalam penelitian ini, populasi yang diambil adalah penyulang yang terdapat pada wilayah pelayanan Rayon Babelan, yaitu terdapat 7 penyulang yang ada dalam pengawasan.

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiyono:2009, h.81). Teknik *purposive sampling* atau sampel bertujuan dilakukan bukan dengan cara mengambil subjek didasarkan atas strata, random atau daerah tetapi didasarkan atas adanya tujuan tertentu. Teknik ini

dilakukan karena keterbatasan waktu, tenaga dan dana (Arikunto:2010, h.183). Maka dari itu sampel yang dipilih adalah penyulang Citarum.

3.4. Data dan Sumber Data

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan data-data sekunder yang telah ada dari PT.PLN (persero) Rayon Babelan. Penelitian yang nantinya akan dilakukan mengambil data yang dibutuhkan untuk simulasi di ETAP 12.6. adapun data yang diperlukan antara lain :

1. Single line diagram penyulang Citarum Rayon Babelan
2. Data penghantar berupa, spesifikasi jenis dan panjang(kms)
3. Data spesifikasi Gardu Induk Bekasi
4. Data beban transformator pada Gardu Induk
5. Data spesifikasi transformator distribusi
6. Data beban transformator distribusi
7. Data tegangan terima pada sisi transformator distribusi

sumber data lainnya melalui wawancara terhadap teknisi yang berkompeten di bidang tersebut.

3.5. Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data

Teknik dan prosedur pengumpulan data pada penelitian analisis jatuh tegangan listrik (*drop voltage*) pada jaringan tegangan menengah di penyulang Citarum di PT PLN (persero) Distribusi Jawa Barat, Rayon Babelan, yaitu:

3.5.1. Observasi

Peneliti akan melakukan pengamatan secara langsung kepada objek yang diteliti yaitu transformator distribusi. Hal yang diamati pada awal penelitian adalah jenis gardu, jumlah jurusan yang ada.

3.5.2. Pengukuran

Melakukan pengukuran secara langsung menggunakan instrument yang ada, berupa alat ukur yaitu tang ampere, serta tabel pengukuran untuk memudahkan penelitian. Berikut tabel yang digunakan peneliti untuk mengambil data.

a. Pengukuran Tegangan

Tabel 3.1 Pengukuran Tegangan

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1							

b. Pengukuran Beban

Tabel 3.2 Pengukuran Beban

NO	NAMA GARDU	BEBAN JURUSAN (A)															
		JURUSAN 1				JURUSAN 2				JURUSAN 3				TOTAL			
		R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N
1																	

Pengukuran dibagi menjadi dua yaitu pengukuran tegangan dan beban. Pengukuran tegangan dilakukan untuk mengetahui apakah tegangan pada sisi sekunder transformator distribusi sesuai dengan standar. Pengukuran beban dilakukan untuk mengetahui apakah beban merata setiap jurusan dan berapakah total beban yang ditanggung transformator distribusi.

3.5.3. Studi Literature

Mempelajari buku referensi, buku manual, jurnal ilmiah, artikel dari media cetak, dan elektronik serta bahan kuliah yang berkaitan dengan pembahasan skripsi yang dapat mendukung penelitian ini. Dengan menelaah, menggali, serta mengkaji teori-teori yang mendukung dalam pemecahan masalah yang diteliti.

3.5.4. Diskusi dan Tanya Jawab

Mengadakan diskusi dan tanya jawab dengan staf dan pegawai PT PLN (persero) Distribusi Jawa Barat, Rayon Babelan Bekasi yang berkompeten dibidangnya dan mengerti masalah yang berhubungan dengan analisis aliran daya, jatuh tegangan, dan rugi-rugi daya.

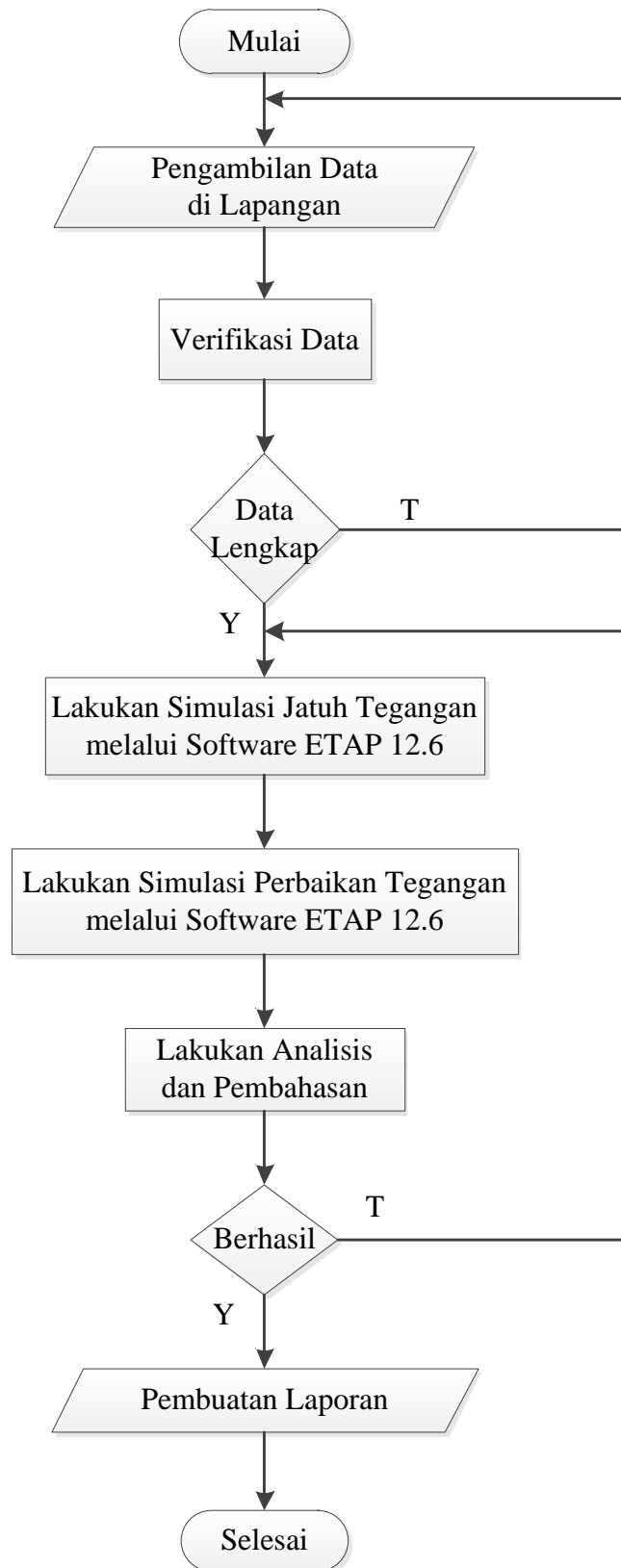
3.5.5. Dokumentasi

Metode dokumentasi yaitu mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, lengger, agenda dan sebagainya (Arikunto, 2010, h.274). Maka, dokumentasi dapat dilakukan dengan cara mengambil gambar di tempat penelitian dan apa saja yang diamati ketika melakukan penelitian.

3.5.6. Simulasi

Setelah data terkumpul, dilakukan simulasi menggunakan software ETAP *Power Station 12.6* untuk mengetahui seberapa besar drop voltage yang terjadi, dan solusi yang tepat dalam mengurangi drop voltage yang ada.

Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan agar penelitian berjalan secara sistematis. Hal ini berguna agar mempermudah pemahaman tujuan yang ingin dicapai. Langkah-langkah penelitian tersebut digambarkan pada diagram alir berikut :



Gambar 3.01 Diagram Alir (Flowchart) Penelitian skripsi
Sumber : Dokumen Pribadi

3.6. Prosedur Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan sesuai dengan kebutuhan yaitu data-data spesifikasi peralatan, selanjutnya akan dianalisis secara deskriptif untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian ini. Berikut ini langkah-langkah analisa data.

1. Dari hasil pengukuran tegangan dan beban pada transformator, serta data spesifikasi peralatan dan data yang mendukung diolah kedalam software ETAP 12.6 lalu dicetak ke dalam bentuk laporan. Setelah data keluar, data dikelompokkan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan.
2. Menganalisis transformator yang mendapatkan tegangan terendah atau yang tegangan jatuhnya tidak sesuai dengan standar lalu dibuat solusi berupa perencanaan perbaikan tegangan jatuh untuk meminimalisir tegangan jatuh, menggunakan software Etap 12.6.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Setelah data terkumpul, yaitu data-data yang terdapat pada jaringan distribusi penyulang Citarum, selanjutnya data-data tersebut dikelompokkan ke dalam tabel-tabel untuk memudahkan dalam pengolahan data. Adapun data-data yang telah terkumpul berupa data spesifikasi peralatan, data master gardu dimana berisi informasi mengenai gardu distribusi berupa kode, lokasi gardu, kapasitas gardu, beban trafo, jarak antar gardu, dan data penghantar. Adapun data lain yang diperlukan seperti power grid, jenis beban, kabel penghantar, dan lainnya. Semakin tepat data sesuai dengan keadaan di lapangan (aktual), maka hasil simulasi akan mendekati ke falitan.

4.1.1. Spesifikasi Peralatan

Merupakan suatu penjelasan atau gambaran mengenai peralatan ditulis untuk menjelaskan secara rinci, dapat berupa gambar ataupun tulisan yang memberikan keterangan bagi penggunaanya yang sangat bermanfaat. Dalam penelitian ini adapun spesifikasi peralatan pada penyulang Citarum di jabarkan sebagai berikut.

4.1.1.1. Data *Power Grid*

Dalam sistem ketenagalistrikan data *power grid* dibutuhkan dalam simulasi aliran daya. Dalam simulasi Etap 12.6 kita memilih *power grid* dalam kotak AC Element. Kita masukan spesifikasinya, berikut dijelaskan melalui tabel dan gambar di bawah ini :

Tabel 4.1 Data Spesifikasi *Power Grid*

No.	Info		Rating				
	Penyulang	Mode	Imp. urutan positif		Teg.	Arus Hub. Sgkt.	%
			R1(pu)	R2(pu)	(kV)	(MVA)	(V)
1	Citarum	Swing	0.090253	0.248722	70	415	100

Power Grid Editor - power grid

Info Rating Short Circuit Harmonic Reliability Energy Price Remarks Comment

70 kV Swing

Rated kV Balanced Unbalanced

	Gen. Cat.	%V	Vangle	MW	Mvar	%PF	Qmax	Qmin
1	Design	100	0					
2	Normal	100	0					
3	Shutdown	100	0					
4	Emergency	100	0					
5	Standby	100	0					
6	Startup	100	0					
7	Accident	100	0					
8	Summer Load	100	0					
9	Winter Load	100	0					
10	Gen Cat 10	100	0					

Operating

% V Vangle MW Mvar

power grid

OK Cancel

Gambar 4.01 Inputan Data *Rating Power Grid* pada Etap 12.6

Sumber : Dokumen Pribadi

Power Grid Editor - power grid

Info Rating **Short Circuit** Harmonic Reliability Energy Price Remarks Comment

70 kV Swing

Grounding

SC Rating

	MVA _{sc}	MVA _{sc}	X/R	kA _{sc}
3-Phase	415		2.756	3.423
1-Phase	619.101	206.367	2.756	5.106
	$\sqrt{3}V_{llf}$	V_{lnf}		

SC Impedance (100 MVA_b)

	% R	% X
Pos.	8.21919	22.6513
Neg.	8.21919	22.6513
Zero	0.09025	0.24871

power grid

OK Cancel

Gambar 4.02 Inputan Data *Short Circuit Power Grid* pada Etap 12.6
Sumber : Dokumen Pribadi

4.1.1.2. Data Transformator Gardu Induk

Dalam sistem ketenagalistrikan data transformator pada Gradu Induk dibutuhkan dalam simulasi aliran daya. Dalam simulasi Etap 12.6 kita memilih *2-winding transformer* dalam kotak AC Element. Kita masukan spesifikasinya, berikut dijelaskan melalui tabel dan gambar di bawah ini :

Tabel 4.2 Data Spesifikasi Transformator GI

No	Info		Rating					
	Penyulang	GI	Daya total	Imp.	Tegangan (kV)		Grounding	
			(MVA)		Primer	Sekunder	primer	sekunder
1	Citarum	RD	20	Typical Z&X/R	70	20	Delta	Star Resistor 12 ohm

2-Winding Transformer Editor - gi rengas dengkllok

Reliability: 20 MVA IEC Liquid-Fill Other 65 C
Remarks: 70 20 kV
Comment:

Info Rating Impedance Tap Grounding Sizing Protection Harmonic

Voltage Rating

Prim. kV	FLA	Bus kVnom	Z Base MVA
70	165	70	20
Sec. 20	577.4	20	

Other 65

Power Rating

Rated MVA: 20
Other 65
Derated: 12.567
% Derating: 37.2

Alert - Max MVA: 20
 Derated MVA
 User-Defined

Installation
Altitude: 3300 m
Ambient Temp.: 30 °C

MFR:

Type / Class

Type	Sub Type	Class	Temp. Rise
Liquid-Fill	Other	Other	65

gi rengas dengkllok

OK Cancel

Gambar 4.03 Inputan Data Rating Trafo GI-RD pada Etap 12.6

Sumber : Dokumen Pribadi

2-Winding Transformer Editor - gi rengas dengkllok

Reliability		Remarks		Comment			
Info	Rating	Impedance	Tap	Grounding	Sizing	Protection	Harmonic
20 MVA IEC Liquid-Fill Other 65 C						70	20 kV
Phase Shift							
<input checked="" type="checkbox"/> Font	<input checked="" type="radio"/> Vector Group		Vector	Angle	HV leads LV		
	<input type="radio"/> Winding Connection		Dyn1	30			
<input type="checkbox"/> Symbols (Grounding Element)							
Primary							
▲							
Secondary							
<input checked="" type="radio"/> Y	Grounding	V In	I1	Ohms			
	Resistor	11.55	962.3	12			

Gambar 4.04 Inputan Data *Grounding* Trafo GI-RD pada Etap 12.6
(Sumber : Dokumen Pribadi)

4.1.1.3. Data Transformator Gardu Distribusi

Dalam sistem ketenagalistrikan data transformator gardu distribusi dibutuhkan dalam simulasi aliran daya. Dalam simulasi Etap 12.6 kita memilih 2-winding transformer dalam kotak AC Element. Kita masukan spesifikasinya, berikut dijelaskan melalui tabel dan gambar di bawah ini :

Tabel 4.3 Data Spesifikasi Transformator Gardu Distribusi

No	Info		Rating					
	Penyulang	GD	Kapasitas	Imp.	Tegangan (kV)		Grounding	
			(kVA)		Primer	Sekunder	primer	sekunder
1	Citarum	Typical Z&X/R	20	0.4	Delta	Star Resistor 1.7

Tabel 4.4 Data Kapasitas Transformator Gardu Distribusi

No.	Info			No.	Info		
	Gardu Distribusi	Kapasitas (kVA)	kV Tap		Gardu Distribusi	Kapasitas (kVA)	kV Tap
1	SBRA	200	19.5	49	JYSA	100	18
2	SBRD	100	19.5	50	JYSB	160	18
3	SBRB	100	19.5	51	JYSG	50	18.5
4	SBRJ	250	19	52	JYSC	160	18.5
5	SBUA	200	19.5	53	JYSD	100	18.5
6	SBUC	250	19.5	54	JYSE	100	18.5
7	SBUB	160	19	55	JYSH	100	19
8	KSRC	100	19.5	56	JYSF	160	18
9	KSRB	100	19	57	PMRA	100	18
10	KSRA	100	19	58	BSTR	100	18.5
11	KSR	400	19	59	PMRB	100	18
12	KHJF	100	19	60	PMRC	100	18.5
13	KHJC	50	19	61	PMRI	100	18
14	KHJB	160	19	62	PMRD	100	18.5
15	KHJ	400	19	63	PSDA	100	18.5
16	KHJG	100	19	64	PMRE	100	18.5
17	KHJD	200	19	65	PSDB	100	18
18	KHJA	100	19	66	PMRF	100	18.5
19	JYL	250	19	67	PMRJ	100	18
20	JYLA	250	19.5	68	PSDC	100	18
21	JYLB	250	19	69	PMRG	100	18.5
22	JYLD	200	19	70	PMRH	100	18.5
23	STLB	250	20	71	PBIA	100	18
24	JYLC	250	19	72	PBIK	100	18
25	STLD	100	19	73	PBIB	100	18
26	STLC	100	19.5	74	PBIG	100	18
27	STLA	100	19	75	PBIC	100	18
28	STL	200	18.5	76	PBID	100	18.5
29	STLE	100	18.5	77	PBIJ	100	18.5
30	LGJA	160	19	78	PBIE	200	18.5
31	POM	160	19	79	PBIH	100	18.5
32	LGJB	100	19	80	TTS	50	18
33	LGJ	200	19	81	PBIF	200	18
34	LGJC	100	19	82	PBHD	100	18.5
35	STJA	100	19	83	PBHH	100	18.5
36	STJ	160	19	84	PBHC	100	18.5

No.	Info			No.	Info		
	Gardu Distribusi	Kapasitas (kVA)	kV Tap		Gardu Distribusi	Kapasitas (kVA)	kV Tap
37	STJB	250	18	85	DVOR	50	18
38	LGSC	200	18.5	86	PBHL	100	18.5
39	LGSL	100	19	87	PBHG	100	18.5
40	LGSI	100	19	88	PBHB	100	18.5
41	LGSD	200	18.5	89	PBHA	100	18
42	LGSE	100	18.5	90	PBHI	100	18.5
43	LGSF	50	18.5	91	PBHE	100	18
44	LGSA	200	18	92	PBHF	50	18.5
45	LGSK	160	18.5	93	PBHK	100	18
46	LGSB	100	18.5	94	PBHJ	100	18.5
47	LGSG	100	18	95	PBHM	100	18.5
48	LGSB	100	18				

2-Winding Transformer Editor - SBRA

Reliability Remarks Comment

Info Rating Impedance Tap Grounding Sizing Protection Harmonic

200 kVA IEC Liquid-Fill Other 65 C 20 0.4 kV

Voltage Rating

Prim. kV FLA Bus kVnom

20 5.774 20

Sec. 0.4 288.7 0.4

Z Base

kVA

200

Other 65

Power Rating

kVA

Rated 200

Other 65

Derated 200

% Derating 0

MFR

Alert - Max

kVA

200

Derated kVA

User-Defined

Installation

Altitude

1000 m

Ambient Temp.

30 °C

Type / Class

Type Sub Type Class Temp. Rise

Liquid-Fill Other Other 65

SBRA

OK Cancel

Gambar 4.05 Inputan Data *Rating* Trafo Distribsui pada Etap 12.6
Sumber : Dokumen Pribadi

The screenshot shows the '2-Winding Transformer Editor - SBRA' dialog box with the 'Grounding' tab selected. The 'Info' section displays '200 kVA IEC Liquid-Fill Other 65 C' and '20 0.4 kV'. The 'Phase Shift' section has 'Font' checked, 'Vector Group' selected (with 'Vector' set to 'Dyn5' and 'Angle' to '150'), and 'Winding Connection' and 'Symbols (Grounding Element)' unchecked. The 'Primary' section shows 'Earthing Type' as 'Not Applicable'. The 'Secondary' section shows a 'Y' connection, 'Grounding' set to 'Resistor', 'V In' as '0.231', 'I1' as '135.8', and 'Ohms' as '1.7'. The 'Earthing Type' is set to 'IT - Individual' with 'Distributed Neutral' unchecked. The bottom of the dialog features a toolbar with icons for file operations and a status bar showing 'SBRA'.

Gambar 4.06 Inputan Data *Grounding* Trafo Distribusi pada Etap 12.6
Sumber : Dokumen Pribadi

4.1.1.4. Data Spesifikasi Saluran Kabel Tegangan Menengah

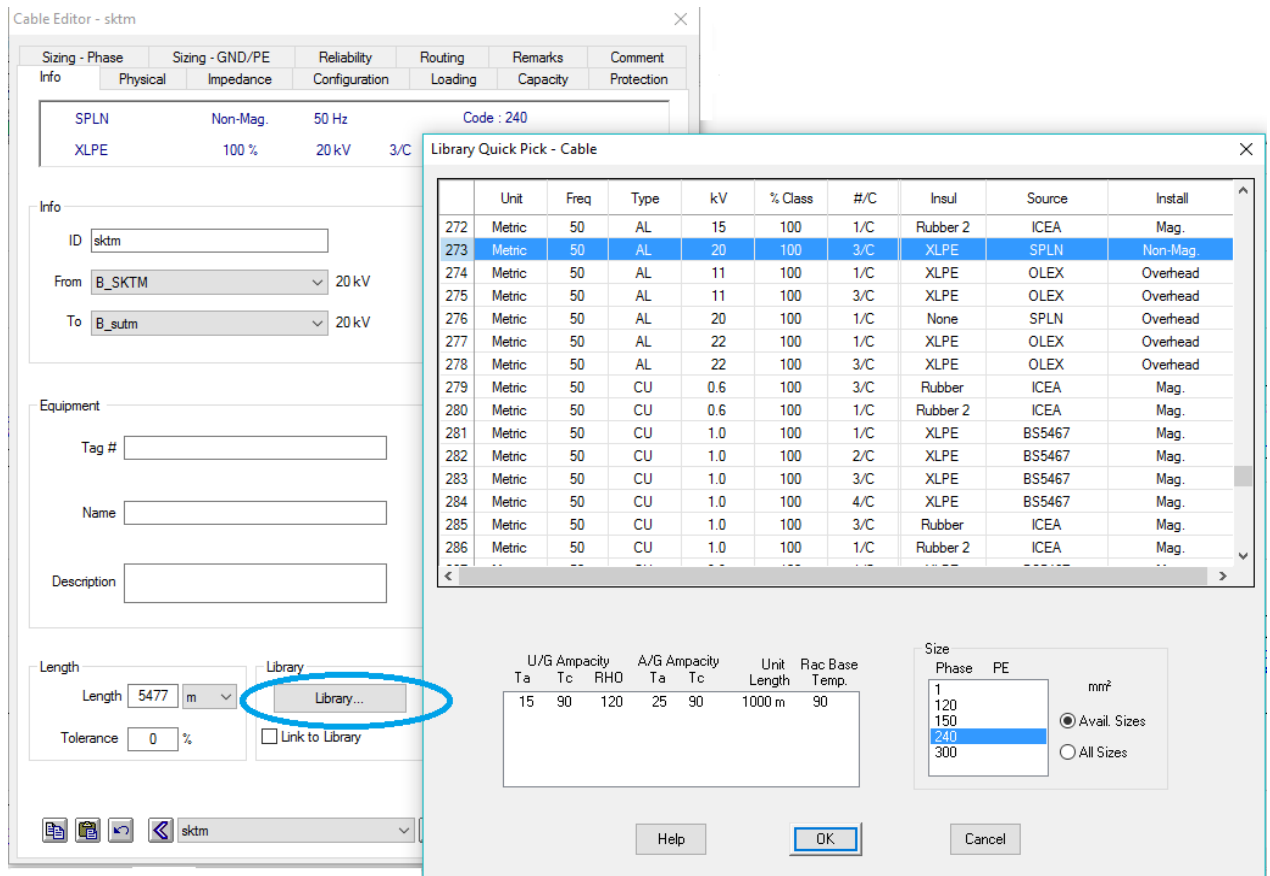
Data saluran kabel tegangan menengah merupakan data penghantar, yang sangat penting dalam simulasi aliran daya. Dalam Etap 12.6 kita memilih kable dalam kotak AC Element. Dalam memasukkan data pada simulasi Etap 12.6, kita tinggal memilih pada kolom tampilan dengan mengklik library. Dalam kolom library kita dapat memilih jenis kabel, dijelaskan pada tabel dan gambar berikut :

Tabel 4.5 Data Spesifikasi Kabel Tanah

insulation	Core	kV	type	freq	Size
XLPE	3/C	20	AL	50	240

Tabel 4.6 Data Panjang Kabel Tanah

No.	ID Kabel	Panjang (m)
1	sktm	5477
2	Sktm_ksr1	30
3	Sktm_ksr2	30
4	Sktm_khj	30
5	Sktm_khj2	30
6	Sktm_ksr	30
7	Sktm_ksr3	30
Jumlah		5657



Gambar 4.7 Inputan Data Spesifikasi Kabel Tanah pada Etap
 Sumber : Dokumen Pribadi

4.1.1.5. Data Spesifikasi Saluran Udara Tegangan Menengah

Data saluran udara tegangan menengah merupakan data penghantar, yang sangat penting dalam simulasi aliran daya. Dalam memasukkan data pada simulasi Etap 12.6, kita memilih pada kolom tampilan dengan mengklik library. Dalam kolom library kita dapat memilih jenis kabel, dan kita juga dapat mengatur konfigurasi yang dijelaskan pada tabel dan gambar berikut :

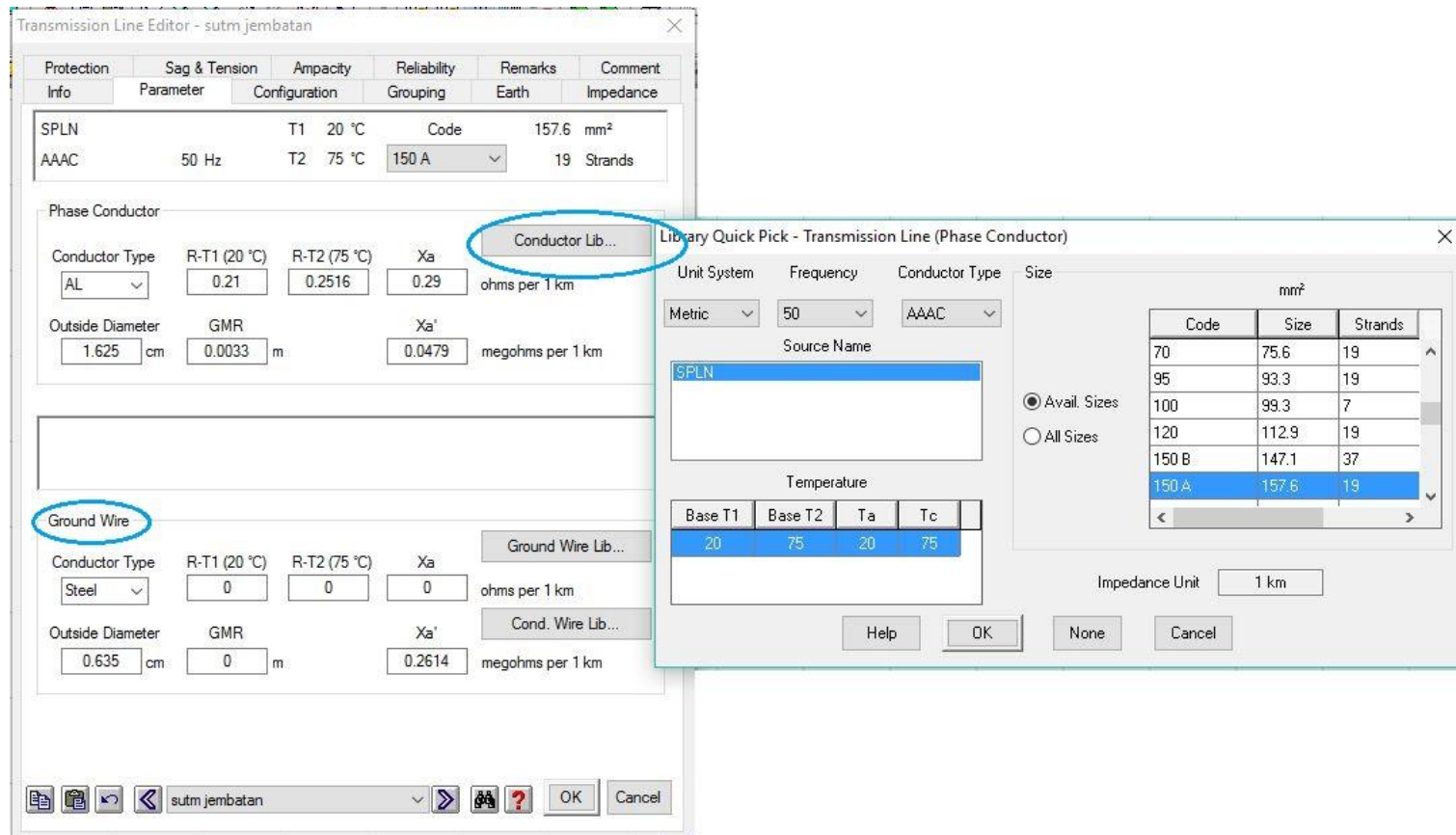
Tabel 4.7 Data Spesifikasi Kabel Udara

insulation	Core	kV	type	freq	size
XLPE	3/C	20	AL	50	240
Ground wire					
type	steel	OD	0.635		

Tabel 4.8 Data Panjang Kabel Udara

No.	ID Kabel	Panjang (m)	No.	ID Kabel	Panjang (m)
1	Jembatan	150	66	sutm_525-548	1196
2	sutm_6-24	853	67	Sutm_548R1	43
3	24L1-L18	900	68	sutm_548-581	1716
4	24L18-21	156	69	sutm_581-596	780
5	sutm_24-49	1195	70	sutm_596-604	285
6	sutm_49-52	149	71	sutm_604-616	495
7	sutm_52-72	945	72	sutm_616-625	380
8	sutm_72-87	652	73	sutm_625-669	1793
9	sutm_87-111	1162	74	sutm_669-694	1013
10	sutm_111-131	1003	75	sutm_694-707	479
11	sutm_131-150	888	76	sutm_707-745	1665
12	sutm_150-154	226	77	sutm_745-783	1220
13	sutm_154-161	355	78	sutm_783-791	348
14	161L1-23	1144	79	sutm_791-815	966
15	161L23-41	936	80	sutm_815-822	293
16	sutm_161-164	136	81	sutm_822-858	1575
17	sutm_ksr	50	82	sutm_858-877	820
18	sutm_164-174	530	83	sutm_877-913	1605
19	sutm_174-198	1248	84	sutm_913-930	782
20	sutm_198-220	1144	85	sutm_930-939	450
21	sutm_220-263	2322	86	sutm_939-960	940
22	sutm_263-273	495	87	sutm_960-970	950
23	273L1-18	935	88	sutm_970-980	200
24	L18-37	1045	89	sutm_980-989	330

No.	ID Kabel	Panjang (m)	No.	ID Kabel	Panjang (m)
25	sutm_273-293	1030	90	989L1	50
26	sutm_293-311	954	91	sutm_989-1014	1015
27	sutm_311-318	378	92	sutm_1014-1037	985
28	318L1-27	1430	93	1037L1	50
29	L27-40	715	94	sutm_1037-1058	835
30	sutm_318-321	160	95	sutm_1058-1075	685
31	sutm_321-331	530	96	sutm_1075-1085	355
32	331L1-4	180	97	1085L2	100
33	334R1-34	1815	98	sutm_1085-1106	865
34	sutm_331-334	148	99	sutm_1106-1131	1068
35	sutm_334-336	102	100	sutm_960R1	45
36	sutm_336-347	583	101	sutm_960R1-20	782
37	347R1-4	180	102	sutm_960R20-41	785
38	354L1-3	110	103	sutm_960R41-70	1240
39	sutm_347-354	360	104	sutm_960R70-101	1415
40	sutm_354-361	363	105	sutm_960R101-136	605
41	sutm_361-369	416	106	sutm_960R136-189	2100
42	Sutm_369-375	312	107	sutm_960R189-211	710
43	sutm_375-397	1144	108	sutm_960R211-245	1290
44	sutm_397-424	1404	109	sutm_960R245-290	1785
45	sutm_424-432	400	110	sutm_960R290-309	775
46	sutm_432-442	516	111	R309R1-13	505
47	sutm_442-444	76	112	sutm_960R309-319	370
48	444L1-3	77	113	sutm_960R1L1-2	83
49	L3-4	50	114	sutm_960R1L2-L22	789
50	L4-10	218	115	sutm_960R1L22-L28	230
51	sutm_444-458	565	116	sutm_960R1L28L1-L48	1983
52	sutm_458-468	372	117	sutm_960R1L28-62	1441
53	sutm_468-493	1325	118	sutm_960R1L62-80	768
54	sutm_493-499	312	119	sutm_960R1L80-104	1064
55	sutm_499-511	624	120	sutm_960R1L104L1-3	155
56	511R1-2	112	121	sutm_960R1L104L3-19	605
57	sutm_511-520	468	122	sutm_960R1L104-112	359
58	520L1	60	123	sutm_960R1L112-131	814
59	L1-40	2205	124	sutm_960R1L131R1-25	1070
60	40-64	1298	125	sutm_960R1L131R25-52	1128
61	64-74	560	126	sutm_960R1L131-152	1828
62	74-83	500	127	sutm_960R1L152-185	1481
63	83-121	2056	128	sutm_960R1L185-195	425
64	121-144	1266	129	sutm_960R1L195L1-2	158
65	sutm_520-525	260	130	sutm_960R1L195-206	521
Jumlah					97894



Gambar 4.08 Inputan Data Spesifikasi Kabel Udara pada Etap 12.6

Sumber : Dokumen Pribadi

Transmission Line Editor - sutm jembatan

Protection	Sag & Tension	Ampacity	Reliability	Remarks	Comment
Info	Parameter	Configuration	Grouping	Earth	Impedance
SPLN		T1 20 °C	Code	157.6 mm ²	
AAAC	50 Hz	T2 75 °C	150 A	19 Strands	

Configuration Type: GMD

Horizontal: 1.008 m

Phase:

Height	Spacing
9.16 m	AB 0.8 m
	BC 0.8 m
	CA 1.6 m

Ground Wires:

Number of Ground Wires: 1

CG: 1 m

Conductors:

Transposed

Separation: 0 cm

Conductors/phase: 1

Layout:

Buttons: OK, Cancel

Gambar 4.09 Inputan Data Konfigurasi Saluran Udara pada Etap 12.6
Sumber : Dokumen Pribadi

4.1.1.6. Data Spesifikasi Beban

Beban yang kita pakai dalam simulasi Etap 12.6 adalah beban *lumped load*, kita dapat memilihnya dalam kotak AC elements. Adapun spesifikasi yang harus kita masukan dijelaskan pada gambar dibawah ini :

The screenshot shows the 'Lumped Load Editor - L_SBRA' window with the following details:

- Info:** 155 kVA 0.4 kV (20% Motor 80% Static)
- Model Type:** Conventional, Rated kV: 0.4
- Ratings:**

kVA	kW	kvar	% PF	Amp
155	132	81.651	85	223.7
- Load Type:** A slider showing 20% Constant kVA and 80% Constant Z.
- Motor Load and Static Load Table:**

	Loading Category	% Loading	kW	kvar	kW	kvar
1	Design	100	26.35	16.33	105.4	65.32
2	Normal	100	26.35	16.33	105.4	65.32
3	Brake	0	0	0	0	0
4	Winter Load	0	0	0	0	0
5	Summer Load	0	0	0	0	0
6	FL Reject	0	0	0	0	0
7	Emergency	0	0	0	0	0
8	Shutdown	0	0	0	0	0
- Operating:** 26.35 kW, 16.33 kvar, 97.158 kW, 60.213 kvar

Gambar 4.10 Inputan Data Beban Transformator Distribusi pada Etap 12.6

Sumber : Dokumen Pribadi

Tabel 4.9 Beban Trafo (kVA)

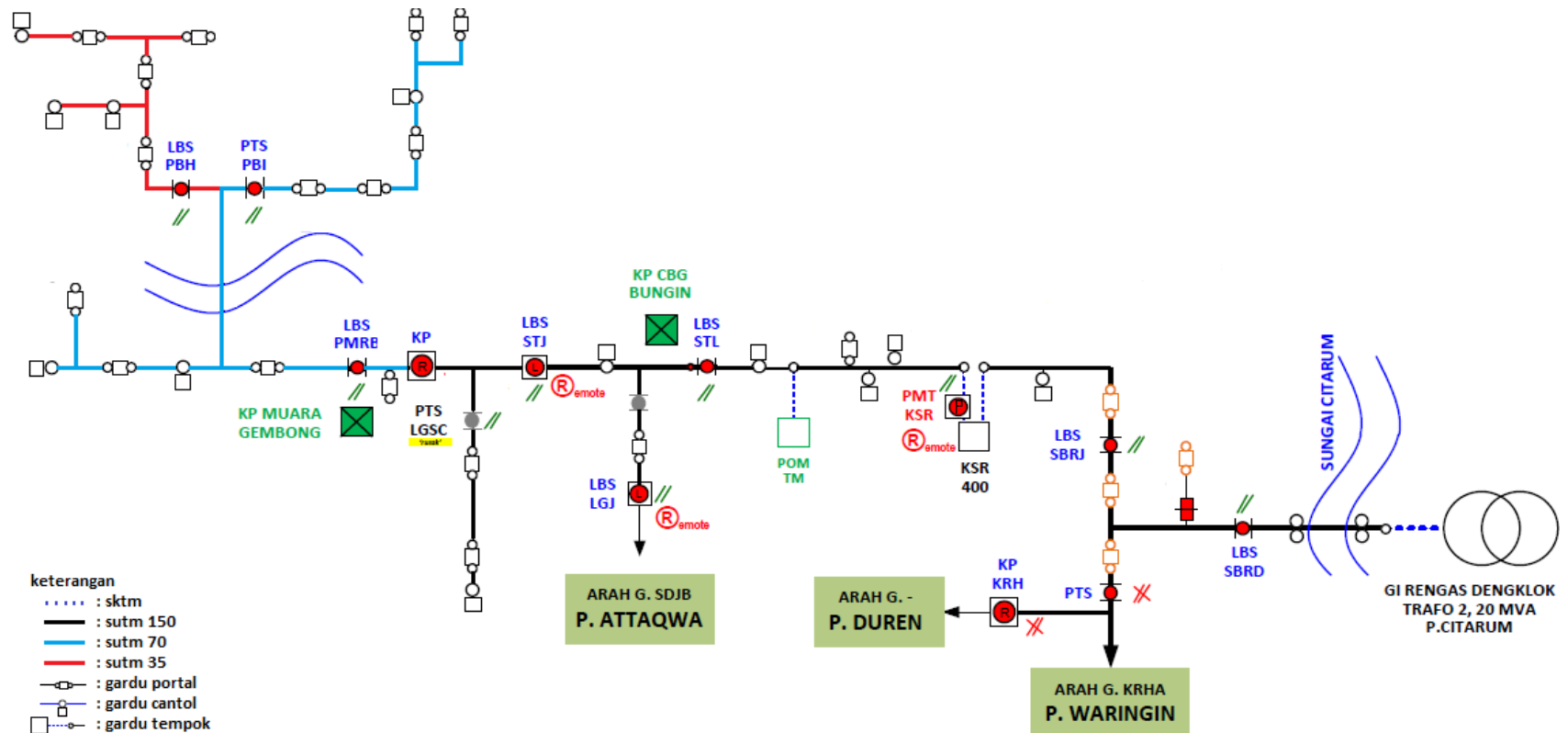
No.	Info		No.	Info		No.	Info	
	Gardu Distribusi	Kapasitas (kVA)		Gardu Distribusi	Kapasitas (kVA)		Gardu Distribusi	Kapasitas (kVA)
1	SBRA	155	32	LGJ	118	63	PSDB	51
2	SBRD	98	33	LGJC	82	64	PMRF	42
3	SBRB	144	34	STJA	72	65	PMRJ	27
4	SBRJ	244	35	STJ	84	66	PSDC	48
5	SBUA	148	36	STJB	2	67	PMRG	60
6	SBUC	150	37	LGSC	108	68	PMRH	34
7	SBUB	61	38	LGSI	65	69	PBIA	40
8	KSRC	50	39	LGSD	96	70	PBIK	16
9	KSRB	69	40	LGSE	48	71	PBIB	46
10	KSRA	62	41	LGSF	19	72	PBIG	36
11	KSR	314	42	LGSA	147	73	PBIC	71
12	KHJF	72	43	LGSK	67	74	PBID	65
13	KHJC	20	44	LGSB	73	75	PBIJ	47
14	KHJB	101	45	LGSG	23	76	PBIE	93
15	KHJ	189	46	LGSH	25	77	PBIH	32
16	KHJG	70	47	JYSA	43	78	TTS	3
17	KHJD	113	48	JYSB	40	79	PBIF	30
18	KHJA	115	49	JYSG	14	80	PBHD	47
19	JYL	115	50	JYSC	70	81	PBHH	50
20	JYLA	125	51	JYSD	71	82	PBHC	44
21	JYLB	123	52	JYSE	49	83	DVOR	5
22	JYLD	95	53	JYSH	32	84	PBHL	50
23	STLB	119	54	JYSF	90	85	PBHG	50
24	JYLC	176	55	PMRA	44	86	PBHB	26
25	STLD	47	56	BSTR	16	87	PBHA	48
26	STLC	39	57	PMRB	55	88	PBHI	6
27	STLA	136	58	PMRC	52	89	PBHE	38
28	STL	70	59	PMRI	64	90	PBHF	8
29	LGJA	94	60	PMRD	57	91	PBHK	17
30	POM	100	61	PSDA	25	92	PBHJ	25
31	LGJB	80	62	PMRE	44	93	PBHM	28

4.1.2. *Single Line Diagram*

Penyulang Citarum merupakan salah satu penyulang yang terdapat pada wilayah PLN rayon Babelan. Penyulang Citarum mendapatkan sumber tegangan dari Gardu Induk Rengas Dengklok, Transformator 2, sebesar 20 MVA. Panjangsaluran penyulang Citarum sebesar 103,551 kms terdiri dari 97,894 kms untuk saluran udara tegangan menengah dan 5,657 kms untuk saluran kabel tegangan menengah. Penyulang Citarum memiliki 95 gardu distribusi, yang terdiri dari gardu portal, gardu cantol dan gardu tembok. Penyulang Citarum juga terhubung dengan penyulang lainnya, yaitu penyulang Waringin, penyulang Duren, dan penyulang At-taqwa, dimana penyulang ini digunakan ketika dibutuhkan maneuver dari sumber lain. Gambar 4.11 merupakan *single line diagram* penyulang Citarum sederhana, untuk gambar *full single line diagram* penyulang Citarum dapat dilihat pada lampiran 2.

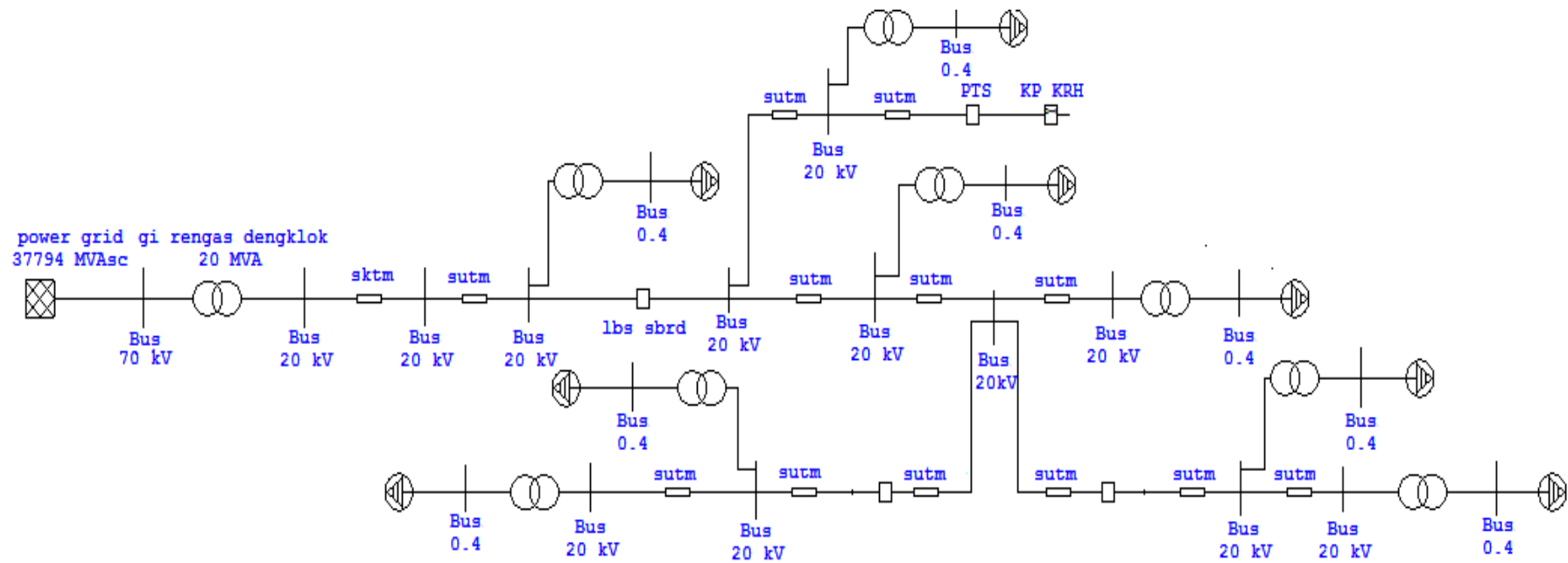
4.1.3. *Single Line Diagram* Etap 12.6

Single line diagram dibutuhkan untuk simulasi *software* Etap 12.6, dimana akan dianalisa dan disimulasikan perhitungannya. Data-data yang dibutuhkan penyulang didapatkan dari data PT. PLN Rayon Babelan. Gambar *single line diagram* dalam *software* Etap 12.6 dimaksudkan untuk gambaran secara sederhana mengenai simulasi aliran daya, untuk mengetahui besar tegangan jatuh pada sisi primer maupun sekunder dari transformator distribusi. Gambar 4.12 merupakan gambaran secara sederhana *Single Line Diagram* dalam *Software* Etap 12.6, untuk gambar *fullsingle line diagram* penyulang Citarum dapat dilihat pada lampiran 3.



Gambar 4.11 *Single Line Diagram* Penyulang Citarum

Sumber : Dokumen Pribadi



Gambar 4.12 *Single Line Diagram* pada Etap 12.6

Sumber : Dokumen Pribadi

4.1.4. Hasil Pengukuran Tegangan dan Beban pada Gardu Distribusi

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan peralatan kerja, dengan alat ukur Tang Ampere merk KYORITSU NEW SNAP 2055 dan formulir atau alat tulis yang mencatat hasil pengukuran. Pengukuran tegangan dilakukan di LBS TR dengan mengukur tegangan *line to line*, dan *line to netral*. Pengukuran tegangan, *line to line* dilakukan dengan menggunakan probe pada tang ampere ke *line r* dan *line s*, *line r* dan *line t*, *line s* dan *line t*. Sedangkan untuk pengukuran tegangan *line to netral*, probe pada tang ampere dihubungkan ke *line r* dan netral, *line s* dan netral, *line t* dan netral.

Pengukuran beban dilakukan di kabel antara trafo dengan LBS TR untuk beban total trafo, cara pengukurannya dengan mengaitkan tang ampere pada *line r*, untuk beban pada *line r*, untuk beban pada *line s* tang ampere dikaitkan pada *line s*, untuk beban pada *line t* tang ampere dikaitkan pada *line t*, dan untuk beban pada netral tang ampere dikaitkan pada netral. Pengukuran untuk beban jurusan dilakukan pada *line* jurusan, dimana cara pengukurannya dengan mengaitkan tang ampere pada *line r* jurusan satu, untuk beban pada *line r* jurusan satu, untuk beban pada *line s* jurusan satu, tang ampere dikaitkan pada *line s* jurusan satu, , untuk beban pada *line t* jurusan satu, tang ampere dikaitkan pada *line t* jurusan satu, dan untuk beban pada netral jurusan satu, tang ampere dikaitkan pada netral jurusan satu, cara ini berlaku untuk jurusan lainnya yang ada pada gardu distribusi. Di bawah ini merupakan data pengukuran tegangan dan beban pada gardu :

Tabel 4.10 Tegangan Terukur pada Sisi Sekunder Transformator

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)						BEBAN JURUSAN (A)															
								JURUSAN 1				JURUSAN 2				JURUSAN 3				TOTAL			
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N
1	SBRA	389	390	398	224	222	229	149	81	76	42	75	138	155	50					224	219	231	92
2	SBRD	377	377	372	219	216	215	137	106	61	45	32	31	81	30					169	137	142	75
3	SBRB	374	384	385	220	221	223					176	178	165	46					176	178	165	46
4	SBRJ	390	389	398	223	229	299	17	81	62	47	111	56	85	37	108	56	85	37	372	346	346	176
5	SBUA	382	381	374	221	220	218	63	45	65	41	179	170	148	32					242	215	213	73
6	SBUC																						
7	SBUB	396	392	391	225	229	222	33	67	17	41					62	59	30	33	95	126	47	74
8	KSRC																						
9	KSRB	383	373	385	215	223	218	34	67	18	36	57	77	58	41					91	144	76	77
10	KSRA	387	387	386	225	223	222	73	89	60	20	14	6	36	25					87	95	96	45
11	KSR	384	373	384	216	222	217	160	104	145	83	237	280	230	66	71	132	56	50	468	516	431	199
12	KHJF	380	380	368	221	214	215	108	100	119	380									108	100	119	0
13	KHJC	384	384	370	223	214	216	8	14	52	39	14	3	1	1					22	17	53	40
14	KHJB	378	378	363	220	212	211	70	65	70	31	60	58	139	79					130	123	209	110
15	KHJ	374	387	385	218	216	221	79	217	185	94	107	103	155	38					186	320	340	132
16	KHJG	375	376	361	219	210	211	84	57	53	50	18	43	69	59					102	100	122	109
17	KHJD	374	362	376	210	218	212	115	132	121	49	55	51	46	32					170	183	167	81
18	KHJA	349	354	366	204	220	210	138	94	91	44	80	57	82	27					218	151	173	71
19	JYL	368	358	369	207	213	209	111	144	86	60	65	107	25	70					176	251	111	130
20	JYLA	354	366	364	208	205	212	111	151	169	72	48	61	51	37					159	212	220	109
21	JYLB	375	358	373	209	216	208	62	97	106	47	71	71	163	77					133	168	269	124
22	JYLD	378	360	373	211	219	209	62	21	54	60	131	69	99	1					193	90	153	61
23	STLB	354	356	347	206	200	203	182	148	78	80	51	85	35	53					233	233	113	133
24	JYLC	374	360	373	210	218	219	158	120	149	46	126	151	109	57					284	271	258	103
25	STLD	372	359	375	208	217	211	65	42	40	34	19	5	46	36					84	47	86	70

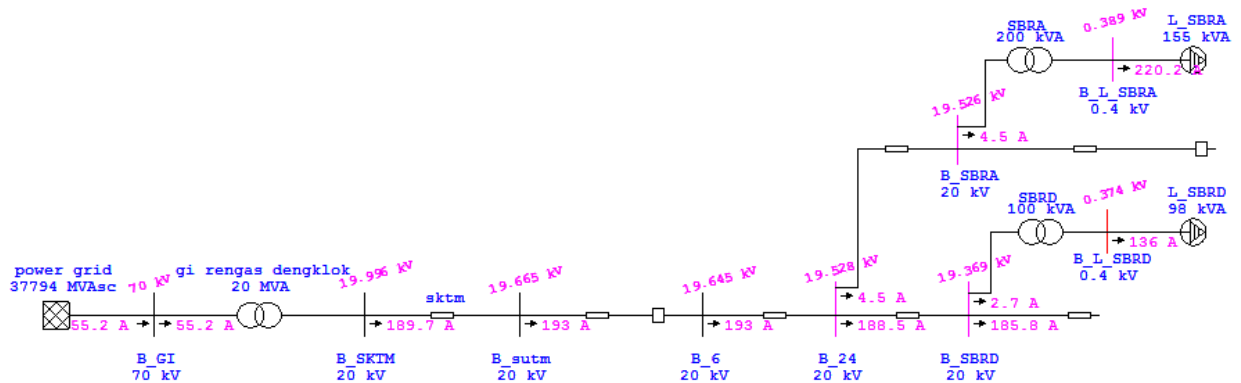
NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)						BEBAN JURUSAN (A)															
								JURUSAN 1				JURUSAN 2				JURUSAN 3				TOTAL			
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N
26	STLC	365	357	366	208	211	209	35	40	1	32	37	1	70	49					72	41	71	81
27	STLA	367	355	364	206	212	207	71	130	168	80	127	140	8	14					198	270	176	94
28	STL	380	381	368	22	213	215	72	55	101	27	22	47	21	35					94	102	122	62
29	STLE	381	368	382	214	221	215	30	57	43	33					39	5	23	27	69	62	66	60
30	LGJA	365	363	357	212	208	205	93	57	63	46	101	79	54	51					194	136	117	97
31	POM																						
32	LGJB	349	361	361	204	204	210	37	65	68	40	85	50	81	49					122	115	149	89
33	LGJ	367	366	353	212	206	207	43	40	30	27	22	42	22	19	173	43	140	92	238	125	192	138
34	LGJC	356	367	368	207	208	215	83	28	131	81	59	46	40	41					142	74	171	122
35	STJA	371	362	379	208	218	213	66	56	3	77	82	28	92	62					148	84	95	139
36	STJ	358	361	347	210	201	204	56	45	52	37	60	137	54	54					116	182	106	91
37	STJB	394	396	380	229	220	223	3	1	3	0									3	1	3	0
38	LGSC	366	353	368	204	214	207	30	79	47	60	141	104	109	9					171	183	156	69
39	LGSI	356	342	355	202	208	199	80	65	90	48	20	57	6	39					100	122	96	87
40	LGSL	358	347	359	201	208	204	27	54	21	30	72	30	99	45					99	84	120	75
41	LGSD	369	367	358	204	204	205	140	107	120	43	28	5	51	50					168	112	171	93
42	LGSE	369	367	358	214	206	205	72	71	24	29	1	1	56	27					73	72	80	56
43	LGSF	369	368	356	214	206	207	23	16	8	14	20	5	18	13					43	21	26	27
44	LGSA	370	362	372	209	212	208	63	73	77	49					152	168	151	42	215	241	228	91
45	LGSK	359	371	370	209	207	216	101	102	108	1									101	102	108	1
46	LGSB	342	359	356	201	200	207	53	20	64	40	74	105	37	67					127	125	101	107
47	LGSG	381	366	380	214	222	215	20	5	48	34	1	11	19	16					21	16	67	50
48	LGSB	379	369	379	215	220	216	28	57	20	19	1	5	1	1					29	62	21	20
49	JYSA	367	377	381	214	215	221	46	31	68	35	21	1	27	20					67	32	95	55
50	JYSB	383	382	372	223	216	217	28	17	24	18	4	6	6	8	33	34	28	5	65	57	58	31

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)						BEBAN JURUSAN (A)															
								JURUSAN 1				JURUSAN 2				JURUSAN 3				TOTAL			
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N
51	JYSG	358	345	360	200	209	203	21	25	20	6									21	25	20	6
52	JYSC	357	340	354	201	208	197	20	29	9	18	118	58	107	57					138	87	116	75
53	JYSD	338	354	354	199	198	206	69	87	67	26	55	25	46	8					124	112	113	34
54	JYSE	339	354	353	200	197	207	62	72	75	24	19	5	7	13					81	77	82	37
55	JYSH	352	351	338	205	197	198	0	0	6	8	81	37	33	32					81	37	39	40
56	JYSF	350	367	366	206	204	214	80	88	107	21	66	34	50	31					146	122	157	52
57	PMRA	388	374	384	218	226	220	47	48	30	8					21	16	34	34	68	64	64	42
58	BSTR	355	357	340	207	197	202	0	0	2	2	23	42	11	25					23	42	13	27
59	PMRB	360	363	352	210	203	207	35	58	4	11	4	12	13	25	45	30	62	31	84	100	79	67
60	PMRC	349	351	336	201	194	198	74	71	52	21	25	20	17	18	349	351	336	201	99	91	69	39
61	PMRI	353	333	348	198	205	192	34	18	26	19	92	65	80	40					126	83	106	59
62	PMRD	329	349	347	197	192	204	28	13	31	17	97	67	49	48					125	80	80	65
63	PSDA	351	345	359	200	209	202	29	64	28	29									29	64	28	29
64	PMRE	352	334	350	197	205	193	24	25	9	14	62	31	64	39					86	56	73	53
65	PSDB	360	344	356	204	209	199	43	51	51	25	21	12	68	44					64	63	119	69
66	PMRF	350	330	346	197	204	191	49	19	48	26	34	16	40	36					83	35	88	62
67	PMRJ	350	350	332	205	195	197	42	20	14	15	14	7	38	16					56	27	52	31
68	PSDC	339	353	352	201	199	209	57	36	66	48	28	15	35	1					85	51	101	49
69	PMRG	346	326	345	192	203	190	103	65	89	51	29	8	5	23					132	73	94	74
70	PMRH	349	326	347	193	203	191	15	9	20	33	94	8	22	63					109	17	42	96
71	PBIA	354	353	338	207	198	198	73	21	48	45	9	13	32	23					82	34	80	68
72	PBIK	356	357	340	207	199	201	26	12	5	16	6	12	18	14					32	24	23	30
73	PBIB	355	356	339	208	198	200	37	22	98	43	35	22	8	16					72	44	106	59
74	PBIG	355	357	340	207	199	200	21	14	37	16	51	20	34	27					72	34	71	43
75	PBIC	350	335	351	196	205	198	64	65	59	28	39	59	63	23					103	124	122	51

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)						BEBAN JURUSAN (A)															
								JURUSAN 1				JURUSAN 2				JURUSAN 3				TOTAL			
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N	R	S	T	N
76	PBID	343	327	347	189	203	194	94	59	101	42	31	6	31	38					125	65	132	80
77	PBIJ	343	327	345	190	201	193	32	42	28	14	48	21	59	27					80	63	87	41
78	PBIE	341	328	337	193	197	190	19	62	48	31	103	110	132	32					122	172	180	63
79	PBIH	347	349	335	203	193	197	60	19	19	34	0	40	20	14					60	59	39	48
80	TTS	370	372	353	216	206	208	0	1	0	0	2	3	10	9					2	4	10	9
81	PBIF	361	344	358	202	209	200	30	74	25	25	2	3	10	9					32	77	35	34
82	PBHD	344	345	330	199	191	194	77	55	31	38									112	87	36	65
83	PBHH																						
84	PBHC	343	343	326	200	190	192	60	39	51	29									84	52	86	49
85	DVOR	370	364	370	213	214	210	4	10	10	8									4	10	10	8
86	PBHL																						
87	PBHG																						
88	PBHB	341	342	325	199	189	192	32	9	7	14	21	18	45	28					53	27	52	42
89	PBHA	358	346	360	201	208	204	29	57	20	22					63	25	36	19	92	82	56	41
90	PBHI	348	331	341	195	200	192	0	3	26	26									0	3	26	26
91	PBHE	351	354	337	206	196	200	30	22	27	14	33	42	30	17					63	64	57	31
92	PBHF	330	346	344	194	191	202	10	5	10	6	4	11	2	6					14	16	12	12
93	PBHK	363	364	348	211	202	206	50	25	4	40									50	25	4	40
94	PBHJ																						
95	PBHM	344	348	331	201	192	196	48	46	43	31									48	46	43	31

4.1.5. Hasil Tegangan Jatuh pada Software Etap 12.6

Software Etap 12.6 digunakan untuk mensimulasikan aliran daya atau *load flow*, analisa aliran daya berguna untuk mengetahui kapasitas energi yang dibutuhkan, dengan melihat kebutuhan beban total saat kondisi pembebanan. Dalam simulasi *Load Flow*, tegangan jatuh dapat diketahui pada tiap-tiap bus. Berikut di bawah ini gambaran kecil hasil analisa aliran daya dari simulasi Etap 12.6, pada saluran kabel udara penampang 150 mm² selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.



Gambar 4.13 Load Flow Single Line Diagram pada Etap 12.6

Sumber : Dokumen Pribadi

Dari gambar diatas dapat dilihat simulasi aliran daya yang mengalir dari Pembangkit ke trafo dan menuju ke beban, dari data diatas kita dapat mengelompokkan data tersebut ke dalam tabel berikut ini, adapun data yang ditampilkan adalah data seluruh panjang saluran.

Tabel 4.11 Data Hasil Simulasi Software Etap 12.6

No.	ID Kabel	Panjang (m)	Penampang kabel (mm ²)	Tegangan operasi kV	% Operasi
1	Sktm	5477	240	19.665	98.327
2	Jembatan	150	150	19.645	98.225
3	sutm_6-24	853	150	19.528	97.642
4	24L1-L18	900	150	19.526	97.628
5	24L18-21	156	150	19.526	97.628

No.	ID Kabel	Panjang (m)	Penampang kabel (mm ²)	Tegangan operasi kV	% Operasi
6	sutm_24-49	1195	150	19.369	96.844
7	sutm_49-52	149	150	19.349	96.746
8	sutm_52-72	945	150	19.228	96.139
9	sutm_72-87	652	150	19.144	95.721
10	sutm_87-111	1162	150	19.001	95.005
11	sutm_111-131	1003	150	18.880	94.402
12	sutm_131-150	888	150	18.777	93.883
13	sutm_150-154	226	150	18.752	93.760
14	sutm_154-161	355	150	18.714	93.568
15	161L1-23	1144	150	18.710	93.552
16	161L23-41	936	150	18.709	93.547
17	sutm_161-164	136	150	18.699	93.497
18	sutm_ksr	50	150	18.694	93.469
19	Sktm_ksr	30	240	18.692	93.461
20	Sktm_ksr2	30	240	18.691	93.454
21	sutm_164-174	530	150	18.691	93.454
22	sutm_174-198	1248	150	18.506	92.528
23	sutm_198-220	1144	150	18.388	91.938
24	sutm_220-263	2322	150	18.153	90.766
25	Sktm_khj	30	240	18.152	90.759
26	Sktm_khj2	30	240	18.151	90.753
27	sutm_263-273	495	150	18.103	90.513
28	273L1-18	935	150	18.097	90.484
29	L18-37	1045	150	18.094	90.468
30	sutm_273-293	1030	150	18.009	90.045
31	sutm_293-311	954	150	17.924	89.622
32	sutm_311-318	378	150	17.892	89.460
33	318L1-27	1430	150	17.885	89.424
34	L27-40	715	150	17.883	89.416
35	sutm_318-321	160	150	17.879	89.395
36	sutm_321-331	530	150	17.837	89.185
37	331L1-4	180	150	17.837	89.183
38	sutm_331-334	148	150	17.826	89.128
39	334R1-34	1815	150	17.819	89.095
40	sutm_334-336	102	150	17.818	89.090
41	sutm_336-347	583	150	17.776	88.879
42	347R1-4	180	150	17.776	88.878
43	sutm_347-354	360	150	17.750	88.749
44	354L1-3	110	150	17.750	88.748
45	sutm_354-361	363	150	17.725	88.624
46	sutm_361-369	416	150	17.697	88.484
47	Sutm_369-375	312	150	17.676	88.380
48	sutm_375-397	1144	150	17.600	87.999
49	sutm_397-424	1404	150	17.509	87.545
50	Sktm_ksr3	30	240	17.508	87.540

No.	ID Kabel	Panjang (m)	Penampang kabel (mm ²)	Tegangan operasi kV	% Operasi
51	Sktm_ksr2	30	240	17.507	87.536
52	sutm_424-432	400	150	17.482	87.411
53	sutm_432-442	516	150	17.451	87.253
54	sutm_442-444	76	150	17.446	87.230
55	444L1-3	77	150	17.446	87.229
56	L3-4	50	150	17.446	87.228
57	L4-10	218	150	17.446	87.228
58	sutm_444-458	565	150	17.413	87.064
59	sutm_458-468	372	150	17.392	86.958
60	sutm_468-493	1325	150	17.316	86.580
61	sutm_493-499	312	150	17.299	86.493
62	sutm_499-511	624	150	17.267	86.334
63	511R1-2	112	150	17.267	86.334
64	sutm_511-520	468	150	17.242	86.208
65	520L1	60	150	17.241	86.206
66	L1-40	2205	150	17.223	86.117
67	40-64	1298	150	17.216	86.079
68	64-74	560	150	17.213	86.067
69	74-83	500	150	17.212	86.058
70	83-121	2056	150	17.209	86.045
71	121-144	1266	150	17.208	86.042
72	sutm_520-525	260	150	17.230	86.148
73	sutm_525-548	1196	150	17.179	85.893
74	Sutm_548R1	43	150	17.179	85.893
75	sutm_548-581	1716	150	17.108	85.538
76	sutm_581-596	780	150	17.077	85.383
77	sutm_596-604	285	70	17.058	85.292
78	sutm_604-616	495	70	17.027	85.135
79	sutm_616-625	380	70	17.003	85.016
80	sutm_625-669	1793	70	16.894	84.468
81	sutm_669-694	1013	70	16.833	84.166
82	sutm_694-707	479	70	16.805	84.024
83	sutm_707-745	1665	70	16.710	83.549
84	sutm_745-783	1220	70	16.643	83.215
85	sutm_783-791	348	70	16.625	83.123
86	sutm_791-815	966	70	16.574	82.871
87	sutm_815-822	293	70	16.560	82.799
88	sutm_822-858	1575	70	16.482	82.412
89	sutm_858-877	820	70	16.443	82.217
90	sutm_877-913	1605	70	16.368	81.839
91	sutm_913-930	782	70	16.332	81.661
92	sutm_930-939	450	70	16.312	81.559
93	sutm_939-960	940	70	16.271	81.354
94	sutm_960-970	950	70	16.258	81.289

No.	ID Kabel	Panjang (m)	Penampang kabel (mm ²)	Tegangan operasi kV	% Operasi
95	sutm_970-980	200	70	16.255	81.276
96	sutm_980-989	330	70	16.251	81.256
97	989L1	50	70	16.251	81.256
98	sutm_989-1014	1015	70	16.240	81.200
99	sutm_1014-1037	985	70	16.231	81.153
100	1037L1	50	70	16.230	81.152
101	sutm_1037-1058	835	70	16.224	81.120
102	sutm_1058-1075	685	70	16.219	81.097
103	sutm_1075-1085	355	70	16.218	81.089
104	1085L2	100	70	16.218	81.088
105	sutm_1085-1106	865	70	16.215	81.076
106	sutm_1106-1131	1068	70	16.214	81.070
107	sutm_960R1	45	70	16.270	81.351
108	sutm_960R1-20	782	70	16.258	81.290
109	sutm_960R20-41	785	70	16.247	81.235
110	sutm_960R41-70	1240	70	16.230	81.150
111	sutm_960R70-101	1415	70	16.213	81.064
112	sutm_960R101-136	605	70	16.206	81.031
113	sutm_960R136-189	2100	70	16.188	80.941
114	sutm_960R189-211	710	70	16.184	80.918
115	sutm_960R211-245	1290	70	16.177	80.885
116	sutm_960R245-290	1785	70	16.173	80.867
117	sutm_960R290-309	775	70	16.173	80.863
118	R309R1-13	505	70	16.172	80.862
119	sutm_960R309-319	370	70	16.172	80.861
120	sutm_960R1L1-2	83	35	16.269	81.345
121	sutm_960R1L2-L22	789	35	16.251	81.255
122	sutm_960R1L22-L28	230	35	16.246	81.232
123	sutm_960R1L28L1-L48	1983	35	16.241	81.206
124	sutm_960R1L28-62	1441	35	16.221	81.104
125	sutm_960R1L62-80	768	35	16.209	81.044
126	sutm_960R1L80-104	1064	35	16.193	80.963
127	sutm_960R1L104L1-3	155	35	16.192	80.959
128	sutm_960R1L104L3-19	605	35	16.190	80.951
129	sutm_960R1L104-112	359	35	16.189	80.945
130	sutm_960R1L112-131	814	35	16.182	80.910
131	sutm_960R1L131R1-25	1070	35	16.179	80.895
132	sutm_960R1L131R25-52	1128	35	16.179	80.893
133	sutm_960R1L131-152	1828	35	16.171	80.855
134	sutm_960R1L152-185	1481	35	16.165	80.825
135	sutm_960R1L185-195	425	35	16.163	80.817
136	sutm_960R1L195L1-2	158	35	16.163	80.816
137	sutm_960R1L195-206	521	35	16.163	80.814

Dari data yang ditampilkan pada tabel di atas kita dapat mengetahui besar *drop voltage* sepanjang saluran. Berikut ditampilkan besarnya tegangan jatuh pada tabel berikut ini :

Tabel 4.12 Tegangan Jatuh Saluran Utama pada Simulasi Software Etap 12.6

No.	ID Kabel	Jarak	Penampang Kabel	V ₀	V ₁	VD
		m	mm ²	kV	kV	kV
1	Sktm	5477	240	19.996	19.665	0.331
2	Jembatan	150	150	19.665	19.645	0.02
3	sutm_6-24	853	150	19.645	19.528	0.117
4	24L1-L18	900	150	19.528	19.526	0.002
5	24L18-21	156	150	19.526	19.526	0
6	sutm_24-49	1195	150	19.528	19.369	0.159
7	sutm_49-52	149	150	19.369	19.349	0.02
8	sutm_52-72	945	150	19.349	19.228	0.121
9	sutm_72-87	652	150	19.228	19.144	0.084
10	sutm_87-111	1162	150	19.144	19.001	0.143
11	sutm_111-131	1003	150	19.001	18.88	0.121
12	sutm_131-150	888	150	18.88	18.777	0.103
13	sutm_150-154	226	150	18.777	18.752	0.025
14	sutm_154-161	355	150	18.752	18.714	0.038
15	161L1-23	1144	150	18.714	18.71	0.004
16	161L23-41	936	150	18.71	18.709	0.001
17	sutm_161-164	136	150	18.714	18.699	0.015
18	sutm_k sr	50	150	18.699	18.694	0.005
19	Sktm_ksr	30	240	18.694	18.692	0.002
20	Sktm_ksr2	30	240	18.692	18.691	0.001
21	sutm_164-174	530	150	18.691	18.691	0

No.	ID Kabel	Jarak	Penampang Kabel	V ₀	V ₁	VD
		m	mm ²	kV	kV	kV
22	sutm_174-198	1248	150	18.691	18.506	0.185
23	sutm_198-220	1144	150	18.506	18.388	0.118
24	sutm_220-263	2322	150	18.388	18.153	0.235
25	Sktm_khj	30	240	18.153	18.152	0.001
26	Sktm_khj2	30	240	18.152	18.151	0.001
27	sutm_263-273	495	150	18.151	18.103	0.048
28	273L1-18	935	150	18.103	18.097	0.006
29	L18-37	1045	150	18.097	18.094	0.003
30	sutm_273-293	1030	150	18.103	18.009	0.094
31	sutm_293-311	954	150	18.009	17.924	0.085
32	sutm_311-318	378	150	17.924	17.892	0.032
33	318L1-27	1430	150	17.892	17.885	0.007
34	L27-40	715	150	17.885	17.883	0.002
35	sutm_318-321	160	150	17.892	17.879	0.013
36	sutm_321-331	530	150	17.879	17.837	0.042
37	331L1-4	180	150	17.837	17.837	0
38	sutm_331-334	148	150	17.837	17.826	0.011
39	334R1-34	1815	150	17.826	17.819	0.007
40	sutm_334-336	102	150	17.826	17.818	0.008
41	sutm_336-347	583	150	17.818	17.776	0.042
42	347R1-4	180	150	17.776	17.776	0
43	sutm_347-354	360	150	17.776	17.75	0.026
44	354L1-3	110	150	17.75	17.75	0
45	sutm_354-361	363	150	17.75	17.725	0.025
46	sutm_361-369	416	150	17.725	17.697	0.028

No.	ID Kabel	Jarak	Penampang Kabel	V ₀	V ₁	VD
		m	mm ²	kV	kV	kV
47	Sutm_369-375	312	150	17.697	17.676	0.021
48	sutm_375-397	1144	150	17.676	17.6	0.076
49	sutm_397-424	1404	150	17.6	17.509	0.091
50	Sktm_ksr3	30	240	17.509	17.508	0.001
51	Sktm_ksr2	30	240	17.508	17.507	0.001
52	sutm_424-432	400	150	17.507	17.482	0.025
53	sutm_432-442	516	150	17.482	17.451	0.031
54	sutm_442-444	76	150	17.451	17.446	0.005
55	444L1-3	77	150	17.446	17.446	0
56	L3-4	50	150	17.446	17.446	0
57	L4-10	218	150	17.446	17.446	0
58	sutm_444-458	565	150	17.446	17.413	0.033
59	sutm_458-468	372	150	17.413	17.392	0.021
60	sutm_468-493	1325	150	17.392	17.316	0.076
61	sutm_493-499	312	150	17.316	17.299	0.017
62	sutm_499-511	624	150	17.299	17.267	0.032
63	511R1-2	112	150	17.267	17.267	0
64	sutm_511-520	468	150	17.267	17.242	0.025
65	520L1	60	150	17.242	17.241	0.001
66	L1-40	2205	150	17.241	17.223	0.018
67	40-64	1298	150	17.223	17.216	0.007
68	64-74	560	150	17.216	17.213	0.003
69	74-83	500	150	17.213	17.212	0.001
70	83-121	2056	150	17.212	17.209	0.003
71	121-144	1266	150	17.209	17.208	0.001

No.	ID Kabel	Jarak	Penampang Kabel	V ₀	V ₁	VD
		m	mm ²	kV	kV	kV
72	sutm_520-525	260	150	17.242	17.23	0.012
73	sutm_525-548	1196	150	17.23	17.179	0.051
74	Sutm_548R1	43	150	17.179	17.179	0
75	sutm_548-581	1716	150	17.179	17.108	0.071
76	sutm_581-596	780	150	17.108	17.077	0.031
77	sutm_596-604	285	70	17.077	17.058	0.019
78	sutm_604-616	495	70	17.058	17.027	0.031
79	sutm_616-625	380	70	17.027	17.003	0.024
80	sutm_625-669	1793	70	17.003	16.894	0.109
81	sutm_669-694	1013	70	16.894	16.833	0.061
82	sutm_694-707	479	70	16.833	16.805	0.028
83	sutm_707-745	1665	70	16.805	16.71	0.095
84	sutm_745-783	1220	70	16.71	16.643	0.067
85	sutm_783-791	348	70	16.643	16.625	0.018
86	sutm_791-815	966	70	16.625	16.574	0.051
87	sutm_815-822	293	70	16.574	16.56	0.014
88	sutm_822-858	1575	70	16.56	16.482	0.078
89	sutm_858-877	820	70	16.482	16.443	0.039
90	sutm_877-913	1605	70	16.443	16.368	0.075
91	sutm_913-930	782	70	16.368	16.332	0.036
92	sutm_930-939	450	70	16.332	16.312	0.02
93	sutm_939-960	940	70	16.312	16.271	0.041
94	sutm_960-970	950	70	16.271	16.258	0.013
95	sutm_970-980	200	70	16.258	16.255	0.003
96	sutm_980-989	330	70	16.255	16.251	0.004

No.	ID Kabel	Jarak	Penampang Kabel	V ₀	V ₁	VD
		m	mm ²	kV	kV	kV
97	989L1	50	70	16.251	16.251	0
98	sutm_989-1014	1015	70	16.251	16.24	0.011
99	sutm_1014-1037	985	70	16.24	16.231	0.009
100	1037L1	50	70	16.231	16.23	0.001
101	sutm_1037-1058	835	70	16.231	16.224	0.007
102	sutm_1058-1075	685	70	16.224	16.219	0.005
103	sutm_1075-1085	355	70	16.219	16.218	0.001
104	1085L2	100	70	16.218	16.218	0
105	sutm_1085-1106	865	70	16.218	16.215	0.003
106	sutm_1106-1131	1068	70	16.215	16.214	0.001

Data *drop voltage* pada percabangan saluran utama, berikut ditampilkan

besarnya *drop voltage* pada percabangan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.13 Tegangan Jatuh pada Percabangan Simulasi Software Etap 12.6

No.	ID Kabel	Jarak	Penampang Kabel	V ₀	V ₁	VD
		m	mm ²	kV	kV	kV
107	sutm_960R1	45	70	16.271	16.27	0.001
108	sutm_960R1-20	782	70	16.27	16.258	0.012
109	sutm_960R20-41	785	70	16.258	16.247	0.011
110	sutm_960R41-70	1240	70	16.247	16.23	0.017
111	sutm_960R70-101	1415	70	16.23	16.213	0.017
112	sutm_960R101-136	605	70	16.213	16.206	0.007
113	sutm_960R136-189	2100	70	16.206	16.188	0.018
114	sutm_960R189-211	710	70	16.188	16.184	0.004
115	sutm_960R211-245	1290	70	16.184	16.177	0.007
116	sutm_960R245-290	1785	70	16.177	16.173	0.004

No.	ID Kabel	Jarak	Penampang Kabel	V ₀	V ₁	VD
		m	mm ²	kV	kV	kV
117	sutm_960R290-309	775	70	16.173	16.173	0
118	R309R1-13	505	70	16.173	16.172	0.001
119	sutm_960R309-319	370	70	16.173	16.172	0.001
120	sutm_960R1L1-2	83	35	16.271	16.269	0.002
121	sutm_960R1L2-L22	789	35	16.269	16.251	0.018
122	sutm_960R1L22-L28	230	35	16.251	16.246	0.005
123	sutm_960R1L28L1-L48	1983	35	16.246	16.241	0.005
124	sutm_960R1L28-62	1441	35	16.246	16.221	0.025
125	sutm_960R1L62-80	768	35	16.221	16.209	0.012
126	sutm_960R1L80-104	1064	35	16.209	16.193	0.016
127	sutm_960R1L104L1-3	155	35	16.193	16.192	0.001
128	sutm_960R1L104L3-19	605	35	16.192	16.19	0.002
129	sutm_960R1L104-112	359	35	16.193	16.189	0.004
130	sutm_960R1L112-131	814	35	16.189	16.182	0.007
131	sutm_960R1L131R1-25	1070	35	16.182	16.179	0.003
132	sutm_960R1L131R25-52	1128	35	16.179	16.179	0
133	sutm_960R1L131-152	1828	35	16.182	16.171	0.011
134	sutm_960R1L152-185	1481	35	16.171	16.165	0.006
135	sutm_960R1L185-195	425	35	16.165	16.163	0.002
136	sutm_960R1L195L1-2	158	35	16.163	16.163	0
137	sutm_960R1L195-206	521	35	16.163	16.163	0

Adapun data tegangan pada sisi primer dan sisi sekunder Transformator yang dihasilkan dari simulasi software ETAP 12.6, berikut ditampilkan pada tabel dibawah ini masing – masing :

Tabel 4.14 Tegangan sisi Primer dan Sisi Sekunder Transformator pada Simulasi Software Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	BSTR	20	16.443	82.2	0.400	0.353	88.3
2	DVOR	20	16.209	81.0	0.400	0.323	80.7
3	JYL	20	17.924	89.6	0.400	0.371	92.7
4	JYLA	20	17.885	89.4	0.400	0.360	90.0
5	JYLB	20	17.883	89.4	0.400	0.370	92.4
6	JYLC	20	17.819	89.1	0.400	0.365	91.3
7	JYLD	20	17.879	89.4	0.400	0.370	92.4
8	JYSA	20	17.003	85.0	0.400	0.372	93.0
9	JYSB	20	16.894	84.5	0.400	0.372	93.0
10	JYSC	20	16.805	84.0	0.400	0.357	89.3
11	JYSD	20	16.710	83.5	0.400	0.352	87.9
12	JYSE	20	16.643	83.2	0.400	0.353	88.3
13	JYSF	20	16.574	82.9	0.400	0.361	90.1
14	JYSG	20	16.833	84.2	0.400	0.360	90.0
15	JYSH	20	16.625	83.1	0.400	0.346	86.4
16	KHJ	20	18.152	90.8	0.400	0.376	93.9
17	KHJA	20	18.009	90.0	0.400	0.363	90.8
18	KHJB	20	18.388	91.9	0.400	0.378	94.5
19	KHJC	20	18.506	92.5	0.400	0.384	96.0
20	KHJD	20	18.094	90.5	0.400	0.370	92.6
21	KHJF	20	18.635	93.2	0.400	0.382	95.5
22	KHJG	20	18.097	90.5	0.400	0.371	92.6
23	KSR	20	18.692	93.5	0.400	0.382	95.6
24	KSRA	20	18.709	93.5	0.400	0.385	96.3
25	KSRB	20	18.710	93.6	0.400	0.383	95.6
26	KSRC	20	18.752	93.8	0.400	0.378	94.4
27	LGJ	20	17.446	87.2	0.400	0.359	89.8
28	LGJA	20	17.600	88.0	0.400	0.362	90.6
29	LGJB	20	17.482	87.4	0.400	0.357	89.3
30	LGJC	20	17.413	87.1	0.400	0.355	88.8
31	LGSA	20	17.230	86.1	0.400	0.373	93.1
32	LGSB	20	17.108	85.5	0.400	0.360	90.0
33	LGSC	20	17.223	86.1	0.400	0.365	91.2
34	LGSD	20	17.212	86.1	0.400	0.365	91.4

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V _p	%	Rating	V _s	%
35	LGSE	20	17.209	86.0	0.400	0.365	91.4
36	LGSF	20	17.208	86.0	0.400	0.367	91.7
37	LGSF	20	17.058	85.3	0.400	0.376	94.0
38	LGSH	20	17.027	85.1	0.400	0.375	93.7
39	LGSI	20	17.213	86.1	0.400	0.354	88.4
40	LGSK	20	17.179	85.9	0.400	0.366	91.4
41	LGSL	20	17.216	86.1	0.400	0.354	88.5
42	PBHA	20	16.179	80.9	0.400	0.317	79.3
43	PBHB	20	16.189	80.9	0.400	0.320	80.1
44	PBHC	20	16.221	81.1	0.400	0.319	79.7
45	PBHD	20	16.251	81.3	0.400	0.319	79.7
46	PBHE	20	16.171	80.9	0.400	0.318	79.6
47	PBHF	20	16.165	80.8	0.400	0.321	80.3
48	PBHG	20	16.190	81.0	0.400	0.317	79.3
49	PBHH	20	16.241	81.2	0.400	0.318	79.6
50	PBHI	20	16.179	80.9	0.400	0.323	80.7
51	PBHJ	20	16.163	80.8	0.400	0.320	80.0
52	PBHK	20	16.163	80.8	0.400	0.321	80.3
53	PBHL	20	16.192	81.0	0.400	0.317	79.3
54	PBHM	20	16.163	80.8	0.400	0.320	79.9
55	PBIA	20	16.258	81.3	0.400	0.356	89.0
56	PBIB	20	16.230	81.2	0.400	0.354	88.6
57	PBIC	20	16.206	81.0	0.400	0.351	87.6
58	PBID	20	16.188	80.9	0.400	0.341	85.3
59	PBIE	20	16.177	80.9	0.400	0.344	85.9
60	PBIF	20	16.172	80.9	0.400	0.357	89.3
61	PBIG	20	16.213	81.1	0.400	0.355	88.8
62	PBIH	20	16.173	80.9	0.400	0.345	86.3
63	PBIJ	20	16.184	80.9	0.400	0.344	85.9
64	PBIK	20	16.247	81.2	0.400	0.359	89.7
65	PMRA	20	16.482	82.4	0.400	0.360	90.1
66	PMRB	20	16.368	81.8	0.400	0.356	89.1
67	PMRC	20	16.312	81.6	0.400	0.346	86.4
68	PMRD	20	16.255	81.3	0.400	0.344	86.0
69	PMRE	20	16.240	81.2	0.400	0.345	86.3
70	PMRF	20	16.224	81.1	0.400	0.345	86.3

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V _p	%	Rating	V _s	%
71	PMRG	20	16.215	81.1	0.400	0.343	85.6
72	PMRH	20	16.214	81.1	0.400	0.346	86.5
73	PMRI	20	16.258	81.3	0.400	0.353	88.1
74	PMRJ	20	16.219	81.1	0.400	0.352	88.1
75	POM	20	17.508	87.5	0.400	0.360	90.0
76	PSDA	20	16.251	81.3	0.400	0.348	87.0
77	PSDB	20	16.230	81.2	0.400	0.354	88.4
78	PSDC	20	16.218	81.1	0.400	0.354	88.5
79	SBRA	20	19.526	97.6	0.400	0.389	97.3
80	SBRB	20	19.349	96.7	0.400	0.377	94.1
81	SBRD	20	19.369	96.8	0.400	0.374	93.4
82	SBRJ	20	19.144	95.7	0.400	0.389	97.3
83	SBUA	20	19.001	95.0	0.400	0.379	94.8
84	SBUB	20	18.777	93.9	0.400	0.390	97.5
85	SBUC	20	18.880	94.4	0.400	0.379	94.7
86	STJ	20	17.299	86.5	0.400	0.357	89.2
87	STJA	20	17.316	86.6	0.400	0.355	88.7
88	STJB	20	17.267	86.3	0.400	0.384	95.9
89	STL	20	17.725	88.6	0.400	0.378	94.6
90	STLA	20	17.750	88.7	0.400	0.355	88.8
91	STLB	20	17.837	89.2	0.400	0.350	87.6
92	STLC	20	17.776	88.9	0.400	0.359	89.8
93	STLD	20	17.818	89.1	0.400	0.369	92.1
94	STLE	20	17.697	88.5	0.400	0.377	94.1
95	TTS	20	16.172	80.9	0.400	0.359	89.6

4.1.6. Hasil Perhitungan Tegangan Jatuh Secara Manual

Perhitungan manual tegangan jatuh pada penyulang Citarum per segmen / kabel. Segmen pertama adalah sktm, jalur yang menggunakan saluran kabel tegangan menengah dengan kabel XPLE 240 mm² sepanjang 5477 meter yang memiliki arus $189.7 \sqrt{3} = 328.181A$, berikut perhitungan secara manual :

Diketahui :

$$L : 5477 \text{ m}$$

$$Z : 0.161 + j 0.098$$

$$I : 190.2 \sqrt{3} = 328.181$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 328.181 \times (0.161 + j 0.098) < \arctan \frac{0.098}{0.161} \times \frac{5477}{1000}$$

$$\Delta V = 328.181 \times (\sqrt{0.161^2 + 0.098^2}) < 34.76^0 \times 5.477$$

$$\Delta V = 328.181 \times 0.188 \times 5.477 < 34.76^0$$

$$\Delta V = 337.92V < 34.76^0$$

$$\% \Delta V = \frac{337.92}{20000} \times 100 \% < 34.76^0$$

$$\% \Delta V = 1.689\%$$

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Manual Tegangan Jatuh

No.	Segmen	Panjang Kabel	Arus	Z		Vd	% Vd
		(m)		R	jx	V	
1	Sktm	5477	189.7	0.161	0.098	337.920	1.690
2	Jembatan	150	193	0.2162	0.3305	19.783	0.099
3	sutm_6-24	853	193	0.2162	0.3305	112.499	0.562
4	24L1-L18	900	4.5	0.2162	0.3305	2.768	0.014
5	24L18-21	156	4.5	0.2162	0.3305	0.480	0.002
6	sutm_24-49	1195	193	0.2162	0.3305	157.604	0.788
7	sutm_49-52	149	188.5	0.2162	0.3305	19.193	0.096
8	sutm_52-72	945	185.8	0.2162	0.3305	119.983	0.600
9	sutm_72-87	652	181.7	0.2162	0.3305	80.955	0.405
10	sutm_87-111	1162	181.7	0.2162	0.3305	144.279	0.721
11	sutm_111-131	1003	174.4	0.2162	0.3305	119.534	0.598
12	sutm_131-150	888	170.2	0.2162	0.3305	103.280	0.516
13	sutm_150-154	226	165.9	0.2162	0.3305	25.621	0.128
14	sutm_154-161	355	164.1	0.2162	0.3305	39.809	0.199
15	161L1-23	1144	4.2	0.2162	0.3305	3.283	0.016
16	161L23-41	936	4.2	0.2162	0.3305	2.686	0.013
17	sutm_161-164	136	158.6	0.2162	0.3305	14.740	0.074
18	sutm_ksr	50	158.6	0.2162	0.3305	5.419	0.027
19	Sktm_ksr	30	158.6	0.161	0.098	1.547	0.008
20	Sktm_ksr2	30	149.3	0.161	0.098	1.457	0.007
21	sutm_164-174	530	149.3	0.2162	0.3305	54.073	0.270
22	sutm_174-198	1248	149.3	0.2162	0.3305	127.326	0.637

No.	Segmen	Panjang Kabel	Arus	Z		Vd	% Vd
		(m)	(a)	R	jx	V	
23	sutm_198-220	1144	147.2	0.2162	0.3305	115.074	0.575
24	sutm_220-263	2322	146.7	0.2162	0.3305	232.775	1.164
25	Sktm_khj	30	143.7	0.161	0.098	1.402	0.007
26	Sktm_khj2	30	138.2	0.161	0.098	1.348	0.007
27	sutm_263-273	495	138.2	0.2162	0.3305	46.747	0.234
28	273L1-18	935	8.7	0.2162	0.3305	5.559	0.028
29	L18-37	1045	8.7	0.2162	0.3305	6.213	0.031
30	sutm_273-293	1030	138.2	0.2162	0.3305	97.272	0.486
31	sutm_293-311	954	129.5	0.2162	0.3305	84.423	0.422
32	sutm_311-318	378	126.2	0.2162	0.3305	32.598	0.163
33	318L1-27	1430	7	0.2162	0.3305	6.840	0.034
34	L27-40	715	7.1	0.2162	0.3305	3.469	0.017
35	sutm_318-321	160	115.9	0.2162	0.3305	12.672	0.063
36	sutm_321-331	530	116	0.2162	0.3305	42.012	0.210
37	331L1-4	180	3.2	0.2162	0.3305	0.394	0.002
38	sutm_331-334	148	110	0.2162	0.3305	11.125	0.056
39	334R1-34	1815	5	0.2162	0.3305	6.201	0.031
40	sutm_334-336	102	104.9	0.2162	0.3305	7.312	0.037
41	sutm_336-347	583	105	0.2162	0.3305	41.831	0.209
42	347R1-4	180	1.1	0.2162	0.3305	0.135	0.001
43	sutm_347-354	360	102.5	0.2162	0.3305	25.216	0.126
44	354L1-3	110	3.9	0.2162	0.3305	0.293	0.001
45	sutm_354-361	363	98.7	0.2162	0.3305	24.483	0.122
46	sutm_361-369	416	98.6	0.2162	0.3305	28.029	0.140
47	Sutm_369-375	312	96.6	0.2162	0.3305	20.596	0.103
48	sutm_375-397	1144	95.3	0.2162	0.3305	74.501	0.373
49	sutm_397-424	1404	95.3	0.2162	0.3305	91.433	0.457
50	Sktm_ksr3	30	92.6	0.161	0.098	0.904	0.005
51	Sktm_ksr2	30	89.8	0.161	0.098	0.876	0.004
52	sutm_424-432	400	89.8	0.2162	0.3305	24.546	0.123
53	sutm_432-442	516	89.8	0.2162	0.3305	31.664	0.158
54	sutm_442-444	76	87.5	0.2162	0.3305	4.544	0.023
55	444L1-3	77	3.4	0.2162	0.3305	0.179	0.001
56	L3-4	50	3.4	0.2162	0.3305	0.116	0.001
57	L4-10	218	3.4	0.2162	0.3305	0.506	0.003
58	sutm_444-458	565	84.2	0.2162	0.3305	32.509	0.163
59	sutm_458-468	372	84.2	0.2162	0.3305	21.404	0.107
60	sutm_468-493	1325	81.8	0.2162	0.3305	74.065	0.370
61	sutm_493-499	312	81.8	0.2162	0.3305	17.440	0.087
62	sutm_499-511	624	79.8	0.2162	0.3305	34.028	0.170
63	511R1-2	112	0.1	0.2162	0.3305	0.008	0.000
64	sutm_511-520	468	77.4	0.2162	0.3305	24.753	0.124
65	520L1	60	11.5	0.2162	0.3305	0.472	0.002
66	L1-40	2145	11.5	0.2162	0.3305	16.857	0.084
67	40-64	1238	8.4	0.2162	0.3305	7.106	0.036
68	64-74	520	6.6	0.2162	0.3305	2.345	0.012
69	74-83	450	4.8	0.2162	0.3305	1.476	0.007
70	83-121	1976	1.9	0.2162	0.3305	2.566	0.013
71	121-144	1196	0.5	0.2162	0.3305	0.409	0.002
72	sutm_520-525	260	61.4	0.2162	0.3305	10.909	0.055

No.	Segmen	Panjang Kabel	Arus (a)	Z		Vd	% Vd
		(m)		R	jx	V	
73	sutm_525-548	1196	61.4	0.2162	0.3305	50.181	0.251
74	Sutm_548R1	43	2	0.2162	0.3305	0.059	0.000
75	sutm_548-581	1716	59.4	0.2162	0.3305	69.654	0.348
76	sutm_581-596	780	59.4	0.2162	0.3305	31.661	0.158
77	sutm_596-604	285	57.3	0.4608	0.3572	16.471	0.082
78	sutm_604-616	495	57.3	0.4608	0.3572	28.607	0.143
79	sutm_616-625	380	56.6	0.4608	0.3572	21.693	0.108
80	sutm_625-669	1793	55.8	0.4608	0.3572	100.909	0.505
81	sutm_669-694	1013	54.5	0.4608	0.3572	55.683	0.278
82	sutm_694-707	479	53.3	0.4608	0.3572	25.750	0.129
83	sutm_707-745	1665	53	0.4608	0.3572	89.003	0.445
84	sutm_745-783	1220	50.9	0.4608	0.3572	62.631	0.313
85	sutm_783-791	348	48.8	0.4608	0.3572	17.128	0.086
86	sutm_791-815	966	47.4	0.4608	0.3572	46.182	0.231
87	sutm_815-822	293	46.5	0.4608	0.3572	13.742	0.069
88	sutm_822-858	1575	43.8	0.4608	0.3572	69.578	0.348
89	sutm_858-877	820	43.8	0.4608	0.3572	36.225	0.181
90	sutm_877-913	1605	42.6	0.4608	0.3572	68.960	0.345
91	sutm_913-930	782	42.2	0.4608	0.3572	33.284	0.166
92	sutm_930-939	450	40.5	0.4608	0.3572	18.382	0.092
93	sutm_939-960	940	40.5	0.4608	0.3572	38.397	0.192
94	sutm_960-970	950	14.1	0.4608	0.3572	13.510	0.068
95	sutm_970-980	200	14.1	0.4608	0.3572	2.844	0.014
96	sutm_980-989	330	12.1	0.4608	0.3572	4.027	0.020
97	989L1	50	0.7	0.4608	0.3572	0.035	0.000
98	sutm_989-1014	1015	9.8	0.4608	0.3572	10.032	0.050
99	sutm_1014-1037	985	9.9	0.4608	0.3572	9.835	0.049
100	1037L1	50	1.5	0.4608	0.3572	0.076	0.000
101	sutm_1037-1058	835	7.1	0.4608	0.3572	5.979	0.030
102	sutm_1058-1075	685	7.1	0.4608	0.3572	4.905	0.025
103	sutm_1075-1085	355	5.9	0.4608	0.3572	2.112	0.011
104	1085L2	100	1.4	0.4608	0.3572	0.141	0.001
105	sutm_1085-1106	865	2.7	0.4608	0.3572	2.356	0.012
106	sutm_1106-1131	1068	2.7	0.4608	0.3572	2.908	0.015
107	sutm_960R1	45	13.8	0.4608	0.3572	0.626	0.003
108	sutm_960R1-20	782	13.8	0.4608	0.3572	10.884	0.054
109	sutm_960R20-41	785	13.8	0.4608	0.3572	10.926	0.055
110	sutm_960R41-70	1240	12.7	0.4608	0.3572	15.883	0.079
111	sutm_960R70-101	1415	12.2	0.4608	0.3572	17.411	0.087
112	sutm_960R101-136	605	10.8	0.4608	0.3572	6.590	0.033
113	sutm_960R136-189	2100	9.7	0.4608	0.3572	20.545	0.103
114	sutm_960R189-211	710	7.7	0.4608	0.3572	5.514	0.028
115	sutm_960R211-245	1290	5.8	0.4608	0.3572	7.546	0.038
116	sutm_960R245-290	1785	4.6	0.4608	0.3572	8.282	0.041
117	sutm_960R290-309	775	1.9	0.4608	0.3572	1.485	0.007
118	R309R1-13	505	0.1	0.4608	0.3572	0.051	0.000
119	sutm_960R309-319	370	0.9	0.4608	0.3572	0.336	0.002

No.	Segmen	Panjang Kabel	Arus	Z		Vd	% Vd
		(m)		R	jx	V	
120	sutm_960R1L1-2	83	11.1	0.9217	0.379	1.589	0.008
121	sutm_960R1L2-L22	789	11.1	0.9217	0.379	15.106	0.076
122	sutm_960R1L22-L28	230	11.1	0.9217	0.379	4.403	0.022
123	sutm_960R1L28L1-L48	1983	1.3	0.9217	0.379	4.446	0.022
124	sutm_960R1L28-62	1441	8.7	0.9217	0.379	21.623	0.108
125	sutm_960R1L62-80	768	8.7	0.9217	0.379	11.524	0.058
126	sutm_960R1L80-104	1064	7.5	0.9217	0.379	13.764	0.069
127	sutm_960R1L104L1-3	155	2.5	0.9217	0.379	0.668	0.003
128	sutm_960R1L104L3-19	605	1.3	0.9217	0.379	1.357	0.007
129	sutm_960R1L104-112	359	4.9	0.9217	0.379	3.034	0.015
130	sutm_960R1L112-131	814	5	0.9217	0.379	7.020	0.035
131	sutm_960R1L131R1-25	1070	1.4	0.9217	0.379	2.584	0.013
132	sutm_960R1L131R25-52	1128	1.3	0.9217	0.379	2.529	0.013
133	sutm_960R1L131-152	1828	2.9	0.9217	0.379	9.144	0.046
134	sutm_960R1L152-185	1481	3	0.9217	0.379	7.663	0.038
135	sutm_960R1L185-195	425	2	0.9217	0.379	1.466	0.007
136	sutm_960R1L195L1-2	158	0.6	0.9217	0.379	0.164	0.001
137	sutm_960R1L195-206	521	0.7	0.9217	0.379	0.629	0.003

4.2 Pembahasan

4.2.1. Transformator SBRA

Transformator SBRA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator SBRA merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama dengan tiang 24L18, Trafo ini merupakan trafo pertama dari gardu induk yang berjarak 7380 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.16 Tegangan Terukur pada Transformator

No.	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	SBRA	389	390	398	224	222	229

Dari tabel 4.16 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 389 V pada *line* R-S, 390 V pada *line* R-T dan 398 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 392.3 V, untuk tegangan

line to netral yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 224 V pada *line* R-N , 222 V pada *line* S-N dan 229 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 225 V. Adapun hasil tegangan pada transformator SBRA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.17 Tegangan Transformator SBRB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	SBRA	20	19.526	97.6	0.400	0.389	97.3

Dari tabel 4.17 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator SBRA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 19.526 kV atau 19526 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 97.6%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,389 kV atau 389 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 97.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 392.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 389 V, terdapat selisih sebesar 3.3 V atau 1.002%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.17 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator SBRA sebesar 19.526 kV atau 19526V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih

antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator SBRA sebesar sebesar 0.474 kV atau 2.370 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator SBRA sebesar 0.473 kV atau 2.365%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 0.4763kV atau 2.367 %. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator SBRA sebesar 19.527 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribsui radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator SBRA sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.2. Transformator SBRD

Transformator SBRD adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator SBRD merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 49, Trafo ini merupakan trafo ke 2 dari gardu induk yang berjarak 7675 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.18 Tegangan Terukur pada Transformator SBRD

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	SBRD	377	377	372	219	216	215

Dari tabel 4.18 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 377 V pada *line* R-S, 377 V pada *line* R-T dan 372 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 375.3 V, untuk tegangan

line to netral yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 219 V pada *line* R-N , 216 V pada *line* S-N dan 215 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 216.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KSRC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.19 Tegangan Transformator SBRD pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	SBRD	20	19.369	96.8	0.400	0.374	93.4

Dari tabel 4.19 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator SBRD dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 19.369 kV atau 19369 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 96.8%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,374 kV atau 374 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 93.4%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 375.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 374 V, terdapat selisih sebesar 1.3 V atau 0.346%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.19 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator SBRD sebesar 19.369 kV atau 19369 V, sehingga besar tegangan jatuh atau

selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator SBRD sebesar 0.631 kV atau 3.155 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator SBRD sebesar 0.628 kV atau 3.139 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 0.629 kV atau 3.147 %. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator SBRD sebesar 19.371 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator SBRD sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.3. Transformator SBRB

Transformator SBRB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator SBRB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 52, Trafo ini merupakan trafo ke 3 dari gardu induk yang berjarak 7824 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.20 Tegangan Terukur pada Transformator SBRB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	SBRB	374	384	385	220	221	223

Dari tabel 4.20 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 374 V pada *line* R-S, 384 V pada *line* R-T dan 385 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 381 V, untuk tegangan

line to netral yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 220 V pada *line* R-N , 221 V pada *line* S-N dan 223 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 221.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator SBRB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.21 Tegangan Transformator SBRB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	SBRB	20	19.349	96.7	0.400	0.377	94.1

Dari tabel 4.21 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator SBRB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 19.346 kV atau 19349 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 96.7%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,377 kV atau 377 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 94.1%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 381 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 377 V, terdapat selisih sebesar 4 V atau 1.094 %, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.21 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator SBRB sebesar 19.349 kV atau 19349 V, sehingga besar tegangan jatuh atau

selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator SBRB sebesar 0.651 kV atau 3.255 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator SBRB sebesar 0.647 kV atau 3.235 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 0.649 kV atau 3.245 %. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator SBRB sebesar 19.351 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator SBRB sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.4. Transformator SBRJ

Transformator SBRJ adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator SBRJ merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 87, Trafo ini merupakan trafo ke 4 dari gardu induk yang berjarak 9421 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.22 Tegangan Terukur pada Transformator SBRJ

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	SBRJ	390	389	398	223	229	299

Dari tabel 4.22 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 390 V pada *line* R-S, 389 V pada *line* R-T dan 398 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 392.3 V, untuk tegangan

line to netral yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 223 V pada *line* R-N , 229 V pada *line* S-N dan 299 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 250.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator SBRJ menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.23 Tegangan Transformator SBRJ pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	SBRJ	20	19.144	95.7	0.400	0.389	97.3

Dari tabel 4.23 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator SBRJ dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 19.144 kV atau 19144 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 95.7%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,389 kV atau 389 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 97.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 392.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 389 V, terdapat selisih sebesar 3.3 V atau 0.841%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.23 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator SBRJ sebesar 19.144 kV atau 19144 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih

antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator SBRJ sebesar 0.856 kV atau 4.28 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator SBRJ sebesar 0.848 kV atau 4.24%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 0.852 kV atau 4.260%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator SBRJ sebesar 19.148 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator SBRJ sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.5. Transformator SBUA

Transformator SBUA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator SBUA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 111, Trafo ini merupakan trafo ke 5 dari gardu induk yang berjarak 10583 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.24 Tegangan Terukur pada Transformator SBUA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	SBUA	382	381	374	221	220	218

Dari tabel 4.24 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 382 V pada *line* R-S, 381 V pada *line* R-T dan 374 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 379 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 221 V pada *line* R-

N , 220 V pada *line* S-N dan 218 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 219.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator SBUA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.25 Tegangan Transformator SBUA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	SBUA	20	19.001	95.0	0.400	0.379	94.8

Dari tabel 4.25 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator SBUA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 19.001 kV atau 19001 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 95%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,379 kV atau 379 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 94.8 %.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 379 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 379 V, terdapat selisih sebesar 0 V atau 0 %, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.25 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator SBUA sebesar 19.001 kV atau 19001 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada

transformator SBUA sebesar 0.999 kV atau 4.995 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator SBUA sebesar 0.992 kV atau 4.961 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 0.996 kV atau 4.978 %. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator SBUA sebesar 19.004 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator SBUA sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.6. Transformator SBUC

Transformator SBUC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator SBUC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 131, Trafo ini merupakan trafo ke 6 dari gardu induk yang berjarak 11586 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.26 Tegangan Terukur pada Transformator SBUC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	SBUC	0	0	0	0	0	0

Dari tabel 4.26 kita dapat melihat tidak ada hasil pengukuran pada trafo SBUC dikarenakan kekurangan dan kendala yang dialami oleh peneliti, trafo ini terletak dalam wilayah kerja di luar rayon Babelan. Adapun hasil tegangan pada transformator POM menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.27 Tegangan Transformator SBUC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	SBUC	20	18.880	94.4	0.400	0.379	94.7

Dari tabel 4.27 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator SBUC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.880 kV atau 18880 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 94.4 %. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,379 kV atau 379 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 94.7%.

Pada tabel 4.27 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator SBUC sebesar 18.880 kV atau 18880 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator SBUC sebesar 1.120 kV atau 5.6 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator SBUC sebesar 1.112 kV atau 5.559 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.116 kV atau 5.579 %. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator KSRC sebesar 18.884 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5%

dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator SBUC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.7. Transformator SBUB

Transformator SBUB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator SBUB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 150, Trafo ini merupakan trafo ke 7 dari gardu induk yang berjarak 12474 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_s menggunakan tang ampere.

Tabel 4.28 Tegangan Terukur pada Transformator SBUB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	SBUB	396	392	391	225	229	222

Dari tabel 4.28 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 396 V pada *line* R-S, 392 V pada *line* R-T dan 391 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 393 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 225 V pada *line* R-N, 229 V pada *line* S-N dan 222 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 225.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KSRC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.29 Tegangan Transformator SBUB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	SBUB	20	18.777	93.9	0.400	0.390	97.5

Dari tabel 4.29 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator SBUB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.777 kV atau 18777 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 93.9 %. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,39 kV atau 390 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 97.5 %.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 393 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 390 V, terdapat selisih sebesar 3 V atau 0.76 %, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.29 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator SBUB sebesar 18.777 kV atau 18777 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator SBUB sebesar 1.223 kV atau 6.115 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator SBUB sebesar 1.215 kV atau 6.075 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.219 kV atau 6.095%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator SBUB sebesar 18.781 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator SBUB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.8. Transformator KSRC

Transformator KSRC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KSRC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 154, Trafo ini merupakan trafo ke 8 dari gardu induk yang berjarak 12700 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.30 Tegangan Terukur pada Transformator KSRC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KSRC	0	0	0	0	0	0

Dari tabel 4.30 kita dapat melihat tidak ada hasil pengukuran pada trafo KSRC dikarenakan trafo ini merupakan trafo baru. Adapun hasil tegangan pada transformator KSRC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.31 Tegangan Transformator KSRC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	KSRC	20	18.752	93.8	0.400	0.378	94.4

Dari tabel 4.31 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator KSRC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 18.752 kV atau

18752 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 93.8%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,378 kV atau 378 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 94.4%.

Pada tabel 4.31 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator KSRC sebesar 18.752 kV atau 18752 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator KSRC sebesar 1.248 kV atau 6.240%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KSRC sebesar 1.241 kV atau 6.203%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.244kV atau 6.22%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator KSRC sebesar 18.756 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator KSRC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.9. Transformator KSRB

Transformator KSRB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KSRB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 161L23, Trafo ini merupakan trafo ke 9 dari gardu induk

yang berjarak 14119 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.32 Tegangan Terukur pada Transformator KSRB

No.	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KSRB	383	373	385	215	223	218

Dari tabel 4.32 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 383 V pada *line* R-S, 373 V pada *line* R-T dan 385 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 380.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 215 V pada *line* R-N, 223 V pada *line* S-N dan 218 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 218.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KSRB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.33 Tegangan Transformator KSRB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	KSRB	20	18.710	93.6	0.400	0.383	95.6

Dari tabel 4.33 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator KSRB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.710 kV atau 18710 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 93.6 %. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,383 kV atau 383 V, dari

perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 95.6 %.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 380.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 383 V, terdapat selisih sebesar 2.7 V atau 0.709 %, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.33 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator KSRB sebesar 18.710 kV atau 18710 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator KSRB sebesar 1.290 kV atau 6.450%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KSRB sebesar 1.284 kV atau 6.419 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.287 kV atau 6.434 %. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator KSRB sebesar 18.713 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator KSRB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.10. Transformator KSRA

Transformator KSRA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KSRA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 161L41, Trafo ini merupakan trafo ke 10 dari gardu induk yang berjarak 15135 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.34 Tegangan Terukur pada Transformator KSRA

No.	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KSRA	387	387	386	225	223	222

Dari tabel 4.34 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 387 V pada *line* R-S, 387 V pada *line* R-T dan 386 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 386.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 225 V pada *line* R-N, 223 V pada *line* S-N dan 222 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 223.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KSRA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.35 Tegangan Transformator KSRA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	KSRA	20	18.709	93.5	0.400	0.385	96.3

Dari tabel 4.35 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator KSRA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.709 kV atau 18709 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 93.5%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,385 kV atau 385 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 96.2%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 386.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 385 V, terdapat selisih sebesar 1.67 V atau 0.432%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.35 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator KSRA sebesar 18.709 kV atau 18709 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator KSRA sebesar 1.291 kV atau 6.455 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KSRA sebesar 1.286 kV atau 6.432 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.289 kV atau 6.444 %. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator KSRA sebesar 18.711 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator KSRA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.11. Transformator KSR

Transformator KSR adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KSR merupakan trafo yang terletak pada saluran utama transformator KSR merupakan gardu beton, Trafo ini merupakan trafo ke 11 dari gardu induk yang berjarak 13271 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.36 Tegangan Terukur pada Transformator KSR

No.	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KSR	384	373	384	216	222	217

Dari tabel 4.36 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 384 V pada *line* R-S, 373 V pada *line* R-T dan 384 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 380.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 216 V pada *line* R-N, 222 V pada *line* S-N dan 217 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 218.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KSR menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.37 Tegangan Transformator KSR pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	KSR	20	18.692	93.5	0.400	0.382	95.6

Dari tabel 4.37 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator KSR dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.692 kV atau 18692 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 93.5%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,382 kV atau 382 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 95.6 %.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 380.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 382 V, terdapat selisih sebesar 1.7 V atau 0.447%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.31 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator KSR sebesar 18.692 kV atau 18692 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator KSR sebesar 1.308 kV atau 6.540 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KSR sebesar 1.302 kV atau 6.511 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.305 kV atau 6.525 %. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator KSR sebesar 18.695 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator KSR tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.12. Transformator KHJF

Transformator KHJF adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KHJF merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 174, Trafo ini merupakan trafo ke 12 dari gardu induk yang berjarak 13831 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.38 Tegangan Terukur pada Transformator KHJF

No.	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KHJF	380	380	368	221	214	215

Dari tabel 4.38 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 380 V pada *line* R-S, 380 V pada *line* R-T dan 368 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 376 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 221 V pada *line* R-N, 214 V pada *line* S-N dan 215 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 216.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KHJF menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.39 Tegangan Transformator KHJF pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	KHJF	20	18.635	93.2	0.400	0.382	95.5

Dari tabel 4.39 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator KHJF dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.635 kV atau 18635 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 93.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,382 kV atau 382 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 95.5 %.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 376 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 382 V, terdapat selisih sebesar 6 V atau 1.596 %, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.39 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator KHJF sebesar 18.635 kV atau 18635 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator KHJF sebesar 1.365 kV atau 6.825 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KHJF sebesar 1.358 kV atau 6.788 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.361 kV atau 6.807 %. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator KHJF sebesar 18.639 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator KHJF tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.13. Transformator KHJC

Transformator KHJC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KHJC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 198, Trafo ini merupakan trafo ke 13 dari gardu induk yang berjarak 15079 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.40 Tegangan Terukur pada Transformator KHJC

No.	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KHJC	384	384	370	223	214	216

Dari tabel 4.40 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 384 V pada *line* R-S, 384 V pada *line* R-T dan 370 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 379.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 223 V pada *line* R-N, 214 V pada *line* S-N dan 216 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 217.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KHJC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.41 Tegangan Transformator KHJC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	KHJC	20	18.506	92.5	0.400	0.384	96.0

Dari tabel 4.41 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator KHJC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.506 kV atau 18506 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 92.5 %. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,384 kV atau 384 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 96 %.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 379.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 384 V, terdapat selisih sebesar 4.7 V atau 1.24 %, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.41 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator KHJC sebesar 18.506 kV atau 18506 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator KHJC sebesar 1.5494 kV atau 7.470 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KHJC sebesar 1.485 kV atau 7.425 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.490 kV atau 7.448 %. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator KHJC sebesar 18.510 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator KHJC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.14. Transformator KHJB

Transformator KHJB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KHJB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 220, Trafo ini merupakan trafo ke 14 dari gardu induk yang berjarak 16223 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.42 Tegangan Terukur pada Transformator KHJB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KHJB	378	378	363	220	212	211

Dari tabel 4.42 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 378 V pada *line* R-S, 378 V pada *line* R-T dan 363 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 373 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 220 V pada *line* R-N, 212 V pada *line* S-N dan 211 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 214.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KHJB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.43 Tegangan Transformator KHJB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	KHJB	20	18.388	91.9	0.400	0.378	94.5

Dari tabel 4.43 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator KHJB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.388 kV atau 18388 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 91.9 %. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,378 kV atau 378 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 94.5 %.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 373 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 378 V, terdapat selisih sebesar 5 V atau 1.34 %, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.43 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator KHJB sebesar 18.388 kV atau 18388 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator KHJB sebesar 1.612 kV atau 8.060 %, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KHJB sebesar 1.600 kV atau 8 %. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.606 kV atau 8.03%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator KHJB sebesar 18.394 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator KHJB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.15. Transformator KHJ

Transformator KHJ adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KHJ merupakan trafo yang terletak pada saluran utama transformator KHJ merupakan trafo pada gardu beton, Trafo ini merupakan trafo ke 15 dari gardu induk yang berjarak 18575 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.44 Tegangan Terukur pada Transformator KHJA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KHJ	374	387	385	218	216	221

Dari tabel 4.44 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 374 V pada *line* R-S, 387 V pada *line* R-T dan 385 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 382 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 218 V pada *line* R-N, 216 V pada *line* S-N dan 221 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 218.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KHJ menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.45 Tegangan Transformator SBRA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	KHJ	20	18.152	90.8	0.400	0.376	93.9

Dari tabel 4.45 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator KHJ dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.152 kV atau 18152 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 90.8%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,376 kV atau 376 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 93.9%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 382 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 376 V, terdapat selisih sebesar 6 V atau 1.57%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.45 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator KHJ sebesar 18.152 kV atau 18152 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator KHJ sebesar 1.848 kV atau 9.240%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KHJ sebesar 1.834 kV atau 9.171%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.841 kV atau 9.206%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator KHJ sebesar 18.159 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator KHJ tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.16. Transformator KHJG

Transformator KHJG adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KHJG merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 273L18, Trafo ini merupakan trafo ke 16 dari gardu induk yang berjarak 20035 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.46 Tegangan Terukur pada Transformator KHJG

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KHJG	375	376	361	219	210	211

Dari tabel 4.46 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 375 V pada *line* R-S, 376 V pada *line* R-T dan 361 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 370.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 219 V pada *line* R-N, 210 V pada *line* S-N dan 211 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 213.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KSRC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.47 Tegangan Transformator KHJG pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	KHJG	20	18.097	90.5	0.400	0.371	92.6

Dari tabel 4.47 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator KHJG dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.097 kV atau 18097 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 90.5%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,371 kV atau 371 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 92.6%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 370.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 370 V, terdapat selisih sebesar 0.67 V atau 0.18%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.47 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator KHJG sebesar 18.097 kV atau 18097 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator KHJG sebesar 1.903 kV atau 9.515%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KHJG sebesar 1.888 kV atau 9.44%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.895 kV atau 9.477 %. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator KHJG sebesar 18.105 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator KHJG tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.17. Transformator KHJD

Transformator KHJD adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KHJD merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 273L37, Trafo ini merupakan trafo ke 17 dari gardu induk yang berjarak 21080 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.48 Tegangan Terukur pada Transformator KHJD

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KHJD	374	362	376	210	218	212

Dari tabel 4.48 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 374 V pada *line* R-S, 362 V pada *line* R-T dan 376 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 370.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 210 V pada *line* R-N, 218 V pada *line* S-N dan 212 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 213.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KHJD menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.49 Tegangan Transformator KHJD pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	KHJD	20	18.094	90.5	0.400	0.370	92.6

Dari tabel 4.49 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator KHJD dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.094 kV atau 18094 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 90.5%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,37 kV atau 370 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 92.6%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 370.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 370 V, terdapat selisih sebesar 0.67 V atau 0.18%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.49 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator KHJD sebesar 18.094 kV atau 18094 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator KHJD sebesar 1.906 kV atau 9.53%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KHJD sebesar 1.894 kV atau 9.471%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.9kV atau 9.5%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator KHJD sebesar 18.100 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator KHJD tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.18. Transformator KHJA

Transformator KHJA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator KHJA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 293, Trafo ini merupakan trafo ke 18 dari gardu induk yang berjarak 20130 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.50 Tegangan Terukur pada Transformator KHJA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	KHJA	349	354	366	204	220	210

Dari tabel 4.50 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 349 V pada *line* R-S, 354 V pada *line* R-T dan 366 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 356.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 204 V pada *line* R-N, 220 V pada *line* S-N dan 210 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 211.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator KHJA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.51 Tegangan Transformator KHJA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	KHJA	20	18.009	90.0	0.400	0.363	90.8

Dari tabel 4.51 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator KHJA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 18.009 kV atau 18009 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 90%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,363 kV atau 363 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 90.8%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 356.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 363 V, terdapat selisih sebesar 6.7 V atau 1.88%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.51 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator KHJA sebesar 18.009 kV atau 18009 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator KHJA sebesar 1.999 kV atau 9.955%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator KHJA sebesar 1.980 kV atau 9.898%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 1.985 kV atau 9.927%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator KHJA sebesar 18.015 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator KHJA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.19. Transformator JYL

Transformator JYL adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYL merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 311, Trafo ini merupakan trafo ke 19 dari gardu induk yang berjarak 21084 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.52 Tegangan Terukur pada Transformator JYL

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYL	368	358	369	207	213	209

Dari tabel 4.52 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 368 V pada *line* R-S, 358 V pada *line* R-T dan 369 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 365 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 207 V pada *line* R-N, 213 V pada *line* S-N dan 209 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 209.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYL menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.53 Tegangan Transformator JYL pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	JYL	20	17.924	89.6	0.400	0.371	92.7

Dari tabel 4.53 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator JYL dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.924 kV atau 17924 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 89.6%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,371 kV atau 371 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 92.7%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 365 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 371 V, terdapat selisih sebesar 6 V atau 1.64%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.53 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYL sebesar 17.924 kV atau 17924 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYL sebesar 2.076 kV atau 10.38%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYL sebesar 2.064 kV atau 10.32%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.07 kV atau 10.350%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator JYL sebesar 17.93 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator JYL tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.20. Transformator JYLA

Transformator JYLA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYLA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 318L27, Trafo ini merupakan trafo ke 20 dari gardu induk yang berjarak 22892 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.54 Tegangan Terukur pada Transformator JYLA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYLA	354	366	364	208	205	212

Dari tabel 4.54 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 354 V pada *line* R-S, 366 V pada *line* R-T dan 364 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 361.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 208 V pada *line* R-N, 205 V pada *line* S-N dan 212 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 208.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYLA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.55 Tegangan Transformator JYLA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	JYLA	20	17.885	89.4	0.400	0.360	90.0

Dari tabel 4.55 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator JYLA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.885 kV atau 17885 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 89.4%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,36 kV atau 360 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 90%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 361.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 360 V, terdapat selisih sebesar 1.3 V atau 0.359%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.55 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYLA sebesar 17.885 kV atau 17885 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYLA sebesar 2.115 kV atau 10.575%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYLA sebesar 2.104 kV atau 10.518%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.109 kV atau 10.546%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator JYLA sebesar 17.891 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator JYLA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.21. Transformator JYLB

Transformator JYLB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYLB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 318L40, Trafo ini merupakan trafo ke 6 dari gardu induk yang berjarak 23607 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.56 Tegangan Terukur pada Transformator JYLB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYLB	375	358	373	209	216	208

Dari tabel 4.56 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 375 V pada *line* R-S, 358 V pada *line* R-T dan 373 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 368.67 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 209 V pada *line* R-N, 216 V pada *line* S-N dan 208 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 211 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYLB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.57 Tegangan Transformator JYLB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	JYLB	20	17.883	89.4	0.400	0.370	92.4

Dari tabel 4.57 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator JYLB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.883 kV atau 17883 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 89.4%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,370 kV atau 370 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 92.4%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 368.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 370 V, terdapat selisih sebesar 1.33 V atau 0.36%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.57 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYLB sebesar 17.883 kV atau 17883 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYLB sebesar 2.117 kV atau 10.585%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYLB sebesar 2.107 kV atau 10.535%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.112 kV atau 10.56%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator JYLB sebesar 17.888 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator JYLB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.22. Transformator JYLD

Transformator JYLD adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYLD merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 321, Trafo ini merupakan trafo ke 22 dari gardu induk yang berjarak 21622 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.58 Tegangan Terukur pada Transformator JYLD

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYLD	378	360	373	211	219	209

Dari tabel 4.58 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 378 V pada *line* R-S, 360 V pada *line* R-T dan 373 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 370.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 211 V pada *line* R-N, 219 V pada *line* S-N dan 209 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 213 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYLD menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.59 Tegangan Transformator JYLD pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	JYLD	20	17.879	89.4	0.400	0.370	92.4

Dari tabel 4.59 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator JYLD dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.879 kV atau 17879 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 89.4%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,37 kV atau 370 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 92.4%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 370.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 370 V, terdapat selisih sebesar 0.3 V atau 0.08%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.59 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYLD sebesar 17.879 kV atau 17879 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYLD sebesar 2.121 kV atau 10.605%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYLD sebesar 2.109 kV atau 10.547%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.115 kV atau 10.576%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator JYLD sebesar 17.885 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator JYLD tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.23. Transformator STLB

Transformator STLB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator STLB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 331L4, Trafo ini merupakan trafo ke 23 dari gardu induk yang berjarak 22332 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.60 Tegangan Terukur pada Transformator STLB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	STLB	354	356	347	206	200	203

Dari tabel 4.60 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 354 V pada *line* R-S, 356 V pada *line* R-T dan 347 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 352.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 206 V pada *line* R-N, 200 V pada *line* S-N dan 203 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 203 V. Adapun hasil tegangan pada transformator STLB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.61 Tegangan Transformator STLB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	STLB	20	17.837	89.2	0.400	0.350	87.6

Dari tabel 4.61 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator STLB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.837 kV atau 17837 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 89.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,35 kV atau 350 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 87.6%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 352.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 350 V, terdapat selisih sebesar 2.3 V atau 0.652%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.61 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator STLB sebesar 17.837 kV atau 17837 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator STLB sebesar 2.163 kV atau 10.815%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator STLB sebesar 2.152 kV atau 10.759%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.157 kV atau 10.787%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator STLB sebesar 17.843 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator STLB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.24. Transformator JYLC

Transformator JYLC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYLC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 334R34, Trafo ini merupakan trafo ke 24 dari gardu induk yang berjarak 24115 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.62 Tegangan Terukur pada Transformator JYLC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYLC	374	360	373	210	218	219

Dari tabel 4.62 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 374 V pada *line* R-S, 360 V pada *line* R-T dan 373 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 369 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 210 V pada *line* R-N, 218 V pada *line* S-N dan 219 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 215.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYLC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.63 Tegangan Transformator JYLC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	JYLC	20	17.819	89.1	0.400	0.365	91.3

Dari tabel 4.63 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator JYLC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.819 kV atau 17819 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 89.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,365 kV atau 365 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 91.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 369 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 365 V, terdapat selisih sebesar 4 V atau 1.084%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.63 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYLC sebesar 17.819 kV atau 17819 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYLC sebesar 2.181 kV atau 10.905%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYLC sebesar 2.169 kV atau 10.843%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.175 kV atau 10.874%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator JYLC sebesar 17.825 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator JYLC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.25. Transformator STLD

Transformator STLD adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator STLD merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 336, Trafo ini merupakan trafo ke 25 dari gardu induk yang berjarak 22402 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.64 Tegangan Terukur pada Transformator STLD

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	STLD	372	359	375	208	217	211

Dari tabel 4.64 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 372 V pada *line* R-S, 359 V pada *line* R-T dan 375 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 368.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 208 V pada *line* R-N, 217 V pada *line* S-N dan 211 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 212 V. Adapun hasil tegangan pada transformator STLD menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.65 Tegangan Transformator STLD pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	STLD	20	17.818	89.1	0.400	0.369	92.1

Dari tabel 4.65 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator STLD dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.818 kV atau 17818 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 89.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,369 kV atau 369 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 92.1%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 368.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 369 V, terdapat selisih sebesar 0.33 V atau 0.089%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.65 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator STLD sebesar 17.818 kV atau 17818 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator STLD sebesar 2.182 kV atau 10.91%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator STLD sebesar 2.170 kV atau 10.849%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.176 kV atau 10.879%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator STLD sebesar 17.824 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator STLD tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.26. Transformator STLC

Transformator STLC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator STLC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 347R4, Trafo ini merupakan trafo ke 26 dari gardu induk yang berjarak 23165 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.66 Tegangan Terukur pada Transformator STLC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	STLC	365	357	366	208	211	209

Dari tabel 4.66 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 365 V pada *line* R-S, 357 V pada *line* R-T dan 366 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 362.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 208 V pada *line* R-N, 211 V pada *line* S-N dan 209 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 209.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator STLC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.67 Tegangan Transformator STLC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	STLC	20	17.776	88.9	0.400	0.359	89.8

Dari tabel 4.67 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator STLC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.776 kV atau 17776 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 88.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,359 kV atau 359 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89.8%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 362.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 359 V, terdapat selisih sebesar 3.67 V atau 1.012%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.67 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator STLC sebesar 17.776 kV atau 17776 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator STLC sebesar 2.224 kV atau 11.120%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator STLC sebesar 2.212 kV atau 11.059%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.218 kV atau 11.089%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator STLC sebesar 17.782 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator STLC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.27. Transformator STLA

Transformator STLA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator STLA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 354L3, Trafo ini merupakan trafo ke 27 dari gardu induk yang berjarak 23455 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.68 Tegangan Terukur pada Transformator STLA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	STLA	367	355	364	206	212	207

Dari tabel 4.68 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 367 V pada *line* R-S, 355 V pada *line* R-T dan 364 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 362 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 206 V pada *line* R-N, 212 V pada *line* S-N dan 207 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 208.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator STLA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.69 Tegangan Transformator STLA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	STLA	20	17.750	88.7	0.400	0.355	88.8

Dari tabel 4.69 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator STLA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.750 kV atau 17750 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 88.7%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,355 kV atau 355 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.8%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 362 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 355 V, terdapat selisih sebesar 7 V atau 1.93%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.69 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator STLA sebesar 17.750 kV atau 17750 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator STLA sebesar 2.25 kV atau 11.290%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator STLA sebesar 2.237 kV atau 11.186%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.244 kV atau 11.218%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator STLA sebesar 17.756 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator STLA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.28. Transformator STL

Transformator STL adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator STL merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 361, Trafo ini merupakan trafo ke 28 dari gardu induk yang berjarak 23078 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.70 Tegangan Terukur pada Transformator STL

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	STL	380	381	368	22	213	215

Dari tabel 4.70 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 380 V pada *line* R-S, 381 V pada *line* R-T dan 368 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 376.33 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 22 V pada *line* R-N, 213 V pada *line* S-N dan 215 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 150 V. Adapun hasil tegangan pada transformator STL menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.71 Tegangan Transformator STL pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	STL	20	17.725	88.6	0.400	0.378	94.6

Dari tabel 4.71 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator STL dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.725 kV atau 17725 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 88.6%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,378 kV atau 378 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 94.6%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 376.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 378 V, terdapat selisih sebesar 1.7 V atau 0.45%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.71 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator STL sebesar 17.725 kV atau 17725 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator STL sebesar 2.274 kV atau 11.375%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator STL sebesar 2.261 kV atau 11.307%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.268 kV atau 11.341%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator STL sebesar 17.732 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator STL tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.29. Transformator STLE

Transformator STLE adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator STLE merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 369, Trafo ini merupakan trafo ke 29 dari gardu induk yang berjarak 24124 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.72 Tegangan Terukur pada Transformator STLE

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	STLE	381	368	382	214	221	215

Dari tabel 4.72 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 381 V pada *line* R-S, 368 V pada *line* R-T dan 382 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 377 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 214 V pada *line* R-N, 221 V pada *line* S-N dan 215 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 216.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator STLE menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.73 Tegangan Transformator STLE pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	STLE	20	17.697	88.5	0.400	0.377	94.1

Dari tabel 4.73 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator STLE dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.697 kV atau 17.697 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 88.5%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,377 kV atau 377 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 94.1%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 377 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 377 V, terdapat selisih sebesar 0 V atau 0%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.73 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator STLE sebesar 17.697 kV atau 17697 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator STLE sebesar 2.303 kV atau 11.515%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator STLE sebesar 2.289 kV atau 11.447%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.296 kV atau 11.481%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator STLE sebesar 17.704 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator STLE tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.30. Transformator LGJA

Transformator LGJA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGJA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 397, Trafo ini merupakan trafo ke 30 dari gardu induk yang berjarak 25580 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.74 Tegangan Terukur pada Transformator LGJA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGJA	365	363	357	212	208	205

Dari tabel 4.74 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 365 V pada *line* R-S, 363 V pada *line* R-T dan 357 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 361.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 212 V pada *line* R-N, 208 V pada *line* S-N dan 205 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 208.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGJA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.75 Tegangan Transformator LGJA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	LGJA	20	17.600	88.0	0.400	0.362	90.6

Dari tabel 4.75 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator LGJA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.6 kV atau 17600 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 88%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,362 kV atau 362 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 90.6%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 361.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 362 V, terdapat selisih sebesar 0.33 V atau 0.09%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.75 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator LGJA sebesar 17.6 kV atau 17600 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator LGJA sebesar 2.4 kV atau 12%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGJA sebesar 2.384 kV atau 11.922%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.392 kV atau 11.961%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator LGJA sebesar 17.608 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator LGJA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.31. Transformator POM

Transformator POM adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator POM merupakan trafo yang terletak pada saluran utama merupakan gardu beton, Trafo ini merupakan trafo ke 31 dari gardu induk yang berjarak 27014 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.76 Tegangan Terukur pada Transformator POM

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	POM	-	-	-	-	-	-

Dari tabel 4.76 kita dapat melihat tidak ada hasil pengukuran pada trafo POM dikarenakan kekurangan dan kendala yang dialami oleh peneliti. Adapun hasil tegangan pada transformator POM menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.77 Tegangan Transformator POM pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	POM	20	17.508	87.5	0.400	0.360	90.0

Dari tabel 4.77 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator POM dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.508 kV atau 17.508 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 87.5%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,36 kV atau 360 V, dari

perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89.9%.

Pada tabel 4.77 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator POM sebesar 17.508 kV atau 17508 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator POM sebesar 2.492 kV atau 12.46%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator POM sebesar 2.477 kV atau 12.384%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.484 kV atau 12.422%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator POM sebesar 17.516 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator POM tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.32. Transformator LGJB

Transformator LGJB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGJB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 432, Trafo ini merupakan trafo ke 32 dari gardu induk yang berjarak 27444 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.78 Tegangan Terukur pada Transformator LGJB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGJB	349	361	361	204	204	210

Dari tabel 4.78 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 349 V pada *line* R-S, 361 V pada *line* R-T dan 361 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 357 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 204 V pada *line* R-N , 204 V pada *line* S-N dan 210 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 206 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGJB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.79 Tegangan Transformator LGJB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	LGJB	20	17.482	87.4	0.400	0.357	89.3

Dari tabel 4.79 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator LGJB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.482 kV atau 17482 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 87.4%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,357 kV atau 357 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 357 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 357 V, terdapat selisih sebesar 0 V atau 0%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data

yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.79 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator LGJB sebesar 17.482 kV atau 17482 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator LGJB sebesar 2.518 kV atau 12.59%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGJB sebesar 2.502 kV atau 12.511%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.510 kV atau 12.550%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator LGJB sebesar 17.490 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator LGJB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.33. Transformator LGJ

Transformator LGJ adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGJ merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 458L4, Trafo ini merupakan trafo ke 33 dari gardu induk yang berjarak 28163 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_s menggunakan tang ampere.

Tabel 4.80 Tegangan Terukur pada Transformator LGJ

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGJ	367	366	353	212	206	207

Dari tabel 4.80 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 367 V pada *line* R-S, 366 V pada *line* R-T dan 353 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 362 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 212 V pada *line* R-N, 206 V pada *line* S-N dan 207 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 208.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGJ menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.81 Tegangan Transformator LGJ pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	LGJ	20	17.446	87.2	0.400	0.359	89.8

Dari tabel 4.81 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator LGJ dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.446 kV atau 17446 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 87.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,359 kV atau 359 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89.7%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 362 V, dan hasil tegangan dengan

simulasi Etap 12.6 sebesar 359 V, terdapat selisih sebesar 3 V atau 0.829%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.81 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator LGJ sebesar 17.446 kV atau 17446 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator LGJ sebesar 2.554 kV atau 12.77%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGJ sebesar 2.539 kV atau 12.694%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.546 kV atau 12.732%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator LGJ sebesar 17.454 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator LGJ tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.34. Transformator LGJC

Transformator LGJC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGJC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 458, Trafo ini merupakan trafo ke 34 dari gardu induk yang berjarak 28601 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_5 menggunakan tang ampere.

Tabel 4.82 Tegangan Terukur pada Transformator LGJC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGJC	356	367	368	207	208	215

Dari tabel 4.82 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 356 V pada *line* R-S, 367 V pada *line* R-T dan 368 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 363.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 207 V pada *line* R-N , 208 V pada *line* S-N dan 215 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 210 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGJC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.83 Tegangan Transformator LGJC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_S	%
1	LGJC	20	17.413	87.1	0.400	0.355	88.8

Dari tabel 4.83 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator LGJC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.413 kV atau 17413 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 87.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,355 kV atau 355 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.8%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 363.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 355 V, terdapat selisih sebesar 8.67 V atau 2.384 %, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.83 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator LGJC sebesar 17.413 kV atau 17413 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator LGJC sebesar 2.587 kV atau 12.935%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGJC sebesar 2.571 kV atau 12.855%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.579 kV atau 12.895%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator LGJC sebesar 17.421 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator LGJC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.35. Transformator STJA

Transformator STJA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator STJA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 493, Trafo ini merupakan trafo ke 35 dari gardu induk

yang berjarak 30298 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.84 Tegangan Terukur pada Transformator STJA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	STJA	371	362	379	208	218	213

Dari tabel 4.84 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 371 V pada *line* R-S, 362 V pada *line* R-T dan 379 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 370.67 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 208 V pada *line* R-N, 218 V pada *line* S-N dan 213 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 213 V. Adapun hasil tegangan pada transformator STJA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.85 Tegangan Transformator STJA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	STJA	20	17.316	86.6	0.400	0.355	88.7

Dari tabel 4.85 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator STJA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.316 kV atau 17316 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 86.6%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,355 kV atau 355 V, dari

perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.7%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 370.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 355 V, terdapat selisih sebesar 15.67 V atau 4.28%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.85 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator STJA sebesar 17.316 kV atau 17316 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator STJA sebesar 2.684 kV atau 13.420%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator STJA sebesar 2.666 kV atau 13.332%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.675 kV atau 13.376%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator STJA sebesar 17.325 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator STJA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.36. Transformator STJ

Transformator STJ adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator STJ merupakan trafo yang terletak pada saluran utama

pada tiang 499, Trafo ini merupakan trafo ke 36 dari gardu induk yang berjarak 30610 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.86 Tegangan Terukur pada Transformator STJ

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	STJ	358	361	347	210	201	204

Dari tabel 4.86 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 358 V pada *line* R-S, 361 V pada *line* R-T dan 347 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 355.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 210 V pada *line* R-N, 201 V pada *line* S-N dan 204 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 205 V. Adapun hasil tegangan pada transformator STJ menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.87 Tegangan Transformator STJ pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	STJ	20	17.299	86.5	0.400	0.357	89.2

Dari tabel 4.87 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator STJ dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.299 kV atau 17299 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 86.5%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,357 kV atau 357 V, dari

perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89.2%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 355.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 357 V, terdapat selisih sebesar 1.7 V atau 0.478%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.87 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator STJ sebesar 17.299 kV atau 17299 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator STJ sebesar 2.701 kV atau 13.505%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator STJ sebesar 2.684 kV atau 13.419%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.692 kV atau 13.462%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator STJ sebesar 17.308 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator STJ tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.37. Transformator STJB

Transformator STJB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator STJB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 511R2, Trafo ini merupakan trafo ke 37 dari gardu induk yang berjarak 31346 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.88 Tegangan Terukur pada Transformator STJB

No.	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	STJB	394	396	380	229	220	223

Dari tabel 4.88 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 394 V pada *line* R-S, 396 V pada *line* R-T dan 380 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 390 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 229 V pada *line* R-N, 220 V pada *line* S-N dan 223 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 224 V. Adapun hasil tegangan pada transformator STJB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.89 Tegangan Transformator STJB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	STJB	20	17.267	86.3	0.400	0.384	95.9

Dari tabel 4.89 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator STJB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.267 kV atau 17267 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 86.3%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,384 kV atau 384 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 95.9%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 390 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 383 V, terdapat selisih sebesar 7 V atau 1.794%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.89 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator STJB sebesar 17.267 kV atau 17267 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator STJB sebesar 2.733 kV atau 13.665%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator STJB sebesar 2.718 kV atau 13.665%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.725 kV atau 13.627%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator STJB sebesar 17.275 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator STJB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.38. Transformator LGSC

Transformator LGSC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 520L40, Trafo ini merupakan trafo ke 38 dari gardu induk yang berjarak 33907 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.90 Tegangan Terukur pada Transformator LGSC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSC	366	353	368	204	214	207

Dari tabel 4.90 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 366 V pada *line* R-S, 353 V pada *line* R-T dan 368 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 362.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 204 V pada *line* R-N, 214 V pada *line* S-N dan 207 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 208.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.91 Tegangan Transformator LGSC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	LGSC	20	17.223	86.1	0.400	0.365	91.2

Dari tabel 4.91 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator LGSC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.223 kV atau 17223 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 86.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,365 kV atau 365 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 91.2%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 362.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 365 V, terdapat selisih sebesar 2.7 V atau 0.745%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.91 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator LGSC sebesar 17.223 kV atau 17223 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator LGSC sebesar 2.777 kV atau 13.885%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSC sebesar 2.760 kV atau 13.8%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.768 kV atau 13.842%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator LGSC sebesar 17.232 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator LGSC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.39. Transformator LGSL

Transformator LGSL adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSL merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 520L64, Trafo ini merupakan trafo ke 39 dari gardu induk yang berjarak 35265 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.92 Tegangan Terukur pada Transformator LGSL

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSL	358	347	359	201	208	204

Dari tabel 4.92 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 358 V pada *line* R-S, 347 V pada *line* R-T dan 359 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 354.76 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 201 V pada *line* R-N, 208 V pada *line* S-N dan 204 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 204.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSL menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.93 Tegangan Transformator LGSL pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	LGSL	20	17.216	86.1	0.400	0.354	88.5

Dari tabel 4.93 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator LGSL dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.216 kV atau 17216 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 86.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,354 kV atau 354 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.5%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 354.76 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 354 V, terdapat selisih sebesar 0.76 V atau 0.214%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.93 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator LGSL sebesar 17.216 kV atau 17216 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator LGSL sebesar 2.784 kV atau 13.92%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSL sebesar 2.767 kV atau 13.835%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.776 kV atau 13.878%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator LGSL sebesar 17.224 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator LGSL tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.40. Transformator LGSI

Transformator LGSI adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSI merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 520L74, Trafo ini merupakan trafo ke 40 dari gardu induk yang berjarak 35825 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.94 Tegangan Terukur pada Transformator LGSI

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSI	356	342	355	202	208	199

Dari tabel 4.94 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 356 V pada *line* R-S, 342 V pada *line* R-T dan 355 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 351 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 202 V pada *line* R-N, 208 V pada *line* S-N dan 199 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 203 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSI menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.95 Tegangan Transformator LGSI pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	LGSI	20	17.213	86.1	0.400	0.354	88.4

Dari tabel 4.95 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator LGSI dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.213 kV atau 17213 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 86.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,354 kV atau 354 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 351 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 354 V, terdapat selisih sebesar 3 V atau 0.854%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.95 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator LGSI sebesar 17.213 kV atau 17213 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator LGSI sebesar 2.787 kV atau 13.935%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSI sebesar 2.769 kV atau 13.847%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.778 kV atau 13.891%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator LGSI sebesar 17.222 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator LGSI tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.41. Transformator LGSD

Transformator LGSD adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSD merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 520L83, Trafo ini merupakan trafo ke 41 dari gardu induk yang berjarak 36325 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.96 Tegangan Terukur pada Transformator LGSD

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSD	369	367	358	204	204	205

Dari tabel 4.96 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 369 V pada *line* R-S, 367 V pada *line* R-T dan 358 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 364.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 204 V pada *line* R-N, 204 V pada *line* S-N dan 205 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 204.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSD menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.97 Tegangan Transformator LGSD pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	LGSD	20	17.212	86.1	0.400	0.365	91.4

Dari tabel 4.97 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator LGSD dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.212 kV atau 17212 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 86.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,365 kV atau 365 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 91.4%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 364.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 365 V, terdapat selisih sebesar 0.37 V atau 0.101%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.97 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator LGSD sebesar 17.212 kV atau 17212 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator LGSD sebesar 2.788 kV atau 13.94%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSD sebesar 2.771 kV atau 13.854%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.779 kV atau 13.897%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator LGSD sebesar 17.221 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator LGSD tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.42. Transformator LGSE

Transformator LGSE adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSE merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 520L121, Trafo ini merupakan trafo ke 42 dari gardu induk yang berjarak 38381 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.98 Tegangan Terukur pada Transformator LGSE

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSE	369	367	358	214	206	205

Dari tabel 4.98 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 369 V pada *line* R-S, 367 V pada *line* R-T dan 358 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 364.67 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 214 V pada *line* R-N, 206 V pada *line* S-N dan 205 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 208.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSE menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.99 Tegangan Transformator LGSE pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	LGSE	20	17.209	86.0	0.400	0.365	91.4

Dari tabel 4.99 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator LGSE dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 17.209 kV atau 17209 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 86%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,365 kV atau 365 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 91.4%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 364.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 365 V, terdapat selisih sebesar 0.37 V atau 0.101%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.99 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator LGSE sebesar 17.209 kV atau 17209 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator LGSE sebesar 2.791 kV atau 13.955%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSE sebesar 2.773 kV atau 13.867%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.782 kV atau 13.911%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator LGSE sebesar 17.218 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator LGSE tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.43. Transformator LGSF

Transformator LGSF adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSF merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 520L144, Trafo ini merupakan trafo ke 43 dari gardu induk yang berjarak 39647 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.100 Tegangan Terukur pada Transformator LGSF

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSF	369	368	356	214	206	207

Dari tabel 4.100 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 369 V pada *line* R-S, 368 V pada *line* R-T dan 356 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 364.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 214 V pada *line* R-N, 206 V pada *line* S-N dan 207 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 209 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSF menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.101 Tegangan Transformator LGSF pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	LGSF	20	17.208	86.0	0.400	0.367	91.7

Dari tabel 4.101 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator LGSF dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.208 kV atau 17208 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 86%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,367 kV atau 367 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 91.7%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 364.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 367 V, terdapat selisih sebesar 2.7 V atau 0.741%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.101 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator LGSF sebesar 17.208 kV atau 17208 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator LGSF sebesar 2.792 kV atau 13.960%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSF sebesar 2.774 kV atau 13.869%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.783 kV atau 13.915 %. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator LGSF sebesar 17.217 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator LGSF tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.44. Transformator LGSA

Transformator LGSA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 525, Trafo ini merupakan trafo ke 6 dari gardu induk yang berjarak 31962 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.102 Tegangan Terukur pada Transformator LGSA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSA	370	362	372	209	212	208

Dari tabel 4.102 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 370 V pada *line* R-S, 362 V pada *line* R-T dan 372 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 368 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 209 V pada *line* R-N, 212 V pada *line* S-N dan 208 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 209.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.103 Tegangan Transformator LGSA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	LGSA	20	17.230	86.1	0.400	0.373	93.1

Dari tabel 4.103 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator LGSA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.23 kV atau 17230 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 86.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,373 kV atau 373 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 93.1%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 368 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 372 V, terdapat selisih sebesar 4 V atau 1.086%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.103 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator LGSA sebesar 17.230 kV atau 17230 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator LGSA sebesar 2.770 kV atau 13.85%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSA sebesar 2.754 kV atau 13.768%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.762 kV atau 13.809%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator LGSA sebesar 17.238 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator LGSA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.45. Transformator LGSK

Transformator LGSK adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSK merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 548R1, Trafo ini merupakan trafo ke 45 dari gardu induk yang berjarak 33201 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.104 Tegangan Terukur pada Transformator LGSK

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSK	359	371	370	209	207	216

Dari tabel 4.104 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 359 V pada *line* R-S, 371 V pada *line* R-T dan 370 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 366.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 209 V pada *line* R-N, 207 V pada *line* S-N dan 216 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 210.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSK menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.105 Tegangan Transformator LGSK pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	LGSK	20	17.179	85.9	0.400	0.366	91.4

Dari tabel 4.105 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator LGSK dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.179 kV atau 17179 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 85.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,366 kV atau 366 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 91.4%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 366.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 366 V, terdapat selisih sebesar 0.67 V atau 0.183%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.105 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator LGSK sebesar 17.179 kV atau 17179 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator LGSK sebesar 2.821 kV atau 14.105%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSK sebesar 2.804 kV atau 14.019%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.812 kV atau 14.062%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator LGSK sebesar 17.188 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator LGSK tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.46. Transformator LGSB

Transformator LGSB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 581, Trafo ini merupakan trafo ke 46 dari gardu induk yang berjarak 34874 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.106 Tegangan Terukur pada Transformator LGSB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSB	342	359	356	201	200	207

Dari tabel 4.106 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 342 V pada *line* R-S, 359 V pada *line* R-T dan 356 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 352.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 201 V pada *line* R-N, 200 V pada *line* S-N dan 207 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 202.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.107 Tegangan Transformator LGSB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	LGSB	20	17.108	85.5	0.400	0.360	90.0

Dari tabel 4.107 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator LGSB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.108 kV atau 17108 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 85.5%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,36 kV atau 360 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 90%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 352.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 360 V, terdapat selisih sebesar 7.7 V atau 2.185%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.107 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator LGSB sebesar 17.108 kV atau 17108 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator LGSB sebesar 2.892 kV atau 14.46%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSB sebesar 2.873 kV atau 14.367%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.883 kV atau 14.413%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator LGSB sebesar 17.117 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator LGSB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.47. Transformator LGSG

Transformator LGSG adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSG merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 604, Trafo ini merupakan trafo ke 47 dari gardu induk yang berjarak 35939 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.108 Tegangan Terukur pada Transformator LGSG

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSG	381	366	380	214	222	215

Dari tabel 4.108 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 381 V pada *line* R-S, 366 V pada *line* R-T dan 380 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 375.67 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 214 V pada *line* R-N, 222 V pada *line* S-N dan 215 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 217 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSG menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.109 Tegangan Transformator LGSG pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	LGSG	20	17.058	85.3	0.400	0.376	94.0

Dari tabel 4.109 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator LGSG dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.058 kV atau 17058 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 85.3%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,376 kV atau 376 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 94%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 375.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 376 V, terdapat selisih sebesar 0.33 V atau 0.087%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.109 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator LGSG sebesar 17.058 kV atau 17058 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator LGSG sebesar 2.942 kV atau 14.71%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSG sebesar 2.921 kV atau 14.607%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.932 kV atau 14.659%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator LGSG sebesar 17.068 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator LGSG tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.48. Transformator LGSH

Transformator LGSH adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator LGSH merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 616, Trafo ini merupakan trafo ke 48 dari gardu induk yang berjarak 36434 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.110 Tegangan Terukur pada Transformator LGSH

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	LGSH	379	369	379	215	220	216

Dari tabel 4.110 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 379 V pada *line* R-S, 369 V pada *line* R-T dan 379 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 375.67 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 215 V pada *line* R-N, 220 V pada *line* S-N dan 216 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 217 V. Adapun hasil tegangan pada transformator LGSH menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.111 Tegangan Transformator LGSH pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	LGSH	20	17.027	85.1	0.400	0.375	93.7

Dari tabel 4.111 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator LGSH dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.027 kV atau 17027 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 85.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,375 kV atau 375 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 93.7%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 375.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 375 V, terdapat selisih sebesar 0.67 V atau 0.178%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.111 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator LGSH sebesar 17.027 kV atau 17027 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator LGSH sebesar 2.973 kV atau 14.865%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator LGSH sebesar 2.950 kV atau 14.75%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.962 kV atau 14.808%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator LGSH sebesar 17.038 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator LGSH tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.49. Transformator JYSA

Transformator JYSA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYSA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 625, Trafo ini merupakan trafo ke 49 dari gardu induk yang berjarak 36184 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.112 Tegangan Terukur pada Transformator JYSA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYSA	367	377	381	214	215	221

Dari tabel 4.112 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 367 V pada *line* R-S, 377 V pada *line* R-T dan 381 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 375 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 214 V pada *line* R-N , 215 V pada *line* S-N dan 221 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 216.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYSA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.113 Tegangan Transformator JYSA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	JYSA	20	17.003	85.0	0.400	0.372	93.0

Dari tabel 4.113 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator JYSA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 17.003 kV atau 17003 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 85%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,372 kV atau 372 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 93%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 375 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 372 V, terdapat selisih sebesar 3 V atau 0.8%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.113 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYSA sebesar 17.003 kV atau 17003 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYSA sebesar 2.997 kV atau 14.985%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYSA sebesar 2.972 kV atau 14.859%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 2.984 kV atau 14.922%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator JYSA sebesar 17.016 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator JYSA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.50. Transformator JYSB

Transformator JYSB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYSB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 669, Trafo ini merupakan trafo ke 50 dari gardu induk yang berjarak 38607 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.104 Tegangan Terukur pada Transformator JYSB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYSB	383	382	372	223	216	217

Dari tabel 4.104 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 383 V pada *line* R-S, 382 V pada *line* R-T dan 372 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 379 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 223 V pada *line* R-N, 216 V pada *line* S-N dan 217 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 218.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYSB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.105 Tegangan Transformator JYSB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	JYSB	20	16.894	84.5	0.400	0.372	93.0

Dari tabel 4.105 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator JYSB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.894 kV atau 16894 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 84.5%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,372 kV atau 372 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 93%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 379 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 372 V, terdapat selisih sebesar 7 V atau 1.84%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.105 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYSB sebesar 16.894 kV atau 16894 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYSB sebesar 3.106 kV atau 15.530%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYSB sebesar 3.073 kV atau 15.363%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.089 kV atau 15.447%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator JYSB sebesar 16.991 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator JYSB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.51. Transformator JYSG

Transformator JYSG adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYSG merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 694, Trafo ini merupakan trafo ke 51 dari gardu induk yang berjarak 39620 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.116 Tegangan Terukur pada Transformator JYSG

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYSG	358	345	360	200	209	203

Dari tabel 4.116 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 358 V pada *line* R-S, 345 V pada *line* R-T dan 360 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 354.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 200 V pada *line* R-N , 209 V pada *line* S-N dan 203 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 204 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYSG menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.117 Tegangan Transformator JYSG pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	JYSG	20	16.833	84.2	0.400	0.360	90.0

Dari tabel 4.117 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator JYSG dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.833 kV atau 16833 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 84.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,36 kV atau 360 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 90%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 354.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 362 V, terdapat selisih sebesar 7.7 V atau 2.17%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.117 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYSG sebesar 16.833 kV atau 16833 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYSG sebesar 3.167 kV atau 15.835%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYSG sebesar 3.128 kV atau 15.642%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.148 kV atau 15.738%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator JYSG sebesar 16.852 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator JYSG tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.52. Transformator JYSC

Transformator JYSC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYSC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 707, Trafo ini merupakan trafo ke 52 dari gardu induk yang berjarak 40099 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.118 Tegangan Terukur pada Transformator JYSC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYSC	357	340	354	201	208	197

Dari tabel 4.118 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 357 V pada *line* R-S, 340 V pada *line* R-T dan 354 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 350.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 201 V pada *line* R-N, 208 V pada *line* S-N dan 197 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 202 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYSC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.119 Tegangan Transformator JYSC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	JYSC	20	16.805	84.0	0.400	0.357	89.3

Dari tabel 4.119 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator JYSC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.805 kV atau 16805 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 84%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,357 kV atau 357 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 350.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 357 V, terdapat selisih sebesar 6.7 V atau 1.912%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.119 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYSC sebesar 16.805 kV atau 16805 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYSC sebesar 3.195 kV atau 15.975%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYSC sebesar 3.154 kV atau 15.771%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.175 kV atau 15.873%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator JYSC sebesar 16.825 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator JYSC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.53. Transformator JYSD

Transformator JYSD adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYSD merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 745, Trafo ini merupakan trafo ke 53 dari gardu induk yang berjarak 41764 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.120 Tegangan Terukur pada Transformator JYSD

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYSD	338	354	354	199	198	206

Dari tabel 4.120 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 338 V pada *line* R-S, 354 V pada *line* R-T dan 354 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 348.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 199 V pada *line* R-N , 198 V pada *line* S-N dan 206 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 201 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYSD menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.121 Tegangan Transformator JYSD pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	JYSD	20	16.710	83.5	0.400	0.352	87.9

Dari tabel 4.121 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator JYSD dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.710 kV atau 16710 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 83.5%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,352 kV atau 352 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 87.9%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 348.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 352 V, terdapat selisih sebesar 3.33 V atau 0.955%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.121 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYSD sebesar 16.710 kV atau 16710 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYSD sebesar 3.290 kV atau 16.54%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYSD sebesar 3.243 kV atau 16.216%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.267 kV atau 16.333%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator JYSD sebesar 16.733 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator JYSD tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.54. Transformator JYSE

Transformator JYSE adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYSE merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 783, Trafo ini merupakan trafo ke 54 dari gardu induk yang berjarak 42984 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.122 Tegangan Terukur pada Transformator JYSE

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYSE	339	354	353	200	197	207

Dari tabel 4.122 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 339 V pada *line* R-S, 354 V pada *line* R-T dan 353 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 348.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 200 V pada *line* R-N , 197 V pada *line* S-N dan 207 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 201.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYSE menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.123 Tegangan Transformator JYSE pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	JYSE	20	16.643	83.2	0.400	0.353	88.3

Dari tabel 4.123 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator JYSE dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.643 kV atau 16643 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 83.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,353 kV atau 353 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 348.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 356 V, terdapat selisih sebesar 7.33 V atau 2.102%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.123 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYSE sebesar 16.643 kV atau 16643 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYSE sebesar 3.357 kV atau 16.785%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYSE sebesar 3.306 kV atau 16.529%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.331 kV atau 16.657%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator JYSE sebesar 16.669 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator JYSE tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.55. Transformator JYSH

Transformator JYSH adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYSH merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 791, Trafo ini merupakan trafo ke 55 dari gardu induk yang berjarak 43332 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.124 Tegangan Terukur pada Transformator JYSH

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYSH	352	351	338	205	197	198

Dari tabel 4.124 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 352 V pada *line* R-S, 351 V pada *line* R-T dan 338 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 347 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 205 V pada *line* R-N , 197 V pada *line* S-N dan 198 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 200 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYSH menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.125 Tegangan Transformator JYSH pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	JYSH	20	16.625	83.1	0.400	0.346	86.4

Dari tabel 4.125 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator JYSH dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.625 kV atau 16625 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 83.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,346 kV atau 346 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 86.4%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 347 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 346 V, terdapat selisih sebesar 1 V atau 0.288%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.125 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYSH sebesar 16.625 kV atau 16625 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYSH sebesar 3.375 kV atau 16.875%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYSH sebesar 3.323 kV atau 16.614%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.349 kV atau 16.745%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator JYSH sebesar 16.651 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator JYSH tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.56. Transformator JYSF

Transformator JYSF adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator JYSF merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 815, Trafo ini merupakan trafo ke 56 dari gardu induk yang berjarak 44298 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.126 Tegangan Terukur pada Transformator JYSF

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	JYSF	350	367	366	206	204	214

Dari tabel 4.126 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 350 V pada *line* R-S, 367 V pada *line* R-T dan 366 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 361 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 206 V pada *line* R-N , 204 V pada *line* S-N dan 214 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 208 V. Adapun hasil tegangan pada transformator JYSF menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.127 Tegangan Transformator JYSF pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	JYSF	20	16.574	82.9	0.400	0.361	90.1

Dari tabel 4.127 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator JYSF dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.574 kV atau 16574 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 82.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,361 kV atau 361 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 90.1%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 361 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 361 V, terdapat selisih sebesar 0 V atau 0%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.127 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator JYSF sebesar 16.574 kV atau 16574 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator JYSF sebesar 3.426 kV atau 17.13%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator JYSF sebesar 3.369 kV atau 16.845%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.398 kV atau 16.988%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator JYSF sebesar 16.602 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator JYSF tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.57. Transformator PMRA

Transformator PMRA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PMRA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 858, Trafo ini merupakan trafo ke 57 dari gardu induk yang berjarak 46166 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.128 Tegangan Terukur pada Transformator PMRA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PMRA	388	374	384	218	226	220

Dari tabel 4.128 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 388 V pada *line* R-S, 374 V pada *line* R-T dan 384 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 382 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 218 V pada *line* R-N , 226 V pada *line* S-N dan 220 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 221.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PMRA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.129 Tegangan Transformator PMRA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PMRA	20	16.482	82.4	0.400	0.360	90.1

Dari tabel 4.129 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PMRA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.482 kV atau 16482 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 82.4%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,360 kV atau 360 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 91.2%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 382 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 360 V, terdapat selisih sebesar 22 V atau 5.759%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.129 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PMRA sebesar 16.482 kV atau 16482 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PMRA sebesar 3.518 kV atau 17.59%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PMRA sebesar 3.452 kV atau 17.262%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.485 kV atau 17.426%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator PMRA sebesar 16.515 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator PMRA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.58. Transformator BSTR

Transformator BSTR adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator BSTR merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 877, Trafo ini merupakan trafo ke 58 dari gardu induk yang berjarak 46986 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.130 Tegangan Terukur pada Transformator BSTR

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	BSTR	355	357	340	207	197	202

Dari tabel 4.130 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 355 V pada *line* R-S, 357 V pada *line* R-T dan 340 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 350.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 207 V pada *line* R-N , 197 V pada *line* S-N dan 202 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 202 V. Adapun hasil tegangan pada transformator BSTR menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.131 Tegangan Transformator BSTR pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	BSTR	20	16.443	82.2	0.400	0.353	88.3

Dari tabel 4.131 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator BSTR dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.443 kV atau 16443 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 82.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,353 kV atau 353 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 350.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 353 V, terdapat selisih sebesar 2.33 V atau 0.664%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.131 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator BSTR sebesar 16.443 kV atau 16443 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator BSTR sebesar 3.557 kV atau 17.785%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator BSTR sebesar 3.489 kV atau 17.443%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.523 kV atau 17.614%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator BSTR sebesar 16.477 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator BSTR tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.59. Transformator PMRB

Transformator PMRB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PMRB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 913, Trafo ini merupakan trafo ke 59 dari gardu induk yang berjarak 48591 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.132 Tegangan Terukur pada Transformator PMRB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PMRB	360	363	352	210	203	207

Dari tabel 4.132 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 360 V pada *line* R-S, 363 V pada *line* R-T dan 352 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 358.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 210 V pada *line* R-N , 203 V pada *line* S-N dan 207 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 206.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PMRB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.133 Tegangan Transformator PMRB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PMRB	20	16.368	81.8	0.400	0.356	89.1

Dari tabel 4.133 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PMRB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.368 kV atau 16368 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.8%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,356 kV atau 356 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89.1%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 358.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 362 V, terdapat selisih sebesar 3.7 V atau 1.032%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.133 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PMRB sebesar 16.368 kV atau 16368 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PMRB sebesar 3.632 kV atau 18.16%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PMRB sebesar 3.558 kV atau 17.788%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.595 kV atau 17.974%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator PMRB sebesar 16.405 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator PMRB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.60. Transformator PMRC

Transformator PMRC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PMRC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 939, Trafo ini merupakan trafo ke 60 dari gardu induk yang berjarak 49823 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.134 Tegangan Terukur pada Transformator PMRC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PMRC	349	351	336	201	194	198

Dari tabel 4.134 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 349 V pada *line* R-S, 351 V pada *line* R-T dan 336 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 345.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 201 V pada *line* R-N , 194 V pada *line* S-N dan 198 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 197.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PMRC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.135 Tegangan Transformator PMRC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PMRC	20	16.312	81.6	0.400	0.346	86.4

Dari tabel 4.135 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PMRC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.312 kV atau 16312 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.6%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,346 kV atau 346 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 86.4%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 345.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 346 V, terdapat selisih sebesar 0.7 V atau 0.02%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.135 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PMRC sebesar 16.312 kV atau 16312 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PMRC sebesar 3.688 kV atau 18.440%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PMRC sebesar 3.609 kV atau 18.046%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.649 kV atau 18.243%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator PMRC sebesar 16.351 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator PMRC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.61. Transformator PMRI

Transformator PMRI adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PMRI merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 970, Trafo ini merupakan trafo ke 61 dari gardu induk yang berjarak 51713 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.136 Tegangan Terukur pada Transformator PMRI

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PMRI	353	333	348	198	205	192

Dari tabel 4.136 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 353 V pada *line* R-S, 333 V pada *line* R-T dan 348 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 344.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 198 V pada *line* R-N , 205 V pada *line* S-N dan 192 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 2198.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PMRI menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.137 Tegangan Transformator PMRI pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PMRI	20	16.258	81.3	0.400	0.353	88.1

Dari tabel 4.137 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PMRI dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.258 kV atau 16258 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.3%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,353 kV atau 353 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.1%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 344.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 353 V, terdapat selisih sebesar 8.3 V atau 2.4%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.137 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PMRI sebesar 16.528 kV atau 16528 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PMRI sebesar 3.742 kV atau 18.71%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PMRI sebesar 3.661 kV atau 18.306%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.702 kV atau 18.508%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PMRI sebesar 16.298 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PMRI tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.62. Transformator PMRD

Transformator PMRD adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PMRD merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 980, Trafo ini merupakan trafo ke 62 dari gardu induk yang berjarak 51913 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.138 Tegangan Terukur pada Transformator PMRD

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PMRD	329	349	347	197	192	204

Dari tabel 4.138 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 329 V pada *line* R-S, 349 V pada *line* R-T dan 347 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 341.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 197 V pada *line* R-N , 192 V pada *line* S-N dan 204 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 197.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PMRD menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.139 Tegangan Transformator PMRD pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PMRD	20	16.255	81.3	0.400	0.344	86.0

Dari tabel 4.139 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PMRD dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.255 kV atau 16255 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.3%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,344 kV atau 344 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 86%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 341.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 344 V, terdapat selisih sebesar 2.33 V atau 0.682%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.139 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PMRD sebesar 16.255 kV atau 16255 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PMRD sebesar 3.745 kV atau 18.725%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PMRD sebesar 3.664 kV atau 18.32%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.704 kV atau 18.522%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator PMRD sebesar 16.296 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator PMRD tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.63. Transformator PSDA

Transformator PSDA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PSDA merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 989L1, Trafo ini merupakan trafo ke 63 dari gardu induk yang berjarak 52293 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.140 Tegangan Terukur pada Transformator PSDA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PSDA	351	345	359	200	209	202

Dari tabel 4.140 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 351 V pada *line* R-S, 345 V pada *line* R-T dan 359 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 351.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 200 V pada *line* R-N, 209 V pada *line* S-N dan 202 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 203.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PSDA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.141 Tegangan Transformator PSDA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PSDA	20	16.251	81.3	0.400	0.348	87.0

Dari tabel 4.141 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PSDA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.251 kV atau 16251 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.3%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,348 kV atau 348 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 87%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 351.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 348 V, terdapat selisih sebesar 2.33 V atau 0.662%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.141 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PSDA sebesar 16.251 kV atau 16251 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PSDA sebesar 3.749 kV atau 18.745%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PSDA sebesar 3.668 kV atau 18.34%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.709 kV atau 18.543%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator PSDA sebesar 16.291 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator PSDA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.64. Transformator PMRE

Transformator PMRE adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PMRE merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 1014, Trafo ini merupakan trafo ke 64 dari gardu induk yang berjarak 53258 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.142 Tegangan Terukur pada Transformator PMRE

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PMRE	352	334	350	197	205	193

Dari tabel 4.142 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 352 V pada *line* R-S, 334 V pada *line* R-T dan 350 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 345.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 197 V pada *line* R-N, 205 V pada *line* S-N dan 193 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 198.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PMRE menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.143 Tegangan Transformator PMRE pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PMRE	20	16.240	81.2	0.400	0.345	86.3

Dari tabel 4.143 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PMRE dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.240 kV atau 16240 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,345 kV atau 345 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 86.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 345.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 345 V, terdapat selisih sebesar 0.3 V atau 0.087%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.143 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PMRE sebesar 16.240 kV atau 16240 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PMRE sebesar 3.76 kV atau 18.8%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PMRE sebesar 3.678 kV atau 18.39%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.719 kV atau 18.595%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator PMRE sebesar 16.281 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator PMRE tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.65. Transformator PSDB

Transformator PSDB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PSDB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 1037L1, Trafo ini merupakan trafo ke 65 dari gardu induk yang berjarak 54293 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.144 Tegangan Terukur pada Transformator PSDB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PSDB	360	344	356	204	209	199

Dari tabel 4.144 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 360 V pada *line* R-S, 344 V pada *line* R-T dan 356 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 353.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 204 V pada *line* R-N, 209 V pada *line* S-N dan 199 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 204 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PSDB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.145 Tegangan Transformator PSDB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PSDB	20	16.230	81.2	0.400	0.354	88.4

Dari tabel 4.145 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PSDB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.230 kV atau 16230 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,354 kV atau 354 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.4%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 353.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 360 V, terdapat selisih sebesar 6.7 V atau 1.896%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.145 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PSDB sebesar 16.230 kV atau 16230 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PSDB sebesar 3.77 kV atau 18.85%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PSDB sebesar 3.688 kV atau 18.44%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.729 kV atau 18.645%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PSDB sebesar 16.271 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PSDB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.66. Transformator PMRF

Transformator PMRF adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PMRF merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 1058, Trafo ini merupakan trafo ke 66 dari gardu induk yang berjarak 55078 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.146 Tegangan Terukur pada Transformator PMRF

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PMRF	350	330	346	197	204	191

Dari tabel 4.146 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 350 V pada *line* R-S, 330 V pada *line* R-T dan 346 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 342 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 197 V pada *line* R-N, 204 V pada *line* S-N dan 191 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 197.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PMRF menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.147 Tegangan Transformator PMRF pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PMRF	20	16.224	81.1	0.400	0.345	86.3

Dari tabel 4.147 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PMRF dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.224 kV atau 16224 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,345 kV atau 345 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 86.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 342 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 345 V, terdapat selisih sebesar 3 V atau 0.877%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.147 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PMRF sebesar 16.224 kV atau 16224 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PMRF sebesar 3.776 kV atau 18.8%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PMRF sebesar 3.694 kV atau 18.469%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.735 kV atau 18.675%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PMRF sebesar 16.265 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PMRF tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.67. Transformator PMRJ

Transformator PMRJ adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PMRJ merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 1075, Trafo ini merupakan trafo ke 67 dari gardu induk yang berjarak 55763 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.148 Tegangan Terukur pada Transformator PMRJ

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PMRJ	350	350	332	205	195	197

Dari tabel 4.148 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 350 V pada *line* R-S, 350 V pada *line* R-T dan 332 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 344 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 205 V pada *line* R-N , 195 V pada *line* S-N dan 197 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 199 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PMRJ menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.149 Tegangan Transformator PMRJ pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PMRJ	20	16.219	81.1	0.400	0.352	88.1

Dari tabel 4.149 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PMRJ dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.219 kV atau 16219 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,352 kV atau 352 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.1%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 344 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 359 V, terdapat selisih sebesar 15 V atau 4.36%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.149 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PMRJ sebesar 16.219 kV atau 16219 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PMRJ sebesar 3.781 kV atau 18.905%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PMRJ sebesar 3.699 kV atau 18.494%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.740 kV atau 18.699%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PMRJ sebesar 16.260 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PMRJ tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.68. Transformator PSDC

Transformator PSDC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PSDC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 1085L2, Trafo ini merupakan trafo ke 68 dari gardu induk yang berjarak 56218 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.150 Tegangan Terukur pada Transformator PSDC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PSDC	339	353	352	201	199	209

Dari tabel 4.150 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 339 V pada *line* R-S, 353 V pada *line* R-T dan 352 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 348 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 201 V pada *line* R-N , 199 V pada *line* S-N dan 209 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 203 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PSDC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.151 Tegangan Transformator PSDC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PSDC	20	16.218	81.1	0.400	0.354	88.5

Dari tabel 4.151 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PSDC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.218 kV atau 16218 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,354 kV atau 354 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.5%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 348 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 354 V, terdapat selisih sebesar 7 V atau 2.01%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.151 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PSDC sebesar 16.218 kV atau 16218 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PSDC sebesar 3.782 kV atau 18.91%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PSDC sebesar 3.701 kV atau 18.505%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.742 kV atau 18.708%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PSDC sebesar 16.258 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PSDC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.69. Transformator PMRG

Transformator PMRG adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PMRG merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 1106, Trafo ini merupakan trafo ke 69 dari gardu induk yang berjarak 56983 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.152 Tegangan Terukur pada Transformator PMRG

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PMRG	346	326	345	192	203	190

Dari tabel 4.152 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 346 V pada *line* R-S, 326 V pada *line* R-T dan 345 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 339 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 192 V pada *line* R-N, 203 V pada *line* S-N dan 190 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 195 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PMRG menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.153 Tegangan Transformator PMRG pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PMRG	20	16.215	81.1	0.400	0.343	85.6

Dari tabel 4.153 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PMRG dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.215 kV atau 16215 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,343 kV atau 343 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 85.6%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 339 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 343 V, terdapat selisih sebesar 6 V atau 1.949%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.153 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PMRG sebesar 16.215 kV atau 16215 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PMRG sebesar 3.785 kV atau 18.925%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PMRG sebesar 3.703 kV atau 18.516%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.744 kV atau 18.721%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PMRG sebesar 16.256 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PMRG tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.70. Transformator PMRH

Transformator PMRH adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PMRH merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 1131, Trafo ini merupakan trafo ke 70 dari gardu induk yang berjarak 58051 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.154 Tegangan Terukur pada Transformator PMRH

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PMRH	349	326	347	193	203	191

Dari tabel 4.154 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 349 V pada *line* R-S, 326 V pada *line* R-T dan 347 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 340.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 193 V pada *line* R-N, 203 V pada *line* S-N dan 191 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 195.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PMRH menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.155 Tegangan Transformator PMRH pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PMRH	20	16.214	81.1	0.400	0.346	86.5

Dari tabel 4.155 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PMRH dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.214 kV atau 16214 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,346 kV atau 346 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 86.5%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 340.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 353 V, terdapat selisih sebesar 12.33 V atau 3.619%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.155 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PMRH sebesar 16.214 kV atau 16214 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PMRH sebesar 3.86 kV atau 18.93%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PMRH sebesar 3.706 kV atau 18.531%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.746 kV atau 18.730%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PMRH sebesar 16.254 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PMRH tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.71. Transformator PBI A

Transformator PBI A adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBI A merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R20, Trafo ini merupakan trafo ke 71 dari gardu induk yang berjarak 51590 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.156 Tegangan Terukur pada Transformator PBI A

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBI A	354	353	338	207	198	198

Dari tabel 4.156 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 354 V pada *line* R-S, 353 V pada *line* R-T dan 338 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 348.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 207 V pada *line* R-N , 198 V pada *line* S-N dan 198 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 201 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBI A menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.157 Tegangan Transformator PBI A pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBI A	20	16.258	81.3	0.400	0.356	89.0

Dari tabel 4.157 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBI A dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.258 kV atau 16258 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.3%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,356 kV atau 356 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 348.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 356 V, terdapat selisih sebesar 7.7 V atau 2.21%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.157 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBIA sebesar 16.258 kV atau 16258 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBIA sebesar 3.742 kV atau 18.71%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBIA sebesar 3.659 kV atau 18.296%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.701 kV atau 18.503%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBIA sebesar 16.299 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBIA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.72. Transformator PBIK

Transformator PBIK adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBIK merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R41, Trafo ini merupakan trafo ke 72 dari gardu induk yang berjarak 52375 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.158 Tegangan Terukur pada Transformator PBIK

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBIK	356	357	340	207	199	201

Dari tabel 4.158 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 356 V pada *line* R-S, 357 V pada *line* R-T dan 340 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 351 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 207 V pada *line* R-N, 199 V pada *line* S-N dan 201 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 202.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBIK menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.159 Tegangan Transformator PBIK pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBIK	20	16.247	81.2	0.400	0.359	89.7

Dari tabel 4.159 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBIK dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.247 kV atau 16247 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,359 kV atau 359 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89.7%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 351 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 359 V, terdapat selisih sebesar 8 V atau 2.279%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.159 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBIK sebesar 16.247 kV atau 16247 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBIK sebesar 3.753 kV atau 18.765%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBIK sebesar 3.67kV atau 18.35%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.712kV atau 18.558%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBIK sebesar 16.288kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBIK tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.73. Transformator PBIB

Transformator PBIB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBIB merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960RR70, Trafo ini merupakan trafo ke 73 dari gardu induk yang berjarak 53615 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.160 Tegangan Terukur pada Transformator PBIB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBIB	355	356	339	208	198	200

Dari tabel 4.160 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 355 V pada *line* R-S, 356 V pada *line* R-T dan 339 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 350 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 208 V pada *line* R-N , 198 V pada *line* S-N dan 200 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 202 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBIB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.161 Tegangan Transformator PBIB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBIB	20	16.230	81.2	0.400	0.354	88.6

Dari tabel 4.161 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBIB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.23 kV atau 16230 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,354 kV atau 354 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.6%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 350 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 354 V, terdapat selisih sebesar 4 V atau 1.143%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.161 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBIB sebesar 16.23 kV atau 16230 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBIB sebesar 3.77 kV atau 18,85%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBIB sebesar 3.686 kV atau 18.43%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.728kV atau 18.64%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBIB sebesar 16.272 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribsui radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBIB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.74. Transformator PBIG

Transformator PBIG adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBIG merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R101, Trafo ini merupakan trafo ke 74 dari gardu induk yang berjarak 55030 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4. 162 Tegangan Terukur pada Transformator PBIG

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBIG	355	357	340	207	199	200

Dari tabel 4.162 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 355 V pada *line* R-S, 357 V pada *line* R-T dan 340 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 350.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 207 V pada *line* R-N , 199 V pada *line* S-N dan 200 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 202 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBIG menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.163 Tegangan Transformator PBIG pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBIG	20	16.213	81.1	0.400	0.355	88.8

Dari tabel 4.163 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBIG dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.213 kV atau 16213 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,355 kV atau 355 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 88.8%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 350.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 355 V, terdapat selisih sebesar 5.33 V atau 1.52%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.163 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBIG sebesar 16.213 kV atau 16213 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBIG sebesar 3.787 kV atau 18.935%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBIG sebesar 3,703 kV atau 18.517%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.745 kV atau 18.726%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBIG sebesar 16.255kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBIG tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.75. Transformator PBIC

Transformator PBIC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBIC merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R136, Trafo ini merupakan trafo ke 75 dari gardu induk yang berjarak 55635 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.164 Tegangan Terukur pada Transformator PBIC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBIC	350	335	351	196	205	198

Dari tabel 4.164 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 350 V pada *line* R-S, 335 V pada *line* R-T dan 351 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 345.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 196 V pada *line* R-N, 205 V pada *line* S-N dan 198 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 199.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBIC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.165 Tegangan Transformator PBIC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBIC	20	16.206	81.0	0.400	0.351	87.6

Dari tabel 4.165 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBIC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.206 kV atau 16206 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,351 kV atau 351 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 87.6%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 345.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 351 V, terdapat selisih sebesar 4.3 V atau 1.245%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.165 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBIC sebesar 16.206 kV atau 16206 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBIC sebesar 3.794 kV atau 18.97%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBIC sebesar 3.710 kV atau 18.55%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.76kV atau 18,76%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBIC sebesar 16,248 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBIC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.76. Transformator PBID

Transformator PBID adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBID merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R189, Trafo ini merupakan trafo ke 76 dari gardu induk yang berjarak 57735 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.166 Tegangan Terukur pada Transformator PBID

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBID	343	327	347	189	203	194

Dari tabel 4.166 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 343 V pada *line* R-S, 327 V pada *line* R-T dan 347 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 339 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 189 V pada *line* R-N, 203 V pada *line* S-N dan 194 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 195.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBID menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.167 Tegangan Transformator PBID pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBID	20	16.188	80.9	0.400	0.341	85.3

Dari tabel 4.167 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBID dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.188 kV atau 16188 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 80.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,341 kV atau 341 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 85.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 339 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 341 V, terdapat selisih sebesar 2 V atau 0,59%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.167 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBID sebesar 16.188 kV atau 16188 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBID sebesar 3.812 kV atau 19,06%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBID sebesar 3.731kV atau 18.653%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.771kV atau 18.856%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBID sebesar 16.229 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribsui radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBID tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.77. Transformator PBIJ

Transformator PBIJ adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBIJ merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R211, Trafo ini merupakan trafo ke 77 dari gardu induk yang berjarak 58445 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4. 168 Tegangan Terukur pada Transformator PBIJ

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBIJ	343	327	345	190	201	193

Dari tabel 4.168 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 343 V pada *line* R-S, 327 V pada *line* R-T dan 345 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 338.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 190 V pada *line* R-N , 201 V pada *line* S-N dan 193 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 194.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBIJ menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.169 Tegangan Transformator PBIJ pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBIJ	20	16.184	80.9	0.400	0.344	85.9

Dari tabel 4.169 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBIJ dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.184 kV atau 16184 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 80.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,344 kV atau 344 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 85.9%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 338.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 344 V, terdapat selisih sebesar 5.7 V atau 1.684%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.169 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBIJ sebesar 16.184 kV atau 16184 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBIJ sebesar 3.816 kV atau 19.08%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBIJ sebesar 3.736 kV atau 18.68%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.776 kV atau 18.88%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBIJ sebesar 16.224 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBIJ tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.78. Transformator PBIE

Transformator PBIE adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBIE merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R245, Trafo ini merupakan trafo ke 78 dari gardu induk yang berjarak 59735 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.170 Tegangan Terukur pada Transformator PBIE

No.	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBIE	341	328	337	193	197	190

Dari tabel 4.170 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 341 V pada *line* R-S, 328 V pada *line* R-T dan 337 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 335.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 193 V pada *line* R-N , 197 V pada *line* S-N dan 190 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 193.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBIE menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.171 Tegangan Transformator PBIE pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBIE	20	16.177	80.9	0.400	0.344	85.9

Dari tabel 4.171 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBIE dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.177 kV atau 16177 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 80.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,344 kV atau 344 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 85.9%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 335.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 344 V, terdapat selisih sebesar 8.7 V atau 2.595%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.171 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBIE sebesar 16.177 kV atau 16177 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBIE sebesar 3.823 kV atau 19.115%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBIE sebesar 3.744 kV atau 18.718%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.783 kV atau 18.916%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBIE sebesar 16.217 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBIE tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.79. Transformator PBIH

Transformator PBIH adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBIH merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R290, Trafo ini merupakan trafo ke 79 dari gardu induk yang berjarak 61520 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.173 Tegangan Terukur pada Transformator PBIH

No.	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBIH	347	349	335	203	193	197

Dari tabel 4.173 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 347 V pada *line* R-S, 349 V pada *line* R-T dan 335 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 343.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 203 V pada *line* R-N, 193 V pada *line* S-N dan 197 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 197.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBIH menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.174 Tegangan Transformator PBIH pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBIH	20	16.173	80.9	0.400	0.345	86.3

Dari tabel 4.174 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBIH dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.173 kV atau 16173 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 80.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,345 kV atau 345 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 86.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 343.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 345 V, terdapat selisih sebesar 1.33 V atau 0.387%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.174 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBIH sebesar 16.173 kV atau 16173 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBIH sebesar 3.827 kV atau 19.135%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBIH sebesar 3.752 kV atau 18.759%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.789 kV atau 18.947%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBIH sebesar 16.211 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBIH tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.80. Transformator TTS

Transformator TTS adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator TTS merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R309R13, Trafo ini merupakan trafo ke 80 dari gardu induk yang berjarak 62800 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.174 Tegangan Terukur pada Transformator TTS

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	TTS	370	372	353	216	206	208

Dari tabel 4.174 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 370 V pada *line* R-S, 372 V pada *line* R-T dan 353 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 365 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 216 V pada *line* R-N, 206 V pada *line* S-N dan 208 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 210 V. Adapun hasil tegangan pada transformator TTS menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.175 Tegangan Transformator TTS pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	TTS	20	16.172	80.9	0.400	0.359	89.6

Dari tabel 4.175 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator TTS dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.172 kV atau 16172 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 80.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,359 kV atau 359 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89.6%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 365 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 359 V, terdapat selisih sebesar 6 V atau 1.643%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.31 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator TTS sebesar 16.172 kV atau 16172 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator TTS sebesar 3.828 kV atau 19.140%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator TTS sebesar 3.753 kV atau 18.767%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.791 kV atau 18.953%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator TTS sebesar 16.209 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator TTS tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.81. Transformaor PBIF

Transformator PBIF adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBIF merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R309-319, Trafo ini merupakan trafo ke 81 dari gardu induk yang berjarak 62665 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.176 Tegangan Terukur pada Transformator PBIF

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBIF	361	344	358	202	209	200

Dari tabel 4.30 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 361 V pada *line* R-S, 344 V pada *line* R-T dan 358 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 354.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 202 V pada *line* R-N , 209 V pada *line* S-N dan 200 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 203.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBIF menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.177 Tegangan Transformator PBIF pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBIF	20	16.172	80.9	0.400	0.357	89.3

Dari tabel 4.31 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBIF dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.172 kV atau 16172 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 80.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,357 kV atau 357 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 89.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 354.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 357 V, terdapat selisih sebesar 2.7 V atau 0.762%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.31 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBIF sebesar 16.172 kV atau 16172 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBIF sebesar 3.828 kV atau 19.140%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBIF sebesar 3.754 kV atau 18.768%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.791 kV atau 18.954%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBIF sebesar 16.209 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBIF tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.82. Transformator PBHD

Transformator PBHD adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHD merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R1L22, Trafo ini merupakan trafo ke 82 dari gardu induk yang berjarak 51833 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.178 Tegangan Terukur pada Transformator PBHD

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHD	344	345	330	199	191	194

Dari tabel 4.30 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 344 V pada *line* R-S, 345 V pada *line* R-T dan 330 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 339.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 199 V pada *line* R-N , 191 V pada *line* S-N dan 194 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 194.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHD menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.179 Tegangan Transformator PBHD pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBHD	20	16.251	81.3	0.400	0.319	79.7

Dari tabel 4.31 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBHD dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.251 kV atau 16251 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 81.3%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,319 kV atau 319 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 79.7%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 339.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 319 V, terdapat selisih sebesar 20.67 V atau 6.085%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.31 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBHD sebesar 16.251 kV atau 16251 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBHD sebesar 3.749 kV atau 18.745%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHD sebesar 3.666 kV atau 18.328%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.707 kV atau 18.536%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBHD sebesar 16.293 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBHD tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.83. Transformator PBHH

Transformator PBHH adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHH merupakan trafo yang terletak pada saluran utama pada tiang 960R1L28L48, Trafo ini merupakan trafo ke 83 dari gardu induk yang berjarak 54046 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.180 Tegangan Terukur pada Transformator PBHH

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHH	-	-	-	-	-	-

Dari tabel 4.180 kita dapat melihat tidak ada hasil pengukuran pada trafo PBHH dikarenakan kekurangan dan kendala yang dialami oleh peneliti. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHH menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.181 Tegangan Transformator PBHH pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_S	%
1	PBHH	20	16.241	81.2	0.400	0.318	79.6

Dari tabel 4.181 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBHH dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.241 kV atau 16241 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 81.2%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,318 kV atau 318 V, dari

perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 79.6%.

Pada tabel 4.181 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBHH sebesar 16.241 kV atau 16241 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBHH sebesar 3.759 kV atau 18.795%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHH sebesar 3.690 kV atau 18.448%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.724 kV atau 18.622%. Jadi tegangan yang diterima (V_S) transformator PBHH sebesar 16.276 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBHH tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.84. Transformator PBHC

Transformator PBHC adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHC merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L62, Trafo ini merupakan trafo ke 84 dari gardu induk yang berjarak 53306 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.182 Tegangan Terukur pada Transformator PBHC

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHC	343	343	326	200	190	192

Dari tabel 4.182 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 343 V pada *line* R-S, 343 V pada *line* R-T dan 326 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 337.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 200 V pada *line* R-N, 190 V pada *line* S-N dan 192 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 194 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHC menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.183 Tegangan Transformator PBHC pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	PBHC	20	16.221	81.1	0.400	0.319	79.7

Dari tabel 4.183 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator PBHC dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 16.221 kV atau 16221 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 81.1%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,319 kV atau 319 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 79.7%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 337.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 319 V, terdapat selisih sebesar 18.3 V atau 5.425%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.183 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBHC sebesar 16.221 kV atau 16221 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBHC sebesar 3.779 kV atau 18.895%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHC sebesar 3.690 kV atau 18.45%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.735 kV atau 18.673%. Jadi tegangan yang diterima (V_S) transformator PBHC sebesar 16.265 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBHC tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.85. Transformator DVOR

Transformator DVOR adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator DVOR merupakan trafo yang terletak pada percabangan percabangan dari saluran utama pada tiang 960R1L80, Trafo ini

merupakan trafo ke 85 dari gardu induk yang berjarak 54074 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.184 Tegangan Terukur pada Transformator DVOR

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	DVOR	370	364	370	213	214	210

Dari tabel 4.30 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 370 V pada *line* R-S, 364 V pada *line* R-T dan 370 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 368 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 213 V pada *line* R-N, 214 V pada *line* S-N dan 210 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 212.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator DVOR menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.185 Tegangan Transformator DVOR pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	DVOR	20	16.209	81.0	0.400	0.323	80.7

Dari tabel 4.185 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator DVOR dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.209 kV atau 16209 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 81%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,323 kV atau 323 V, dari

perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 80.7%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 368 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 323 V, terdapat selisih sebesar 45 V atau 12.228%.

Pada tabel 4.185 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator DVOR sebesar 16.209 kV atau 16209 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator DVOR sebesar 3.791 kV atau 18.955%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator DVOR sebesar 3.701 kV atau 18.506%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.746 kV atau 18.73%. Jadi tegangan yang diterima (V_S) transformator DVOR sebesar 16.254 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator DVOR tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.86. Transformator PBHL

Transformator PBHL adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHL merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L104L3, Trafo ini merupakan trafo

ke 86 dari gardu induk yang berjarak 55293 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.186 Tegangan Terukur pada Transformator PBHL

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHL	-	-	-	-	-	-

Dari tabel 4.186 kita dapat melihat tidak ada hasil pengukuran pada trafo PBHL dikarenakan kekurangan dan kendala yang dialami oleh peneliti. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHL menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.187 Tegangan Transformator PBHL pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBHL	20	16.192	81.0	0.400	0.317	79.3

Dari tabel 4.187 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBHL dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.192 kV atau 16192 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 81%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,317 kV atau 317 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 79.3%.

Pada tabel 4.187 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBHL sebesar 16.192 kV atau 16192 V, sehingga besar tegangan

jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator PBHL sebesar 3.808 kV atau 19.04%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHL sebesar 3.702 kV atau 18.509%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.755 kV atau 18.775%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator PBHL sebesar 16.245 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator PBHL tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.87. Transformator PBHG

Transformator PBHG adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHG merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L104L3, Trafo ini merupakan trafo ke 87 dari gardu induk yang berjarak 55989 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_s menggunakan tang ampere.

Tabel 4.188 Tegangan Terukur pada Transformator PBHG

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHG	-	-	-	-	-	-

Dari tabel 4.188 kita dapat melihat tidak ada hasil pengukuran pada trafo PBHG dikarenakan kekurangan dan kendala yang dialami oleh peneliti. Adapun

hasil tegangan pada transformator PBHG menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.189 Tegangan Transformator PBHG pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBHG	20	16.190	81.0	0.400	0.317	79.3

Dari tabel 4.189 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBHG dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.190 kV atau 16190 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 81%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,317 kV atau 317 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 79.3%.

Pada tabel 4.189 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBHG sebesar 16.190 kV atau 16190 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBHG sebesar 3.81 kV atau 19.05%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHG sebesar 3.705 kV atau 18.526%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.758 kV atau 18.788%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBHG sebesar 16.242 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBHG tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.88. Transformator PBHB

Transformator PBHB adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHB merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L112, Trafo ini merupakan trafo ke 88 dari gardu induk yang berjarak 55497 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.190 Tegangan Terukur pada Transformator PBHB

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHB	341	342	325	199	189	192

Dari tabel 4.190 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 341 V pada *line* R-S, 342 V pada *line* R-T dan 325 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 336 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 199 V pada *line* R-N, 189 V pada *line* S-N dan 192 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 193.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHB menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.191 Tegangan Transformator PBHB pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	PBHB	20	16.189	80.9	0.400	0.320	80.1

Dari tabel 4.191 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator PBHB dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 16.189 kV atau 16189 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 80.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,320 kV atau 320 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 80.1%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 336 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 320 V, terdapat selisih sebesar 16 V atau 4.762%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.191 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator PBHB sebesar 16.189 kV atau 16189 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator PBHB sebesar 3.811 kV atau 19.055%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHB sebesar 3.707 kV atau 18.534%. Hasil rata-rata tegangan

jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.759 kV atau 18.795%. Jadi tegangan yang diterima (V_S) transformator PBHB sebesar 16.241 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBHB tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.89. Transformator PBHA

Transformator PBHA adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHA merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L131R25, Trafo ini merupakan trafo ke 89 dari gardu induk yang berjarak 57381 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.192 Tegangan Terukur pada Transformator PBHA

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHA	358	346	360	201	208	204

Dari tabel 4.192 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 358 V pada *line* R-S, 346 V pada *line* R-T dan 360 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 354.67 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 201 V pada *line* R-N, 208 V pada *line* S-N dan 204 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 204.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHA menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.193 Tegangan Transformator PBHA pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	PBHA	20	16.179	80.9	0.400	0.317	79.3

Dari tabel 4.193 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator PBHA dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 16.179 kV atau 16179 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 80.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,317 kV atau 317 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 79.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 354.67 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 317 V, terdapat selisih sebesar 37.67 V atau 10.62%.

Pada tabel 4.193 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator PBHA sebesar 16.179 kV atau 16179 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator PBHA sebesar 3.821 kV atau 19.105%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHA sebesar 3.708 kV atau 18.539%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar

3.764 kV atau 18.822%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator PBHA sebesar 16.236 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator PBHA tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.90. Transformator PBHI

Transformator PBHI adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHI merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L131R52, Trafo ini merupakan trafo ke 90 dari gardu induk yang berjarak 58509 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_s menggunakan tang ampere.

Tabel 4.194 Tegangan Terukur pada Transformator PBHI

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHI	348	331	341	195	200	192

Dari tabel 4.194 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 348 V pada *line* R-S, 331 V pada *line* R-T dan 341 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 340 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 195 V pada *line* R-N, 200 V pada *line* S-N dan 192 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 195.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHI menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.195 Tegangan Transformator PBHI pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	PBHI	20	16.179	80.9	0.400	0.323	80.7

Dari tabel 4.195 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator PBHI dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 16.179 kV atau 16179 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 80.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,323 kV atau 323 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 80.7%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 340 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 323 V, terdapat selisih sebesar 17 V atau 5%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.195 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator PBHI sebesar 16.179 kV atau 16179 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator PBHI sebesar 3.821 kV atau 19.105%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHI sebesar 3.709 kV atau 18.547%. Hasil rata-rata tegangan

jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.765 kV atau 18.826%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBHI sebesar 16.235 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBHI tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.91. Transformator PBHE

Transformator PBHE adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHE merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L152, Trafo ini merupakan trafo ke 91 dari gardu induk yang berjarak 58139 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.196 Tegangan Terukur pada Transformator PBHE

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHE	351	354	337	206	196	200

Dari tabel 4.30 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 351 V pada *line* R-S, 354 V pada *line* R-T dan 337 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 347.3 V, untuk tegangan *line to netral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 206 V pada *line* R-N, 196 V pada *line* S-N dan 200 V pada *line* T-N, maka rerata *line to netral* (V_{L-N}) sebesar 200.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHE menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.197 Tegangan Transformator PBHE pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	PBHE	20	16.171	80.9	0.400	0.318	79.6

Dari tabel 4.197 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator PBHE dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 16.171 kV atau 16171 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 80.9%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,318 kV atau 318 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 79.6%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 347.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 318 V, terdapat selisih sebesar 21.3 V atau 6.13%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.197 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator PBHE sebesar 16.171 kV atau 16171 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator PBHE sebesar 3.829 kV atau 19.145%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHE sebesar 3.718 kV atau 18.59%. Hasil rata-rata tegangan jatuh

antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.773 kV atau 18.867%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBHE sebesar 16.227 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBHE tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.92. Transformator PBHF

Transformator PBHF adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHF merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L185, Trafo ini merupakan trafo ke 92 dari gardu induk yang berjarak 59620 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.198 Tegangan Terukur pada Transformator PBHF

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHF	330	346	344	194	191	202

Dari tabel 4.198 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 330 V pada *line* R-S, 346 V pada *line* R-T dan 344 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 340 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 194 V pada *line* R-N, 191 V pada *line* S-N dan 202 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 195.67 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHF menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.199 Tegangan Transformator PBHF pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	PBHF	20	16.165	80.8	0.400	0.321	80.3

Dari tabel 4.199 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator PBHF dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 16.165 kV atau 16165 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 80.8%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,321 kV atau 321 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 80.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 340 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 321 V, terdapat selisih sebesar 19 V atau 5.58%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.199 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator PBHF sebesar 16.165 kV atau 16165 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator PBHF sebesar 3.835 kV atau 19.175%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHF sebesar 3.715 kV atau 18.577%. Hasil rata-rata tegangan

jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.775 kV atau 18.876%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator PBHF sebesar 16.225 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator PBHF tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.93. Transformator PBHK

Transformator PBHK adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHK merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L195, Trafo ini merupakan trafo ke 93 dari gardu induk yang berjarak 60045 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_s menggunakan tang ampere.

Tabel 4.200 Tegangan Terukur pada Transformator PBHK

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHK	363	364	348	211	202	206

Dari tabel 4.200 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 363 V pada *line* R-S, 364 V pada *line* R-T dan 348 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 358.3 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 211 V pada *line* R-N, 202 V pada *line* S-N dan 206 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 206.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHK menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.201 Tegangan Transformator PBHK pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	PBHK	20	16.163	80.8	0.400	0.321	80.3

Dari tabel 4.201 dapat dilihat tegangan terima V_p atau tegangan pada sisi primer transformator PBHK dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_p sebesar 16.163 kV atau 16163 V, dari perbandingan antara nilai V_p dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 80.8%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_s yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_s sebesar 0,321 kV atau 321 V, dari perbandingan antara nilai V_s dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 80.3%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 358.3 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 321 V, terdapat selisih sebesar 37.3 V atau 10.41%.

Pada tabel 4.201 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_p) transformator PBHK sebesar 16.163 kV atau 16163 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_p) pada transformator PBHK sebesar 3.837 kV atau 19.185%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHK sebesar 3.711 kV atau 18.554%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar

3.774 kV atau 18.870%. Jadi tegangan yang diterima (V_p) transformator PBHK sebesar 16.226 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_p) pada transformator PBHK tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.94. Transformator PBHJ

Transformator PBHJ adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHJ merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L195L2, Trafo ini merupakan trafo ke 94 dari gardu induk yang berjarak 60203 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_s menggunakan tang ampere.

Tabel 4.202 Tegangan Terukur pada Transformator PBHJ

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHJ	-	-	-	-	-	-

Dari tabel 4.202 kita dapat melihat tidak ada hasil pengukuran pada trafo PBHJ dikarenakan kekurangan dan kendala yang dialami oleh peneliti. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHJ menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.203 Tegangan Transformator PBHJ pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_p	%	Rating	V_s	%
1	PBHJ	20	16.163	80.8	0.400	0.320	80.0

Dari tabel 4.203 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBHJ dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.163 kV atau 16163 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh persentase operasi sebesar 80.8%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,32 kV atau 320 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 80%.

Pada tabel 4.203 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBHJ sebesar 16.163 kV atau 16163 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBHJ sebesar 3.837 kV atau 19.185%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHJ sebesar 3.718 kV atau 18.591%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.778 kV atau 18.888%. Jadi tegangan yang diterima (V_S) transformator PBHJ sebesar 16.222 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBHJ tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.2.95. Transformator PBHM

Transformator PBHM adalah salah satu transformator yang ada pada penyulang Citarum. Transformator PBHM merupakan trafo yang terletak pada percabangan saluran utama pada tiang 960R1L206, Trafo ini merupakan trafo ke 95 dari gardu induk yang berjarak 60566 meter. Di bawah ini hasil dari tegangan yang terukur pada PHB-TR atau V_S menggunakan tang ampere.

Tabel 4.204 Tegangan Terukur pada Transformator PBHM

NO	NAMA GARDU	TEGANGAN (V)					
		R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
1	PBHM	344	348	331	201	192	196

Dari tabel 4.204 dapat dilihat tegangan *line to line* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 344 V pada *line* R-S, 348 V pada *line* R-T dan 331 V pada *line* S-T, maka rerata tegangan *line to line* (V_{L-L}) sebesar 341 V, untuk tegangan *line to neutral* yang terukur menggunakan tang ampere sebesar 201 V pada *line* R-N , 192 V pada *line* S-N dan 196 V pada *line* T-N, maka rerata *line to neutral* (V_{L-N}) sebesar 196.3 V. Adapun hasil tegangan pada transformator PBHM menggunakan simulasi software Etap 12.6, sebagai berikut :

Tabel 4.205 Tegangan Transformator PBHM pada Etap 12.6

No.	Nama Trafo	Tegangan (kV)					
		Rating	V_P	%	Rating	V_s	%
1	PBHM	20	16.163	80.8	0.400	0.320	79.9

Dari tabel 4.205 dapat dilihat tegangan terima V_P atau tegangan pada sisi primer transformator PBHM dengan simulasi software Etap 12.6, dengan *rating* (tegangan kerja) sebesar 20 kV, diperoleh tegangan V_P sebesar 16.163 kV atau 16163 V, dari perbandingan antara nilai V_P dan *rating* pada sisi primer diperoleh

persentase operasi sebesar 80.8%. Sedangkan tegangan *line to line* pada sisi sekunder atau tegangan kirim V_S yang memiliki *rating* (tegangan kerja) sebesar 0,4 kV diperoleh tegangan kirim V_S sebesar 0,320 kV atau 320 V, dari perbandingan antara nilai V_S dan *rating* pada sisi sekunder diperoleh persentase operasi sebesar 79.9%.

Dari penjelasan di atas diketahui bahwa hasil rata-rata tegangan terukur *line to line* (V_{L-L}) dengan tang ampere sebesar 341 V, dan hasil tegangan dengan simulasi Etap 12.6 sebesar 320 V, terdapat selisih sebesar 21 V atau 6.105%, maka dapat dikatakan bahwa data hasil simulasi software Etap 12.6 mendekati data yang terukur, sehingga dapat dikatakan simulasi pada software Etap 12.6 sesuai dengan keadaan di lapangan.

Pada tabel 4.205 dapat dilihat bahwa besar tegangan terima (V_P) transformator PBHM sebesar 16.163 kV atau 16163 V, sehingga besar tegangan jatuh atau selisih antara tegangan kirim dengan nilai tegangan terima (V_P) pada transformator PBHM sebesar 3.837 kV atau 19.185%, berdasarkan hasil perhitungan manual yang dapat dilihat pada tabel 4.15, besar tegangan jatuh pada transformator PBHM sebesar 3.711 kV atau 18.557%. Hasil rata-rata tegangan jatuh antara simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual adalah berkisar 3.774 kV atau 18.871%. Jadi tegangan yang diterima (V_P) transformator PBHM sebesar 16.226 kV.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang diterima (V_P) pada transformator PBHM tidak sesuai dengan standar yang diizinkan.

4.3 Pembahasan Analisis Tegangan Jatuh pada Jaringan Tegangan

Menengah di Penyulang Citarum

Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi masyarakat, energi listrik memiliki peranan penting dalam pertumbuhan penduduk. Kualitas serta kuantitas penyaluran energi listrik merupakan bagian yang berpengaruh terhadap konsumen secara langsung. Penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Mansur pada tahun 2014, ditemukan adanya tegangan jatuh pada konsumen 220 V di daerah Babelan Bekasi, tegangan terukur pada waktu beban puncak didapatkan nilai tegangan terendah sebesar 186.21 V, sehingga dapat dikatakan bahwa tegangan jatuh yang terjadi sudah melebihi standar yang berlaku.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti ingin melakukan penelitian lebih lanjut, yaitu penelitian pada sistem distribusi primer. Sistem distribusi primer adalah sistem penyaluran energi listrik yang dimulai dari gardu induk hingga transformator distribusi, sebelum disalurkan ke konsumen rumah tangga.

Penyulang Citarum adalah salah satu penyulang yang ada dalam wilayah kerja PT PLN (Persero) Rayon Babelan, yang memiliki panjang saluran sebesar 103,551 kms terdiri dari 97,894 kms untuk saluran udara tegangan menengah dan 5,657 kms untuk saluran kabel tegangan menengah. Penyulang Citarum memiliki 95 gardu distribusi, yang terdiri dari gardu portal, gardu cantol dan gardu tembok.

Berdasarkan analisis pada subbab 4.2 diketahui besar tegangan pada sisi primer transformator berdasarkan perhitungan dan simulasi software Etap, sehingga didapatkan besar tegangan jatuh yang terjadi pada masing-masing trafo, berikut di bawah ini rangkuman data yang ditampilkan dalam bentuk tabel:

**Tabel 4.206 Hasil Perbandingan Tegangan Jatuh Penyulang Citarum dengan
SPLN 72**

No	Nama Trafo	Tegangan Sisi Primer (kV)				Tegangan Jatuh		SPLN 72 (%)	Keterangan
		Rating	Hasil Simulasi Software Etap	Hasil Perhitungan	Rata-rata	kV	%		
1	BSTR	20	16.443	16.511	16.477	3.523	17.614	5	Tidak memenuhi
2	DVOR	20	16.209	16.299	16.254	3.746	18.730	5	Tidak memenuhi
3	JYL	20	17.924	17.936	17.930	2.070	10.350	5	Tidak memenuhi
4	JYLA	20	17.885	17.896	17.891	2.109	10.546	5	Tidak memenuhi
5	JYLB	20	17.883	17.893	17.888	2.112	10.560	5	Tidak memenuhi
6	JYLC	20	17.819	17.831	17.825	2.175	10.874	5	Tidak memenuhi
7	JYLD	20	17.879	17.891	17.885	2.115	10.576	5	Tidak memenuhi
8	JYSA	20	17.003	17.028	17.016	2.984	14.922	5	Tidak memenuhi
9	JYSB	20	16.894	16.927	16.911	3.089	15.447	5	Tidak memenuhi
10	JYSC	20	16.805	16.846	16.825	3.175	15.873	5	Tidak memenuhi
11	JYSD	20	16.710	16.757	16.733	3.267	16.333	5	Tidak memenuhi
12	JYSE	20	16.643	16.694	16.669	3.331	16.657	5	Tidak memenuhi
13	JYSF	20	16.574	16.631	16.602	3.398	16.988	5	Tidak memenuhi
14	JYSG	20	16.833	16.872	16.852	3.148	15.738	5	Tidak memenuhi
15	JYSH	20	16.625	16.677	16.651	3.349	16.745	5	Tidak memenuhi
16	KHJ	20	18.152	18.166	18.159	1.841	9.206	5	Tidak memenuhi
17	KHJA	20	18.009	18.020	18.015	1.985	9.927	5	Tidak memenuhi
18	KHJB	20	18.388	18.400	18.394	1.606	8.030	5	Tidak memenuhi
19	KHJC	20	18.506	18.515	18.510	1.490	7.448	5	Tidak memenuhi
20	KHJD	20	18.094	18.106	18.100	1.900	9.500	5	Tidak memenuhi
21	KHJF	20	18.635	18.642	18.639	1.361	6.807	5	Tidak memenuhi
22	KHJG	20	18.097	18.112	18.105	1.895	9.477	5	Tidak memenuhi
23	KSR	20	18.692	18.698	18.695	1.305	6.525	5	Tidak memenuhi
24	KSRA	20	18.709	18.714	18.711	1.289	6.444	5	Tidak memenuhi
25	KSRB	20	18.710	18.716	18.713	1.287	6.434	5	Tidak memenuhi
26	KSRC	20	18.752	18.759	18.756	1.244	6.222	5	Tidak memenuhi
27	LGJ	20	17.446	17.461	17.454	2.546	12.732	5	Tidak memenuhi
28	LGJA	20	17.600	17.616	17.608	2.392	11.961	5	Tidak memenuhi
29	LGJB	20	17.482	17.498	17.490	2.510	12.550	5	Tidak memenuhi
30	LGJC	20	17.413	17.429	17.421	2.579	12.895	5	Tidak memenuhi
31	LGSA	20	17.230	17.246	17.238	2.762	13.809	5	Tidak memenuhi
32	LGSB	20	17.108	17.127	17.117	2.883	14.413	5	Tidak memenuhi

No	Nama Trafo	Tegangan Sisi Primer (kV)				Tegangan Jatuh		SPLN 72 (%)	Keterangan
		Rating	Hasil Simulasi Software Etap	Hasil Perhitungan	Rata-rata	kV	%		
33	LGSC	20	17.223	17.240	17.232	2.768	13.842	5	Tidak memenuhi
34	LGSD	20	17.212	17.229	17.221	2.779	13.897	5	Tidak memenuhi
35	LGSE	20	17.209	17.227	17.218	2.782	13.911	5	Tidak memenuhi
36	LGSF	20	17.208	17.226	17.217	2.783	13.915	5	Tidak memenuhi
37	LGSG	20	17.058	17.079	17.068	2.932	14.659	5	Tidak memenuhi
38	LGSH	20	17.027	17.050	17.038	2.962	14.808	5	Tidak memenuhi
39	LGSI	20	17.213	17.231	17.222	2.778	13.891	5	Tidak memenuhi
40	LGSK	20	17.179	17.196	17.188	2.812	14.062	5	Tidak memenuhi
41	LGSL	20	17.216	17.233	17.224	2.776	13.878	5	Tidak memenuhi
42	PBHA	20	16.179	16.292	16.236	3.764	18.822	5	Tidak memenuhi
43	PBHB	20	16.189	16.293	16.241	3.759	18.795	5	Tidak memenuhi
44	PBHC	20	16.221	16.310	16.265	3.735	18.673	5	Tidak memenuhi
45	PBHD	20	16.251	16.334	16.293	3.707	18.536	5	Tidak memenuhi
46	PBHE	20	16.171	16.282	16.227	3.773	18.867	5	Tidak memenuhi
47	PBHF	20	16.165	16.285	16.225	3.775	18.876	5	Tidak memenuhi
48	PBHG	20	16.190	16.295	16.242	3.758	18.788	5	Tidak memenuhi
49	PBHH	20	16.241	16.310	16.276	3.724	18.622	5	Tidak memenuhi
50	PBHI	20	16.179	16.291	16.235	3.765	18.826	5	Tidak memenuhi
51	PBHJ	20	16.163	16.282	16.222	3.778	18.888	5	Tidak memenuhi
52	PBHK	20	16.163	16.289	16.226	3.774	18.870	5	Tidak memenuhi
53	PBHL	20	16.192	16.298	16.245	3.755	18.775	5	Tidak memenuhi
54	PBHM	20	16.163	16.289	16.226	3.774	18.871	5	Tidak memenuhi
55	PBIA	20	16.258	16.341	16.299	3.701	18.503	5	Tidak memenuhi
56	PBIB	20	16.230	16.314	16.272	3.728	18.640	5	Tidak memenuhi
57	PBIC	20	16.206	16.290	16.248	3.752	18.760	5	Tidak memenuhi
58	PBID	20	16.188	16.269	16.229	3.771	18.856	5	Tidak memenuhi
59	PBIE	20	16.177	16.256	16.217	3.783	18.916	5	Tidak memenuhi
60	PBIF	20	16.172	16.246	16.209	3.791	18.954	5	Tidak memenuhi
61	PBIG	20	16.213	16.297	16.255	3.745	18.726	5	Tidak memenuhi
62	PBIH	20	16.173	16.248	16.211	3.789	18.947	5	Tidak memenuhi
63	PBIJ	20	16.184	16.264	16.224	3.776	18.880	5	Tidak memenuhi
64	PBIK	20	16.247	16.330	16.288	3.712	18.558	5	Tidak memenuhi
65	PMRA	20	16.482	16.548	16.515	3.485	17.426	5	Tidak memenuhi
66	PMRB	20	16.368	16.442	16.405	3.595	17.974	5	Tidak memenuhi
67	PMRC	20	16.312	16.391	16.351	3.649	18.243	5	Tidak memenuhi

No	Nama Trafo	Tegangan Sisi Primer (kV)				Tegangan Jatuh		SPLN 72 (%)	Keterangan
		Rating	Hasil Simulasi Software Etap	Hasil Perhitungan	Rata-rata	kV	%		
68	PMRD	20	16.255	16.336	16.296	3.704	18.522	5	Tidak memenuhi
69	PMRE	20	16.240	16.322	16.281	3.719	18.595	5	Tidak memenuhi
70	PMRF	20	16.224	16.306	16.265	3.735	18.675	5	Tidak memenuhi
71	PMRG	20	16.215	16.297	16.256	3.744	18.721	5	Tidak memenuhi
72	PMRH	20	16.214	16.294	16.254	3.746	18.730	5	Tidak memenuhi
73	PMRI	20	16.258	16.339	16.298	3.702	18.508	5	Tidak memenuhi
74	PMRJ	20	16.219	16.301	16.260	3.740	18.699	5	Tidak memenuhi
75	POM	20	17.508	17.523	17.516	2.484	12.422	5	Tidak memenuhi
76	PSDA	20	16.251	16.332	16.291	3.709	18.543	5	Tidak memenuhi
77	PSDB	20	16.230	16.312	16.271	3.729	18.645	5	Tidak memenuhi
78	PSDC	20	16.218	16.299	16.258	3.742	18.708	5	Tidak memenuhi
79	SBRA	20	19.526	17.461	19.527	0.473	2.367	5	Memenuhi
80	SBRB	20	19.349	19.527	19.351	0.649	3.245	5	Memenuhi
81	SBRD	20	19.369	19.372	19.371	0.629	3.147	5	Memenuhi
82	SBRJ	20	19.144	19.152	19.148	0.852	4.260	5	Memenuhi
83	SBUA	20	19.001	19.008	19.004	0.996	4.978	5	Memenuhi
84	SBUB	20	18.777	18.785	18.781	1.219	6.095	5	Tidak memenuhi
85	SBUC	20	18.880	18.888	18.884	1.116	5.579	5	Tidak memenuhi
86	STJ	20	17.299	17.316	17.308	2.692	13.462	5	Tidak memenuhi
87	STJA	20	17.316	17.334	17.325	2.675	13.376	5	Tidak memenuhi
88	STJB	20	17.267	17.282	17.275	2.725	13.627	5	Tidak memenuhi
89	STL	20	17.725	17.739	17.732	2.268	11.341	5	Tidak memenuhi
90	STLA	20	17.750	17.763	17.756	2.244	11.218	5	Tidak memenuhi
91	STLB	20	17.837	17.848	17.843	2.157	10.787	5	Tidak memenuhi
92	STLC	20	17.776	17.788	17.782	2.218	11.089	5	Tidak memenuhi
93	STLD	20	17.818	17.830	17.824	2.176	10.879	5	Tidak memenuhi
94	STLE	20	17.697	17.711	17.704	2.296	11.481	5	Tidak memenuhi
95	TTS	20	16.172	16.247	16.209	3.791	18.953	5	Tidak memenuhi

Berdasarkan tabel 4.206 dapat dilihat bahwa perbandingan antara hasil tegangan jatuh yang didapatkan dari rata-rata simulasi software Etap dan perhitungan manual dengan SPLN 72, didapatkan 5 transformator yang memenuhi standar dari 95 transformator yang ada pada penyulang Citarum.

Banyaknya transformator pada penyulang Citarum yang tegangan jatuhnya belum sesuai dengan SPLN 72, disebabkan oleh beberapa faktor yang ada seperti :

1. Penyulang Citarum memiliki panjang saluran yang terlampaui panjang yaitu sebesar 103,551 kms terdiri dari 97,894 kms untuk saluran udara tegangan menengah dan 5,657 kms untuk saluran kabel tegangan menengah
2. Banyaknya beban yang terhubung dalam satu penyulang, penyulang citarum memiliki 95 transformator distribusi yang terhubung.
3. Penyulang Citarum memiliki ukuran diameter penghantar yang kecil, yaitu sebesar 35 mm².

4.4 Solusi Perbaikan Tegangan Jatuh

Banyak transformator di penyulang Citarum mengalami tegangan jatuh yang belum sesuai dengan SPLN 72. Tegangan jatuh yang belum sesuai dengan standar dikarenakan penjangnya penyulang yang terlampaui panjang dan banyaknya beban yang terhubung pada penyulang Citarum.

Dalam penelitian ini terjadi tegangan jatuh yang melebihi standar yang diizinkan, yaitu 19.185% berdasarkan simulasi software Etap 12.6 dan 18.768% berdasarkan perhitungan manual. Sedangkan menurut SPLN 72 1987, standar yang diizinkan untuk tegangan jatuh pada jaringan tegangan menengah sebesar 5% dari tegangan kerja. Oleh karena itu diperlukan perencanaan perbaikan tegangan jatuh agar memenuhi standar yang berlaku.

Ada beberapa upaya yang bisa dilakukan untuk memperbaiki ataupun meminimalisir jatuh tegangan yaitu, penggunaan alat bantu seperti tap charge, dan

kapasitor bank, rekonstruksi sistem seperti tata ulang letak transformator, penggantian kabel feeder dengan diameter yang lebih besar, pembangunan gardu induk baru, ataupun menaikkan tegangan pada sisi hulu feeder. Dalam melakukan perbaikan terdapat faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan jaringan distribusi, seperti peramalan beban, pengembangan gardu, pemilihan letak gardu dan faktor investasi.

Penyulang Citarum berlokasi di wilayah Babelan Bekasi, konsumen energi listriknya merupakan konsumen rumah tangga. Dari upaya-upaya yang ada, maka dipilihlah beberapa solusi sebagai berikut ini :

1. Pembangunan Gardu Induk Baru

Pembangunan GI dinilai sebagai solusi yang akan mengurangi tegangan jatuh yang ada, pembangunan GI memiliki beberapa kelemahan seperti, memerlukan biaya investasi yang sangat besar, pembebasan lahan untuk pembangunan GI yang sulit, dan masalah sosial dari masyarakat yang akan dilewati jaringan Tegangan Tinggi untuk suplai ke GI. Kapasitas yang akan dipasang adalah sesuai standar yang ada pada PT. PLN Distribusi Jawa Barat yaitu menggunakan transformator 60 MVA.

2. Penggantian ukuran luas penampang

Penggantian ukuran luas penampang menjadi lebih besar dari sebelumnya merupakan solusi dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan pembangunan GI baru. Adapun faktor yang mempengaruhi dalam menentukan ukuran luas penampang kabel, yaitu besar tegangan jatuh tidak melebihi standar yang diizinkan yaitu sebesar 5%, maka diperlukan perhitungan agar ukuran luas penampang sesuai dengan standar yang ada.

Ukuran luas penampang yang dibutuhkan pada penyulang citarum, adalah:

$$\Delta V = R \times I$$

$$1000 V = R \times 329.0897 A$$

$$R = \frac{1000 V}{329.0897 A}$$

$$R = 3.0387 \Omega$$

$$R = \frac{\rho \times l}{A} \rightarrow A = \frac{\rho \times l}{R}$$

$$A = \frac{0.03058 \Omega mm^2/m \times 97894 m}{3.0387 \Omega}$$

$$A = \frac{2993.5985 \Omega mm^2}{3.0387 \Omega}$$

$$A = 985.15763 mm^2$$

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan luas penampang minimal yang diperlukan untuk mendapatkan tegangan jatuh yang sesuai dengan standar adalah $985.15763 mm^2$, Ukuran konduktor yang umum dipakai untuk kabel tenaga adalah $1000 mm^2$, namun untuk kabel AAAC yang ada pada SPLN 64 1985 penampang terbesar $240 mm^2$. Hasil dari perhitungan tersebut tidak dapat dijadikan solusi karena tidak tersedia penghantar AAAC yang penampangnya $1000 mm^2$.

3. Pembagian beban dengan penyulang lain

Penyulang citarum terhubung dengan penyulang lain yang ada pada wilayah kerja rayon Babelan yaitu penyulang at-taqwa, penyulang waringin, dan penyulang duren, dari ketiga penyulang tersebut penyulang at-taqwa adalah pilihan terbaik karena penyulang at-taqwa memiliki jumlah beban yang lebih sedikit, dan letak hubungannya dengan penyulang citarum, berada di tengah-

tengah penyulang Citarum dibandingkan dengan kedua penyulang lainnya yang berada di depan atau di hulu penyulang.

Dalam perencanaan perbaikan tegangan agar benar, tepat dan sempurna, harus ditinjau dari segi teknik dan ekonomi, serta standar konstruksi jaringan distribusi tenaga listrik PT PLN distribusi Jawa Barat. Jika dilihat dari hasil perhitungan yang telah dilakukan di atas untuk ukuran penghantar adalah AAAC 1000 mm². Tiap unit PLN memiliki komponen standar, untuk PLN rayon Babelan yang sekarang berlaku adalah AAAC 150 mm², maka solusi yang paling tepat adalah adalah penggantian kabel feeder dengan luas penampang yang lebih besar serta pemindahan beban ke gardu induk At-taqwa untuk mengurangi banyaknya beban yang terpusat pada salah satu Gardu Induk.

Perubahan penampang penghantar AAAC 70 mm² dan AAAC 35 mm² menjadi AAAC 150 mm², serta melakukan pemindahan beban ke penyulang At-taqwa mulai dari transformator LGJ melalui LBS LGJ, dengan membuka / merubah posisi LBS STL dari *normaly close* menjadi *normaly open*, dianggap menjadi solusi jangka pendek dan yang sesuai dengan keadaan yang dilapangan baik secara operasi dan pemeliharannya jika diinginkan untuk meminimalisir adanya tegangan jatuh pada penyulang Citarum. Berikut ini tabel 4.206 perbandingan jatuh tegangan sebelum dan sesudah perbaikan, dalam simulasi software Etap 12.6.

Tabel 4.206 Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Tegangan

No.	Nama Trafo	Tegangan Sisi Primer (kV)					Tegangan Sisi Sekunder (kV)				
		Rating	Sebelum		Sesudah		Rating	Sebelum		Sesudah	
			V _p	%	V _p	%		V _s	%	V _s	%
1	BSTR	20	16.443	82.2	17.884	89.4	0.4	0.353	88.3	0.384	96.1
2	DVOR	20	16.209	81	17.751	88.8	0.4	0.323	80.7	0.354	88.4
3	JYL	20	17.924	89.6	19.064	95.3	0.4	0.371	92.7	0.395	98.8
4	JYLA	20	17.885	89.4	19.047	95.2	0.4	0.36	90	0.384	95.9
5	JYLB	20	17.883	89.4	19.045	95.2	0.4	0.37	92.4	0.394	98.5
6	JYLC	20	17.819	89.1	19.032	95.2	0.4	0.365	91.3	0.391	97.6
7	JYLD	20	17.879	89.4	19.051	95.3	0.4	0.37	92.4	0.394	98.5
8	JYSA	20	17.003	85	18.247	91.2	0.4	0.372	93	0.399	99.8
9	JYSB	20	16.894	84.5	18.176	90.9	0.4	0.372	93	0.400	100.0
10	JYSC	20	16.805	84	18.119	90.6	0.4	0.357	89.3	0.386	96.4
11	JYSD	20	16.71	83.5	18.057	90.3	0.4	0.352	87.9	0.380	95.1
12	JYSE	20	16.643	83.2	18.014	90.1	0.4	0.353	88.3	0.383	95.6
13	JYSF	20	16.574	82.9	17.969	89.8	0.4	0.361	90.1	0.391	97.8
14	JYSG	20	16.833	84.2	18.137	90.7	0.4	0.36	90	0.388	97.0
15	JYSH	20	16.625	83.1	18.002	90.0	0.4	0.346	86.4	0.374	93.6
16	KHJ	20	18.152	90.8	19.141	95.7	0.4	0.376	93.9	0.396	99.0
17	KHJA	20	18.009	90	19.091	95.5	0.4	0.363	90.8	0.385	96.4
18	KHJB	20	18.388	91.9	19.236	96.2	0.4	0.378	94.5	0.396	99.0
19	KHJC	20	18.506	92.5	19.285	96.4	0.4	0.384	96	0.400	100.0
20	KHJD	20	18.094	90.5	19.113	95.6	0.4	0.37	92.6	0.392	97.9
21	KHJF	20	18.635	93.2	19.339	96.7	0.4	0.382	95.5	0.397	99.3
22	KHJG	20	18.097	90.5	19.116	95.6	0.4	0.371	92.6	0.392	97.9
23	KSR	20	18.692	93.5	19.363	96.8	0.4	0.382	95.6	0.396	99.0
24	KSRA	20	18.709	93.5	19.369	96.8	0.4	0.385	96.3	0.399	99.8
25	KSRB	20	18.71	93.6	19.370	96.8	0.4	0.383	95.6	0.396	99.0
26	KSRC	20	18.752	93.8	19.391	97.0	0.4	0.378	94.4	0.391	97.6
27	LGJ	20	17.446	87.2	18.689	93.4	0.4	0.359	89.8	0.385	96.3
28	LGJA	20	17.6	88	19.012	95.1	0.4	0.362	90.6	0.392	97.9
29	LGJB	20	17.482	87.4	19.007	95.0	0.4	0.357	89.3	0.389	97.2
30	LGJC	20	17.413	87.1	18.646	93.2	0.4	0.355	88.8	0.381	95.2
31	LGSA	20	17.23	86.1	18.455	92.3	0.4	0.373	93.1	0.399	99.8
32	LGSB	20	17.108	85.5	18.328	91.6	0.4	0.36	90	0.386	96.5
33	LGSC	20	17.223	86.1	18.449	92.2	0.4	0.365	91.2	0.391	97.8
34	LGSD	20	17.212	86.1	18.437	92.2	0.4	0.365	91.4	0.392	97.9
35	LGSE	20	17.209	86	18.434	92.2	0.4	0.365	91.4	0.392	97.9
36	LGSF	20	17.208	86	18.433	92.2	0.4	0.367	91.7	0.393	98.3
37	LGSG	20	17.058	85.3	18.283	91.4	0.4	0.376	94	0.403	100.8
38	LGSB	20	17.027	85.1	18.263	91.3	0.4	0.375	93.7	0.402	100.5
39	LGSI	20	17.213	86.1	18.438	92.2	0.4	0.354	88.4	0.379	94.7
40	LGSK	20	17.179	85.9	18.402	92.0	0.4	0.366	91.4	0.392	98.0
41	LGSL	20	17.216	86.1	18.441	92.2	0.4	0.354	88.5	0.379	94.8
42	PBHA	20	16.179	80.9	17.740	88.7	0.4	0.317	79.3	0.348	87.1
43	PBHB	20	16.189	80.9	17.744	88.7	0.4	0.32	80.1	0.351	87.8

No.	Nama Trafo	Tegangan Sisi Primer (kV)					Tegangan Sisi Sekunder (kV)				
		Rating	Sebelum		Sesudah		Rating	Sebelum		Sesudah	
			V _p	%	V _p	%		V _s	%	V _s	%
44	PBHC	20	16.221	81.1	17.755	88.8	0.4	0.319	79.7	0.349	87.3
45	PBHD	20	16.251	81.3	17.766	88.8	0.4	0.319	79.7	0.349	87.2
46	PBHE	20	16.171	80.9	17.738	88.7	0.4	0.318	79.6	0.350	87.4
47	PBHF	20	16.165	80.8	17.735	88.7	0.4	0.321	80.3	0.353	88.1
48	PBHG	20	16.19	81	17.744	88.7	0.4	0.317	79.3	0.348	87.0
49	PBHH	20	16.241	81.2	17.762	88.8	0.4	0.318	79.6	0.348	87.1
50	PBHI	20	16.179	80.9	17.740	88.7	0.4	0.323	80.7	0.354	88.5
51	PBHJ	20	16.163	80.8	17.735	88.7	0.4	0.32	80	0.351	87.8
52	PBHK	20	16.163	80.8	17.735	88.7	0.4	0.321	80.3	0.352	88.1
53	PBHL	20	16.192	81	17.745	88.7	0.4	0.317	79.3	0.348	87.0
54	PBHM	20	16.163	80.8	17.735	88.7	0.4	0.32	79.9	0.351	87.7
55	PBIA	20	16.258	81.3	17.764	88.8	0.4	0.356	89	0.389	97.3
56	PBIB	20	16.23	81.2	17.746	88.7	0.4	0.354	88.6	0.388	96.9
57	PBIC	20	16.206	81	17.731	88.7	0.4	0.351	87.6	0.384	96.0
58	PBID	20	16.188	80.9	17.719	88.6	0.4	0.341	85.3	0.374	93.5
59	PBIE	20	16.177	80.9	17.712	88.6	0.4	0.344	85.9	0.376	94.1
60	PBIF	20	16.172	80.9	17.709	88.5	0.4	0.357	89.3	0.391	97.8
61	PBIG	20	16.213	81.1	17.735	88.7	0.4	0.355	88.8	0.389	97.2
62	PBIH	20	16.173	80.9	17.709	88.5	0.4	0.345	86.3	0.378	94.6
63	PBIJ	20	16.184	80.9	17.716	88.6	0.4	0.344	85.9	0.377	94.1
64	PBIK	20	16.247	81.2	17.757	88.8	0.4	0.359	89.7	0.392	98.0
65	PMRA	20	16.482	82.4	17.910	89.5	0.4	0.36	90.1	0.392	97.9
66	PMRB	20	16.368	81.8	17.835	89.2	0.4	0.356	89.1	0.388	97.1
67	PMRC	20	16.312	81.6	17.799	89.0	0.4	0.346	86.4	0.378	94.4
68	PMRD	20	16.255	81.3	17.761	88.8	0.4	0.344	86	0.376	94.0
69	PMRE	20	16.24	81.2	17.751	88.8	0.4	0.345	86.3	0.378	94.4
70	PMRF	20	16.224	81.1	17.741	88.7	0.4	0.345	86.3	0.378	94.4
71	PMRG	20	16.215	81.1	17.735	88.7	0.4	0.343	85.6	0.375	93.8
72	PMRH	20	16.214	81.1	17.734	88.7	0.4	0.346	86.5	0.379	94.7
73	PMRI	20	16.258	81.3	17.763	88.8	0.4	0.353	88.1	0.386	96.4
74	PMRJ	20	16.219	81.1	17.738	88.7	0.4	0.352	88.1	0.386	96.4
75	POM	20	17.508	87.5	19.007	95.0	0.4	0.36	90	0.391	97.8
76	PSDA	20	16.251	81.3	17.758	88.8	0.4	0.348	87	0.380	95.1
77	PSDB	20	16.23	81.2	17.745	88.7	0.4	0.354	88.4	0.387	96.8
78	PSDC	20	16.218	81.1	17.737	88.7	0.4	0.354	88.5	0.387	96.8
79	SBRA	20	19.526	97.6	19.790	99.0	0.4	0.389	97.3	0.395	98.8
80	SBRB	20	19.349	96.7	19.695	98.5	0.4	0.377	94.1	0.383	95.9
81	SBRD	20	19.369	96.8	19.705	98.5	0.4	0.374	93.4	0.390	97.5
82	SBRJ	20	19.144	95.7	19.586	97.9	0.4	0.389	97.3	0.398	99.5
83	SBUA	20	19.001	95	19.513	97.6	0.4	0.379	94.8	0.390	97.4
84	SBUB	20	18.777	93.9	19.403	97.0	0.4	0.39	97.5	0.403	100.8
85	SBUC	20	18.88	94.4	19.453	97.3	0.4	0.379	94.7	0.390	97.6
86	STJ	20	17.299	86.5	18.527	92.6	0.4	0.357	89.2	0.383	95.6
87	STJA	20	17.316	86.6	18.545	92.7	0.4	0.355	88.7	0.380	95.1
88	STJB	20	17.267	86.3	18.494	92.5	0.4	0.384	95.9	0.411	102.7
89	STL	20	17.725	88.6	19.023	95.1	0.4	0.378	94.6	0.406	101.5
90	STLA	20	17.75	88.7	19.026	95.1	0.4	0.355	88.8	0.381	95.3

No.	Nama Trafo	Tegangan Sisi Primer (kV)					Tegangan Sisi Sekunder (kV)				
		Rating	Sebelum		Sesudah		Rating	Sebelum		Sesudah	
			V _p	%	V _p	%		V _s	%	V _s	%
91	STLB	20	17.837	89.2	19.040	95.2	0.4	0.35	87.6	0.374	93.5
92	STLC	20	17.776	88.9	19.030	95.2	0.4	0.359	89.8	0.385	96.2
93	STLD	20	17.818	89.1	19.037	95.2	0.4	0.369	92.1	0.394	98.5
94	STLE	20	17.697	88.5	19.021	95.1	0.4	0.377	94.1	0.405	101.3
95	TTS	20	16.172	80.9	17.709	88.5	0.4	0.359	89.6	0.393	98.3

Perbaikan tegangan dengan mengganti ukuran penampang kabel dan pemindahan beban ke penyulang At-taqwa dinilai sebagai langkah terbaik dikarenakan tidak memerlukan biaya yang terlalu besar dan waktu eksekusi yang cepat, dibandingkan dengan pembangunan Gardu Induk baru. Perubahan besar tegangan jatuh yang terjadi sebesar 19.185% menjadi 11.325%.

Perbaikan yang dilakukan masih belum memenuhi standar yang diizinkan namun sudah dapat memberikan tegangan yang cukup baik sehingga terjadi penurunan tegangan jatuh sebesar 7.86%, untuk mendapatkan tegangan yang sesuai standar cukup susah dikarenakan kondisi penyulang Citarum yang terlampaui panjang, idealnya adalah membangun Gardu Induk baru untuk jangka panjangnya serta dapat menurunkan besar tegangan jatuh yang ada pada penyulang Citarum.

4.5 Keterbatasan Peneliti

Dalam proses penelitian skripsi, peneliti menemui berbagai kendala yang ada di lapangan. Dalam perencanaannya peneliti akan mengambil data berupa tegangan dan arus pada transformator distribusi, namun ada beberapa kendala yang dihadapi, antara lain :

1. Tidak adanya peralatan untuk mengukur tegangan menengah 20 kV, atau pada sisi primer transformator, sehingga tidak diketahui tegangan yang diterima pada transformator.
2. Banyak transformator yang letaknya cukup jauh dari kantor PLN Rayon Babelan, dan di luar wilayah kerja.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tegangan jatuh (*drop voltage*) pada jaringan tegangan menengah di penyulang Citarum PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Rayon Babelan, yang dilakukan dengan metode survey dan simulasi software Etap 12.6 sebagai rancangan penelitian, diperoleh nilai tegangan terendah sebesar 16.163 kV atau 16163 V dengan besar tegangan jatuh 3.837 kV atau 3837 V dalam persentase berkisar 19.185%.

Hasil perhitungan manual untuk besar tegangan jatuh pada penyulang Citarum didapatkan nilai sebesar 3.754 kV atau 3754 V dalam persentase 18.768%. Besar tegangan terendah yang terjadi adalah sebesar 16.246 kV atau 16246 V. Sehingga rata-rata tegangan jatuh antara hasil simulasi software Etap 12.6 dan perhitungan manual sebesar 3.791 kV atau 3791 V yang dalam persentase sebesar 18.954%.

Dalam SPLN 72: 1987, dijelaskan bahwa jatuh tegangan yang diizinkan pada jaringan tegangan menengah dengan sistem jaringan distribusi radial sebesar 5% dari tegangan kerja. Sehingga dapat disimpulkan bahwa besar tegangan jatuh yang terjadi pada penyulang Citarum tidak sesuai dengan standar yang diizinkan. Hal ini dikarenakan penyulang Citarum memiliki panjang penyulang yang terlampaui panjang, dan memiliki penampang kabel yang kecil.

Hasil tegangan jatuh (*drop voltage*) pada penyulang Citarum, mengakibatkan terdapat 90 transformator yang menerima tegangan tidak sesuai standar dan hanya 5 transformator yang menerima tegangan sesuai standar.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan dari penelitian tegangan jatuh (*drop voltage*) pada jaringan tegangan menengah di penyulang Citarum PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Rayon Babelan, peneliti memberikan saran, yakni :

1. Dari segi pelayanan, penelitian ini dapat menjadikan rujukan untuk memperbaiki tegangan jatuh di sepanjang penyulang Citarum.
2. Disarankan kepada PT. PLN (Persero), selaku pihak yang berwenang dalam penyediaan sarana dan prasarana dalam menunjang pelayanan teknis, untuk memiliki instrumen pengukuran tegangan menengah.
3. Disarankan kepada peneliti lain untuk mengadakan penelitian lebih lanjut dengan waktu penelitian yang lebih panjang, agar mendapatkan data yang lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- A.S Pabla, Hadi, Abdul,(1991),”*Sistem Distribusi Daya Listrik*” PT. Gelora Aksara Pratama, Bandung.
- [FT] Fakultas Teknik. 2015. Buku Panduan Penyusunan Skripsi dan Non Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Gussow, Milton.(2004),”*Dasar-dasar Teknik Listrik Edisi 3*”. Erlangga.
- Gonen, Turan, (1986), “*Electric Power Distribution System Engineering*”. McGraw-Hill Book Company
- Hayt Jr, William, Kemmerly, Jack E.”*Rangkaian Listrik*”. PT. Gelora Aksara Pratama, Bandung
- Kadir, Abdul., “*Transformator*”, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 1989.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia
- Majalah ilmiah teknik elektro tahun 2010
- Prof. Dr. Sugiyono,(2010) “*Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*”, Alfabeta, Bandung.
- PT PLN (2010) “*Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*”.
- PT. PLN (2010) “*Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*”.
- Scaddan, Brian.(2004)”*Instalasi Listrik Rumah Tangga* ” PT. Gelora Aksara Pratama, Bandung.
- Statistika Ketenagalistrikan 2014, edisi No. 28 tahun Anggaran 2015, Direktorat Jendral Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Stevenson Jr, William D.(1983) “*Analisis Sistem Tenaga Listrik*“, PT. Gelora Aksara Pratama, Bandung.
- Sudirham, Sudaryatno. “*Analisis Sistem Tenaga*”, e-book.
- Suhadi, dkk. ”*Teknik Distribusi Tenaga Listrik*” 2008.

Suswanto, Daman. "*Sistem Distribusi Tenaga Listrik*"

www.antarajatim.com

ebtke.esdm.go.id.

<http://teknikelektro-teknologiinformasi.blogspot.com>

<http://tentanglistrikkita.blogspot.com>

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

NO	NAMA GARDU	ALAMAT GARDU	JENIS GARDU	PEMANFAATAN GARDU*	MEREK	TAHUN	KAPASITAS TRAFO
1	BSTR	Booster PAM	Cantol	UMUM	SINTRA	2014	100
2	DVOR	Dep Pehub Udara (Radar)	Cantol	UMUM	NNP	NNP	50
3	JYL	Jayalaksana	Portal	UMUM	TRAFINDO	2015	250
4	JYLA	Jayalaksana A	Portal	UMUM	STARLITE	2007	250
5	JYLB	Jayalaksana B	Portal	UMUM	UNINDO	2007	250
6	JYLC	Jayalaksana C	Portal	UMUM	B & D	2009	250
7	JYLD	Jayalaksana D	Cantol	UMUM	TRAFINDO	2015	200
8	JYSA	Jayasakti A	Portal	UMUM	STARLITE	1986	100
9	JYSB	Jayasakti B	Portal	UMUM	UNINDO	NNP	160
10	JYSC	Jayasakti C	Portal	UMUM	STARLITE	2010	160
11	JYSD	Jayasakti D	Portal	UMUM	STARLITE	1986	100
12	JYSE	Jayasakti E	Portal	UMUM	STARLITE	1986	100
13	JYSF	Jayasakti F	Portal	UMUM	STARLITE	1986	160
14	JYSG	Jayasakti G	Cantol	UMUM	STW	1997	50
15	JYSH	Jayasakti H	Cantol	UMUM	B & D	2008	100
16	KHJ	Karang Harja	Tembok	UMUM	B & D	2015	400
17	KHJA	Karang Harja A	Cantol	UMUM	UNINDO	1977	100
18	KHJB	Karang Harja B	Portal	UMUM	SINTRA	1998	160
19	KHJC	Karang Harja C	Cantol	UMUM	STW	NNP	50
20	KHJD	Karang Harja D	Portal	UMUM	UNINDO	1993	200
21	KHJF	Karang Harja F	Cantol	KHUSUS	SINTRA	2013	100
22	KHJG	Karang Harja E	Cantol	UMUM	STARLITE	2013	100
23	KSR	Karang Segar	Tembok	UMUM	STARLITE	1986	400
24	KSRB	Karang Segar B	Cantol	UMUM	VOLTRA	2012	100
25	KSRC		Cantol	UMUM			100
26	LGJ	Lenggah Jaya	Portal	UMUM	UNINDO	1993	200
27	LGJA	Lenggah Jaya A	Portal	UMUM	TRAFINDO	2016	160
28	LGJB	Lenggah Jaya B	Cantol	UMUM	UNINDO	1998	100
29	LGJC	Lenggah Jaya C	Cantol	UMUM	UNINDO	1986	100
30	LGSA	Lenggah Sari A	Portal	UMUM	UNINDO	1981	200
31	LGSB	Lenggah Sari B	Portal	UMUM	STARLITE	1986	100
32	LGSC	Lenggah Sari C	Portal	UMUM	MORAWA	2007	200
33	LGSD	Lenggah Sari D	Portal	UMUM	SINTRA	2010	200
34	LGSE	Lenggah Sari E	Portal	UMUM	STARLITE	1986	100
35	LGSF	Lenggah Sari F	Cantol	UMUM	STARLITE	NNP	50
36	LGSB	Lenggah Sari G	Cantol	UMUM	TRAFINDO	2004	100
37	LGSB	Lenggah Sari H	Portal	UMUM	B & D	2008	100
38	LGSI	Lenggah Sari I	Cantol	UMUM	NNP	NNP	100
39	LGSK	Lenggah Sari K	Portal	UMUM	STARLITE	1994	160
40	LGSL	Lenggah Sari L	Cantol	UMUM	TRAFINDO	2015	100
41	PBHA	Pantai Bahagia A	Portal	UMUM	STARLITE	1987	100
42	PBHB	Pantai Bahagia B	Portal	UMUM	STARLITE	1987	100

NO	NAMA GARDU	ALAMAT GARDU	JENIS GARDU	PEMANFAATAN GARDU*	MEREK	TAHUN	KAPASITAS TRAFO
43	PBHC	Pantai Bahagia C	Portal	UMUM	STARLITE	1987	100
44	PBHD	Pantai Bahagia D	Portal	UMUM	STARLITE	1987	100
45	PBHE	Pantai Bahagia E	Cantol	UMUM	STARLITE	1989	100
46	PBHF	Pantai Bahagia F	Cantol	UMUM	STARLITE	1989	50
47	PBHG	Pantai bahagia G	Cantol	UMUM	B & D	2008	100
48	PBHH	Pantai bahagia H	Cantol	UMUM	B & D	2008	100
49	PBHI	Pantai bahagia I	Cantol	UMUM	B & D	1997	100
50	PBHJ	Pantai bahagia J	Cantol	UMUM	TRAFINDO	1993	100
51	PBHK	Pantai bahagia K	Cantol	UMUM	SINTRA	2007	100
52	PBHL	Pantai bahagia L	Cantol	UMUM	B & D	2008	100
53	PBHM	Pantai bahagia M	Cantol	UMUM	B & D	2007	100
54	PBIA	Pantai Bakti A	Portal	UMUM	B & D	2008	100
55	PBIB	Pantai Bakti B	Portal	UMUM	SINTRA	2007	100
56	PBIC	Pantai Bakti C	Portal	UMUM	SINTRA	2007	100
57	PBID	Pantai Bakti D	Portal	UMUM	SINTRA	2006	100
58	PBIE	Pantai Bakti E	Portal	UMUM	STARLITE	1995	200
59	PBIF	Pantai Bakti F	Portal	UMUM	UNINDO	1991	200
60	PBIG	Pantai Bakti G	Portal	UMUM	TRAFINDO	2004	100
61	PBIH	Pantai Bakti H	Cantol	UMUM	SINTRA	2006	100
62	PBIJ	Pantai Bakti J	Cantol	UMUM	TRAFINDO	2006	100
63	PBIK	Pantai Bakti K	Cantol	UMUM	STARLITE	2013	100
64	PMRA	Pantai Mekar A	Portal	UMUM	TRAFINDO	2004	100
65	PMRB	Pantai Mekar B	Portal	UMUM	SINTRA	2004	100
66	PMRC	Pantai Mekar C	Portal	UMUM	SINTRA	2009	100
67	PMRD	Pantai Mekar D	Portal	UMUM	TRAFINDO	2001	100
68	PMRE	Pantai Mekar E	Portal	UMUM	UNINDO	1990	100
69	PMRF	Pantai Mekar F	Portal	UMUM	STARLITE	1986	100
70	PMRG	Pantai Mekar G	Portal	UMUM	B & D	2008	100
71	PMRH	Pantai Mekar H	Cantol	UMUM	SINTRA	1992	100
72	PMRI	Pantai Mekar I	Cantol	UMUM	UNINDO	1997	100
73	PMRJ	Pantai Mekar J	Cantol	UMUM	STARLITE	2013	100
74	PSDA	Pantai Sederhana A	Portal	UMUM	B & D	2008	100
75	PSDB	Pantai Sederhana B	Portal	UMUM	STARLITE	1986	100
76	PSDC	Pantai Sederhana C	Portal	UMUM	NNP	NNP	100
77	STJ	Setiajaya	Portal	UMUM	MORAWA	2008	160
78	STJA	Setiajaya A	Cantol	UMUM	TRAFINDO	2012	100
79	STJB	Setiajaya B	Portal	UMUM	VOLTRA	2015	250
80	STL	Setialaksana	Portal	UMUM	SINTRA	2007	200
81	STLA	Setialaksana A	Cantol	UMUM	STARLITE	1986	100
82	STLB	Setialaksana B	Portal	UMUM	B & D	2004	250
83	STLC	Setialaksana C	Cantol	UMUM	STARLITE	NNP	100
84	STLD	Setialaksana D	Cantol	UMUM	VOLTRA	2012	100
85	STLE	Setialaksana E	Cantol	KHUSUS	B & D	2016	100
86	TTS	Thong-Tong Thomas	Portal	UMUM	STARLITE	1986	50
87	KSRA	KARANG SEGAR A	Cantol	UMUM	SINTRA	2007	100
88	SBRA	SUMBER SARI A	PORTAL	UMUM	UNINDO	2000	200
89	SBRB	SUMBER SARI B	PORTAL	UMUM	STARLITE		100

NO	NAMA GARDU	ALAMAT GARDU	JENIS GARDU	PEMANFAATAN GARDU*	MEREK	TAHUN	KAPASITAS TRAFO
90	SBRD	SUMBER SARI D	Cantol	UMUM	STARLITE	1987	100
91	SBRJ	SUMBER REJA	PORTAL	UMUM	PMR	2007	250
92	SBUA	SUMBER URIP A	PORTAL	UMUM	STARLITE	2003	200
93	SBUB	SUMBER URIP B	PORTAL	UMUM	B & D		160
94	SBRF	SUMBER REJA F	Cantol	UMUM	TRAFINDO	2013	100
95	SBRE		Cantol	UMUM			100

LAMPIRAN 2

Single Line Diagram

LAMPIRAN 3**Single Line Diagram software Etap 12.6**

LAMPIRAN 4**Load Flow Single Line Diagram pada Etap 12.6**

LAMPIRAN 5

SPLN 72 1987

SPLN 72:1987

Sakelar beban dari unit tersebut dilengkapi dengan mekanisme pengendalian secara elektris.

19. Pengaturan tegangan dan turun tegangan
 - 19.1. Turun tegangan pada JTM dibolehkan:
 - a. 2% dari tegangan kerja sebagaimana tercantum pada ayat 22 bagi sistem yang tidak memanfaatkan STB *) yaitu sistem Spindel dan Gugus.
 - b. 5% dari tegangan kerja bagi sistem yang memanfaatkan STB yaitu sistem radial di atas tanah dan sistem simpul.
 - 19.2. Turun tegangan pada transformator distribusi dibolehkan 3% dari tegangan kerja.
 - 19.3. Turun tegangan pada STR dibolehkan sampai 4% dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban.
 - 19.4. Turun tegangan pada SR dibolehkan 1% dari tegangan nominal.
20. Penghantar Jaringan Tegangan Rendah
 - 20.1. Penghantar Jaringan Tegangan Rendah (JTR) terdiri dari 2 macam yaitu:
 - a. Penghantar telanjang dari aluminium campuran, sesuai dengan SPLN No.41-8:1981 tentang penghantar aluminium campuran murni.
Bagi JTR yang memerlukan kabel antara gardu ke tiang pertama digunakan kabel dengan kemampuan hantar arus 1(satu) tingkat di atas kemampuan hantar arus penghantar telanjangnya.
 - b. Penghantar berisolasi dipilin (sesuai SPLN No.42-10:1986 tentang kabel pilin udara) dengan penghantar fasa aluminium dan penghantar netral aluminium campuran.
 - 20.2. Penghantar Sambungan Rumah terdiri dari 3 macam yaitu:
 - a. Penghantar berisolasi dipilin, dengan penghantar netral berisolasi sesuai SPLN No.42-10:1986 tentang kabel pilin udara.
 - b. Penghantar tembaga telanjang, sesuai SPLN No. 49-4:1981 atau 41-5:1981.
 - c. Kabel tanah sesuai SPLN No. 43-1:1981.
 Penampang Sambungan Rumah disesuaikan dengan daya kontraknya.
21. Penghantar Jaringan Tegangan Menengah

Penghantar Jaringan Tegangan Menengah (JTM) terdiri dari 3 macam yaitu:

*) STB adalah Sadapan Tanpa Beban Transformator Distribusi.

LAMPIRAN 6

SPLN 64 1985

SPLN 64: 1985

2.1.1 Tabel XIII A - Penghantar AAC

Penampang nominal (mm ²)	Jari-jari (mm)	Urat	GMR (mm)	Impedansi urutan positif (Ω /km)	Impedansi urutan nol (Ω /km)
16	2,2563	7	1,6380	1,8382+j 0,4035	1,9862+j 1,6910
25	2,8203	7	2,0475	1,1765+j 0,3895	1,3245+j 1,6770
35	3,3371	7	2,4227	0,8403+j 0,3791	0,9883+j 1,6666
50	3,9886	7	2,8957	0,5882+j 0,3677	0,7362+j 1,6552
70	4,7193	7	3,4262	0,4202+j 0,3572	0,5682+j 1,6447
95	5,4979	19	4,1674	0,3096+j 0,3464	0,4576+j 1,6339
120	6,1791	19	4,6837	0,2451+j 0,3375	0,3931+j 1,6250
150	6,9084	19	5,2365	0,1961+j 0,3305	0,3441+j 1,6180
185	7,6722	19	5,8155	0,1590+j 0,3239	0,3070+j 1,6114
240	8,7386	19	6,6238	0,1225+j 0,3157	0,2705+ j 1,6032

2.1.2 Tabel XIII B - Penghantar AAAC

Penampang nominal (mm ²)	Jari-jari (mm)	Urat	GMR (mm)	Impedansi urutan positif (Ω /km)	Impedansi urutan nol (Ω /km)
16	2,2563	7	1,6380	2,0161+j 0,4036	2,1641+j 1,6911
25	2,8203	7	2,0475	1,2903+j 0,3895	1,4384+j 1,6770
35	3,3371	7	2,4227	0,9217+j 0,3790	1,0697+j 1,6665
50	3,9886	7	2,8957	0,6452+j 0,3678	0,7932+ j 1,6553
70	4,7193	7	3,4262	0,4608+j 0,3572	0,6088+j 1,6447
95	5,4979	19	4,1674	0,3396+j 0,3449	0,4876+ j 1,6324
120	6,1791	19	4,6837	0,2688+j 0,3376	0,4168+j 1,6251
150	6,9084	19	5,2365	0,2162+j 0,3305	0,3631+j 1,6180
185	7,6722	19	5,8155	0,1744+j 0,3239	0,3224+ j 1,6114
240	8,7386	19	6,6238	0,1344+j 0,3158	0,2824+j 1,6033

LAMPIRAN 7**Printout Simulasi Software Etap 12.6 Sebelum Perbaikan**

LAMPIRAN 8
PERHITUNGAN MANUAL
Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan

1. Segmen jembatan

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 150 \text{ m} \\ I &: 193 \sqrt{3} = 328.181 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 328.181 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{150}{1000}$$

$$\Delta V = 328.181 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.15$$

$$\Delta V = 328.181 \times 0.395 \times 0.15 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 19.783 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{19.783}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.099\%$$

2. Segmen sutm_6-24

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 853 \text{ m} \\ I &: 193 \sqrt{3} = 333.89 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 333.89 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{853}{1000}$$

$$\Delta V = 333.89 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.853$$

$$\Delta V = 333.89 \times 0.395 \times 0.853 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 112.499 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{112.713}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.562\%$$

3. Segmen 24L1-L18

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 900 \text{ m} \\ I &: 4.5 \sqrt{3} = 7.785 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 7.785 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{900}{1000}$$

$$\Delta V = 7.785 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < 56.8^0 \times 0.9$$

$$\Delta V = 7.785 \times 0.395 \times 0.9 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 2.768 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{2.768}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.014\%$$

4. Segmen 24L18-21

Diketahui :

$$L : 156 \text{ m}$$

$$I : 4.5 \sqrt{3} = 7.785$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 7.785 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{156}{1000}$$

$$\Delta V = 7.785 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < 56.8^0 \times 0.156$$

$$\Delta V = 7.785 \times 0.395 \times 0.156 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 0.48 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{0.48}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.002\%$$

5. Segmen sutm_24-49

Diketahui :

$$L : 1195 \text{ m}$$

$$I : 193 \sqrt{3} = 333.89$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 333.89 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1195}{1000}$$

$$\Delta V = 333.89 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < 56.8^0 \times 1.195$$

$$\Delta V = 333.89 \times 0.395 \times 1.195 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 157.604 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{157.604}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.788\%$$

6. Segmen sutm_49-52

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 149 \text{ m} \\ I &: 186.1 \sqrt{3} = 326.105 \\ Z &: 0.2162 + j0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 326.105 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{149}{1000}$$

$$\Delta V = 326.105 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.149$$

$$\Delta V = 326.105 \times 0.395 \times 0.149 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 19.193 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{19.193}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.096\%$$

7. Segmen sutm_52-72

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 945 \text{ m} \\ I &: 185.8 \sqrt{3} = 321.434 \\ Z &: 0.2162 + j0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 321.434 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{945}{1000}$$

$$\Delta V = 321.434 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.945$$

$$\Delta V = 321.434 \times 0.395 \times 0.945 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 119.534 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{119.534}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.598\%$$

8. Segmen sutm_72-87

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 652 \text{ m} \\ I &: 181,7 \sqrt{3} = 314.341 \\ Z &: 0.2162 + j0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 314.341 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{652}{1000}$$

$$\Delta V = 314.341 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.652$$

$$\Delta V = 314.341 \times 0.395 \times 0.652 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 80.955 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{80,955}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.405\%$$

9. Segmen sutm_87-111

Diketahui :

$$L : 1162 \text{ m}$$

$$I : 181.7 \sqrt{3} = 314.341$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 314.341 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1162}{1000}$$

$$\Delta V = 314.341 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 1.162$$

$$\Delta V = 314.341 \times 0.395 \times 1.162 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 144.279 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{144.279}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.721\%$$

10. Segmen sutm_111-131

Diketahui :

$$L : 1003 \text{ m}$$

$$I : 174.4 \sqrt{3} = 301.712$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 301.712 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1003}{1000}$$

$$\Delta V = 301.712 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 1.003$$

$$\Delta V = 301.712 \times 0.395 \times 1.003 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 119.534 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{119.534}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.598\%$$

11. Segmen sutm_131-150

Diketahui :

$$L : 888 \text{ m}$$

$$I : 170.2 \sqrt{3} = 294.446$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 294.446 \times 0.2162 + j0.3305 < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{888}{1000}$$

$$\Delta V = 294.446 \times \frac{0.2162^2 + 0.3305^2}{0.2162} < 56.8^0 \times 0.888$$

$$\Delta V = 294.446 \times 0.395 \times 0.888 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 103.280 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{103.280}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.504\%$$

12. Segmen sutm_150-154

Diketahui :

$$L : 226 \text{ m}$$

$$I : 165.9 \sqrt{3} = 287.007$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 287.007 \times 0.2162 + j0.3305 < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{226}{1000}$$

$$\Delta V = 287.007 \times \frac{0.2162^2 + 0.3305^2}{0.2162} < 56.8^0 \times 0.226$$

$$\Delta V = 287.007 \times 0.395 \times 0.226 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 25.621 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{25.621}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.128\%$$

13. Segmen sutm_154-161

Diketahui :

$$L : 355 \text{ m}$$

$$I : 165.9 \sqrt{3} = 287.007$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 287.007 \times 0.2162 + j0.3305 < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{355}{1000}$$

$$\Delta V = 287.007 \times \frac{0.2162^2 + 0.3305^2}{0.2162} < 56.8^0 \times 0.355$$

$$\Delta V = 287.007 \times 0.395 \times 0.355 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 25.621 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{25.621}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.128\%$$

14. Segmen 161L1-23

Diketahui :

$$L : 1144 \text{ m}$$

$$I : 4.2 \sqrt{3} = 7.266$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 7.266 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1144}{1000}$$

$$\Delta V = 7.266 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 1.144$$

$$\Delta V = 7.266 \times 0.395 \times 1.144 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 3.283$$

$$\Delta V = \frac{3.283}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.016\%$$

15. Segmen 161L23-41

Diketahui :

$$L : 936 \text{ m}$$

$$I : 4.2 \sqrt{3} = 7.266$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 7.266 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{936}{1000}$$

$$\Delta V = 7.266 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.936$$

$$\Delta V = 7.266 \times 0.395 \times 0.936 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 2.686 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{2.686}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.013\%$$

16. Segmen sutm_161-164

Diketahui :

$$L : 136 \text{ m}$$

$$I : 158.6 \sqrt{3} = 274.378$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 274.378 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{136}{1000}$$

$$\Delta V = 274.378 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.136$$

$$\Delta V = 274.378 \times 0.395 \times 0.136 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 14.740 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{14.740}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.074\%$$

17. Segmen sutm_ksr

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 50 \text{ m} \\ I &: 158.6 \sqrt{3} = 274.378 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 274.378 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{50}{1000}$$

$$\Delta V = 274.378 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.05$$

$$\Delta V = 274.378 \times 0.395 \times 0.136 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 14.740 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{14.740}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.074\%$$

18. Segmen Sktm_ksr

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 30 \text{ m} \\ I &: 158.6 \sqrt{3} = 274.378 \\ Z &: 0.161 + j 0.098 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 274.378 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{30}{1000}$$

$$\Delta V = 274.378 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.03$$

$$\Delta V = 274.378 \times 0.395 \times 0.03 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 1.547 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{1.547}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.008\%$$

19. Segmen Sktm_ksr2

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 30 \text{ m} \\ I &: 149.3 \sqrt{3} = 258.289 \\ Z &: 0.161 + j 0.098 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 258.289 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{30}{1000}$$

$$\Delta V = 258.289 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.03$$

$$\Delta V = 258.289 \times 0.395 \times 0.03 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 1.457 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{1.457}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.007\%$$

20. Segmen sutm_164-174

Diketahui :

$$L : 530 \text{ m}$$

$$I : 149.3 \bar{3} = 258.289$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 258.289 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{530}{1000}$$

$$\Delta V = 258.289 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.53$$

$$\Delta V = 258.289 \times 0.395 \times 0.53 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 54.073 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{54.073}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.270\%$$

21. Segmen sutm_174-198

Diketahui :

$$L : 1248 \text{ m}$$

$$I : 149.3 \bar{3} = 258.289$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 258.808 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1248}{1000}$$

$$\Delta V = 258.808 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.1248$$

$$\Delta V = 258.808 \times 0.1248 \times 0.53 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 127.561 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{127.561}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.638\%$$

22. Segmen sutm_198-220

Diketahui :

$$L : 1144 \text{ m}$$

$$I : 147.2 \bar{3} = 254.656$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 254.656 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1144}{1000}$$

$$\Delta V = 254.656 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 1.144$$

$$\Delta V = 254.656 \times 0.395 \times 1.144 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 115.074 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{115.074}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.575\%$$

23. Segmen sutm_220-263

Diketahui :

$$L : 2322 \text{ m}$$

$$I : 146.7 \sqrt{3} = 253.791$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 253.791 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{2322}{1000}$$

$$\Delta V = 253.791 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 2.322$$

$$\Delta V = 253.791 \times 0.395 \times 2.322 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 232.775 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{232.775}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 1.164\%$$

24. Segmen Sktm_khj

Diketahui :

$$L : 30 \text{ m}$$

$$I : 143.7 \sqrt{3} = 248.601$$

$$Z : 0.161 + j 0.098$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 248.601 \times \sqrt{0.161^2 + j0.098^2} < \arctg \frac{0.098}{0.161} \times \frac{30}{1000}$$

$$\Delta V = 248.601 \times \sqrt{0.161^2 + 0.098^2} < 56.8^0 \times 0.03$$

$$\Delta V = 248.601 \times 0.395 \times 0.03 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 1.402 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{1.402}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.007\%$$

25. Segmen Sktm_khj2

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 30 \text{ m} \\ I &: 138.2 \sqrt{3} = 239.086 \\ Z &: 0.161 + j 0.098 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 239.086 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{30}{1000}$$

$$\Delta V = 239.086 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.03$$

$$\Delta V = 239.086 \times 0.395 \times 0.03 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 1.348 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{1.348}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.007\%$$

26. Segmen sutm_263-273

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 495 \text{ m} \\ I &: 138.2 \sqrt{3} = 239.086 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 239.086 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{495}{1000}$$

$$\Delta V = 239.086 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.495$$

$$\Delta V = 239.086 \times 0.395 \times 0.495 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 46.747 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{46.747}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.234\%$$

27. Segmen 273L1-18

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 935 \text{ m} \\ I &: 8.7 \sqrt{3} = 15.051 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 15.051 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{935}{1000}$$

$$\begin{aligned}\Delta V &= 15.051 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.935 \\ \Delta V &= 15.051 \times 0.395 \times 0.935 < 56.8^0 \\ \Delta V &= 88.54 < 56.8^0 \\ \Delta V &= \frac{88.54}{20000} \times 100\% \\ \Delta V &= 0.028\%\end{aligned}$$

28. Segmen L18-37

Diketahui :

$$\begin{aligned}L &: 1045 \text{ m} \\ I &: 8.7 \bar{3} = 15.051 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305\end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\begin{aligned}\Delta V &= I \times Z \times \frac{L}{1000} \\ \Delta V &= 15.051 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1045}{1000} \\ \Delta V &= 15.051 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 1.045 \\ \Delta V &= 15.051 \times 0.395 \times 1.045 < 56.8^0 \\ \Delta V &= 6.213 < 56.8^0 \\ \Delta V &= \frac{6.213}{20000} \times 100\% \\ \Delta V &= 0.031\%\end{aligned}$$

29. Segmen sutm_273-293

Diketahui :

$$\begin{aligned}L &: 1030 \text{ m} \\ I &: 138.2 \bar{3} = 239.086 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305\end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\begin{aligned}\Delta V &= I \times Z \times \frac{L}{1000} \\ \Delta V &= 239.086 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1030}{1000} \\ \Delta V &= 239.086 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 1.030 \\ \Delta V &= 239.086 \times 0.395 \times 1.030 < 56.8^0 \\ \Delta V &= 97.272 < 56.8^0 \\ \Delta V &= \frac{97.272}{20000} \times 100\% \\ \Delta V &= 0.486\%\end{aligned}$$

30. Segmen sutm_293-311

Diketahui :

$$\begin{aligned}L &: 954 \text{ m} \\ I &: 129.5 \bar{3} = 224.035 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305\end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 224.035 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{945}{1000}$$

$$\Delta V = 224.035 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.945$$

$$\Delta V = 224.035 \times 0.395 \times 0.945 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 84.423 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{84.423}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.422\%$$

31. Segmen sutm_311-318

Diketahui :

$$L : 378 \text{ m}$$

$$I : 126.2 \sqrt{3} = 218.326$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 218.326 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{378}{1000}$$

$$\Delta V = 218.326 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.378$$

$$\Delta V = 218.326 \times 0.395 \times 0.378 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 32.598 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{32.598}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.163\%$$

32. Segmen 318L1-27

Diketahui :

$$L : 1430 \text{ m}$$

$$I : 7 \sqrt{3} = 12.11$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 12.11 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1430}{1000}$$

$$\Delta V = 12.11 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 1.43$$

$$\Delta V = 12.11 \times 0.395 \times 1.43 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 6.840 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{6.840}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.034\%$$

33. Segmen L27-40

Diketahui :

$$L : 715 \text{ m}$$

$$I : 7.1 \sqrt{3} = 12.283$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 12.283 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{715}{1000}$$

$$\Delta V = 12.283 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.715$$

$$\Delta V = 12.283 \times 0.395 \times 0.715 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 3.469 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{3.469}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.017\%$$

34. Segmen sutm_318-321

Diketahui :

$$L : 160 \text{ m}$$

$$I : 115.9 \sqrt{3} = 200.507$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 200.507 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{160}{1000}$$

$$\Delta V = 200.507 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.16$$

$$\Delta V = 200.507 \times 0.395 \times 0.16 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 12.672 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{12.672}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.063\%$$

35. Segmen sutm_321-331

Diketahui :

$$L : 530 \text{ m}$$

$$I : 116 \sqrt{3} = 200.68$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 200.68 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{530}{1000}$$

$$\Delta V = 200.68 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < 56.8^0 \times 0.53$$

$$\Delta V = 200.68 \times 0.395 \times 0.53 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 42.012 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{42.012}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.210\%$$

36. Segmen 331L1-4

Diketahui :

$$L : 180 \text{ m}$$

$$I : 3.2 \sqrt{3} = 5.536$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 5.536 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{180}{1000}$$

$$\Delta V = 5.536 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < 56.8^0 \times 0.18$$

$$\Delta V = 5.536 \times 0.395 \times 0.18 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 0.394 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{0.394}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.002\%$$

37. Segmen sutm_331-334

Diketahui :

$$L : 148 \text{ m}$$

$$I : 110 \sqrt{3} = 190.3$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 190.3 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{148}{1000}$$

$$\Delta V = 190.3 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < 56.8^0 \times 0.148$$

$$\Delta V = 190.3 \times 0.395 \times 0.148 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 11.125 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{11.125}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.056\%$$

38. Segmen 334R1-34

Diketahui :

$$L : 1815 \text{ m}$$

$$I : 5 \sqrt{3} = 8.65$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 8.65 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1815}{1000}$$

$$\Delta V = 8.65 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 1.815$$

$$\Delta V = 8.65 \times 0.395 \times 1.815 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 6.201 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{6.201}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.031$$

39. Segmen sutm_334-336

Diketahui :

$$L : 102 \text{ m}$$

$$I : 104.9 \sqrt{3} = 181.477$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 181.477 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{102}{1000}$$

$$\Delta V = 181.477 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.102$$

$$\Delta V = 181.477 \times 0.395 \times 0.102 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 7.312 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{7.312}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.037$$

40. Segmen sutm_336-347

Diketahui :

$$L : 583 \text{ m}$$

$$I : 105 \sqrt{3} = 181.65$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 181.65 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{160}{1000}$$

$$\Delta V = 181.65 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.16$$

$$\Delta V = 181.65 \times 0.395 \times 0.16 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 41831 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{41831}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.209$$

41. Segmen 347R1-4

Diketahui :

$$L : 180 \text{ m}$$

$$I : 1.1 \sqrt{3} = 1.903$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 1.903 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{180}{1000}$$

$$\Delta V = 1.903 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.18$$

$$\Delta V = 1.903 \times 0.395 \times 0.18 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 0.135 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{0.135}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.001$$

42. Segmen sutm_347-354

Diketahui :

$$L : 360 \text{ m}$$

$$I : 102.5 \sqrt{3} = 177.325$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 177.325 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{360}{1000}$$

$$\Delta V = 177.325 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.36$$

$$\Delta V = 177.325 \times 0.395 \times 0.36 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 25.216 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{25.216}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.126$$

43. Segmen 354L1-3

Diketahui :

$$L : 110 \text{ m}$$

$$I : 3.9 \sqrt{3} = 6.747$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 6.747 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{110}{1000}$$

$$\Delta V = 6.747 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.11$$

$$\Delta V = 6.747 \times 0.395 \times 0.11 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 0.293 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{0.293}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.001$$

44. Segmen sutm_354-361

Diketahui :

$$L : 363 \text{ m}$$

$$I : 98.7 \sqrt{3} = 170.751$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 170.751 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{363}{1000}$$

$$\Delta V = 170.751 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.363$$

$$\Delta V = 170.751 \times 0.395 \times 0.363 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 24.483 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{24.483}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.122$$

45. Segmen sutm_361-369

Diketahui :

$$L : 416 \text{ m}$$

$$I : 98.6 \sqrt{3} = 170.578$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 170.578 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{416}{1000}$$

$$\Delta V = 170.578 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.416$$

$$\Delta V = 170.578 \times 0.395 \times 0.416 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 28.029 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{28.029}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.14$$

46. Segmen Sutm_369-375

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 312 \text{ m} \\ I &: 96.6 \sqrt{3} = 167.118 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 167.118 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{312}{1000}$$

$$\Delta V = 167.118 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.312$$

$$\Delta V = 167.118 \times 0.395 \times 0.312 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 20.596 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{20.596}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.103$$

47. Segmen sutm_375-397

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1144 \text{ m} \\ I &: 95.3 \sqrt{3} = 164.869 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 164.869 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1144}{1000}$$

$$\Delta V = 164.869 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 1.144$$

$$\Delta V = 164.869 \times 0.395 \times 1.144 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 74.501 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{74501}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.373$$

48. Segmen sutm_397-424

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1404 \text{ m} \\ I &: 95.3 \sqrt{3} = 164.869 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 164.869 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1404}{1000}$$

$$\Delta V = 164.869 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 1.404$$

$$\Delta V = 164.869 \times 0.395 \times 1.404 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 91.433 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{91.433}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.457$$

49. Segmen Sktm_ksr3

Diketahui :

$$L : 30 \text{ m}$$

$$I : 92.6 \sqrt{3} = 160.7$$

$$Z : 0.161 + j 0.098$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 160.72 \times \sqrt{0.161^2 + j0.098^2} < \arctg \frac{0.098}{0.161} \times \frac{30}{1000}$$

$$\Delta V = 160.72 \times \sqrt{0.161^2 + 0.098^2} < 56.8^0 \times 0.03$$

$$\Delta V = 160.72 \times 0.188 \times 0.03 < 31.33^0$$

$$\Delta V = 0.9087 < 31.33^0$$

$$\Delta V = 0.9087 \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.005$$

50. Segmen Sktm_ksr2

Diketahui :

$$L : 30 \text{ m}$$

$$I : 92.6 \sqrt{3} = 160.198$$

$$Z : 0.161 + j 0.098$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 160.198 \times \sqrt{0.161^2 + j0.098^2} < \arctg \frac{0.098}{0.161} \times \frac{30}{1000}$$

$$\Delta V = 160.198 \times \sqrt{0.161^2 + 0.098^2} < 56.8^0 \times 0.03$$

$$\Delta V = 160.198 \times 0.188 \times 0.03 < 31.33^0$$

$$\Delta V = 0.904 < 31.33^0$$

$$\Delta V = 0.904 \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.005\%$$

51. Segmen sutm_424-432

Diketahui :

$$L : 400 \text{ m}$$

$$I : 89.8 \sqrt{3} = 155.354$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 155.354 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{400}{1000}$$

$$\Delta V = 155.354 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < 56.8^{\circ} \times 0.4$$

$$\Delta V = 155.354 \times 0.395 \times 0.4 < 56.8^{\circ}$$

$$\Delta V = 24.546 < 56.8^{\circ}$$

$$\Delta V = \frac{24.546}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.123\%$$

52. Segmen sutm_432-442

Diketahui :

$$L : 516 \text{ m}$$

$$I : 89.8 \sqrt{3} = 155.354$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 155.354 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{516}{1000}$$

$$\Delta V = 155.354 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < 56.8^{\circ} \times 0.516$$

$$\Delta V = 155.354 \times 0.395 \times 0.516 < 56.8^{\circ}$$

$$\Delta V = 31.664 < 56.8^{\circ}$$

$$\Delta V = \frac{31.664}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.158\%$$

53. Segmen sutm_442-444

Diketahui :

$$L : 76 \text{ m}$$

$$I : 87.5 \sqrt{3} = 151.375$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 151.375 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{76}{1000}$$

$$\Delta V = 151.375 \times \frac{0.2162 + j0.3305}{\sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2}} < 56.8^{\circ} \times 0.76$$

$$\Delta V = 151.375 \times 0.395 \times 0.76 < 56.8^{\circ}$$

$$\Delta V = 4.544 < 56.8^{\circ}$$

$$\Delta V = \frac{4.544}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.023\%$$

54. Segmen 444L1-3

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 77 \text{ m} \\ I &: 3.4 \sqrt{3} = 5.882 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 5.882 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{77}{1000}$$

$$\Delta V = 5.882 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.077$$

$$\Delta V = 5.882 \times 0.395 \times 0.077 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 0.179 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{0.179}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.001\%$$

55. Segmen L3-4

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 50 \text{ m} \\ I &: 3.4 \sqrt{3} = 5.882 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 5.882 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{50}{1000}$$

$$\Delta V = 5.882 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.05$$

$$\Delta V = 5.882 \times 0.395 \times 0.05 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 0.116 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{0.116}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.001\%$$

56. Segmen L4-10

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 218 \text{ m} \\ I &: 3.4 \sqrt{3} = 5.882 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 5.882 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{218}{1000}$$

$$\Delta V = 5.882 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.218$$

$$\begin{aligned}\Delta V &= 5.882 \times 0.395 \times 0.218 < 56.8^0 \\ \Delta V &= 0.506 < 56.8^0 \\ \Delta V &= \frac{0.506}{20000} \times 100\% \\ \Delta V &= 0.003\%\end{aligned}$$

57. Segmen sutm_444-458

Diketahui :

$$\begin{aligned}L &: 565 \text{ m} \\ I &: 84.2 \sqrt{3} = 145.666 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305\end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\begin{aligned}\Delta V &= I \times Z \times \frac{L}{1000} \\ \Delta V &= 145.666 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{565}{1000} \\ \Delta V &= 145.666 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.565 \\ \Delta V &= 145.666 \times 0.395 \times 0.565 < 56.8^0 \\ \Delta V &= 32.509 < 56.8^0 \\ \Delta V &= \frac{32.509}{20000} \times 100\% \\ \Delta V &= 0.163\end{aligned}$$

58. Segmen sutm_458-468

Diketahui :

$$\begin{aligned}L &: 372 \text{ m} \\ I &: 84.2 \sqrt{3} = 145.666 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305\end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\begin{aligned}\Delta V &= I \times Z \times \frac{L}{1000} \\ \Delta V &= 145.666 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{372}{1000} \\ \Delta V &= 145.666 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.372 \\ \Delta V &= 145.666 \times 0.395 \times 0.372 < 56.8^0 \\ \Delta V &= 21.407 < 56.8^0 \\ \Delta V &= \frac{21.407}{20000} \times 100\% \\ \Delta V &= 0.107\%\end{aligned}$$

59. Segmen sutm_468-493

Diketahui :

$$\begin{aligned}L &: 1325 \text{ m} \\ I &: 81.8 \sqrt{3} = 141.514 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305\end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 141.514 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1325}{1000}$$

$$\Delta V = 141.514 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 1.325$$

$$\Delta V = 141.514 \times 0.395 \times 1.325 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 74.065 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{74.065}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.370\%$$

60. Segmen sutm_493-499

Diketahui :

$$L : 312 \text{ m}$$

$$I : 81.8 \bar{3} = 141.514$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 141.514 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{312}{1000}$$

$$\Delta V = 141.514 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.312$$

$$\Delta V = 141.514 \times 0.395 \times 0.312 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 17.440 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{17.440}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.087\%$$

61. Segmen sutm_499-511

Diketahui :

$$L : 624 \text{ m}$$

$$I : 79.8 \bar{3} = 138.054$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 138.054 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{624}{1000}$$

$$\Delta V = 138.054 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.624$$

$$\Delta V = 138.054 \times 0.395 \times 0.624 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 34.028 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{34.028}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.170\%$$

62. Segmen 511R1-2

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 112 \text{ m} \\ I &: 0.1 \sqrt{3} = 0.173 \\ Z &: 0.2162 + j0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 0.173 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{112}{1000}$$

$$\Delta V = 0.173 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3305^2} < 56.8^0 \times 0.112$$

$$\Delta V = 0.173 \times 0.395 \times 0.112 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 0.008 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{0.008}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.000\%$$

63. Segmen sutm_511-520

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 468 \text{ m} \\ I &: 77.2 \sqrt{3} = 133.902 \\ Z &: 0.2162 + j0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 133.902 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{468}{1000}$$

$$\Delta V = 133.902 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.468$$

$$\Delta V = 133.902 \times 0.395 \times 0.468 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 24.753 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{24.753}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.124\%$$

64. Segmen 520L1

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 60 \text{ m} \\ I &: 11.5 \sqrt{3} = 19.895 \\ Z &: 0.2162 + j0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 19.895 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{60}{1000}$$

$$\Delta V = 19.895 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.06$$

$$\Delta V = 19.895 \times 0.395 \times 0.06 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 0.472 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{0.472}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.002\%$$

65. Segmen L1-40

Diketahui :

$$L : 2145 \text{ m}$$

$$I : 11.5 \sqrt{3} = 19.895$$

$$Z : 0.2162 + j0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 19.895 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{2145}{1000}$$

$$\Delta V = 19.895 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 2.145$$

$$\Delta V = 19.895 \times 0.395 \times 2.145 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 16.85 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{16.85}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.084\%$$

66. Segmen 40-64

Diketahui :

$$L : 1238 \text{ m}$$

$$I : 8.4 \sqrt{3} = 14.532$$

$$Z : 0.2162 + j0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 14.532 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1238}{1000}$$

$$\Delta V = 14.532 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 1.238$$

$$\Delta V = 14.532 \times 0.395 \times 1.238 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 7.106 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{7.106}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.036\%$$

67. Segmen 64-74

Diketahui :

$$L : 520 \text{ m}$$

$$I : 6.6 \sqrt{3} = 11.418$$

$$Z : 0.2162 + j0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 11.418 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{520}{1000}$$

$$\Delta V = 11.418 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.52$$

$$\Delta V = 11.418 \times 0.395 \times 0.52 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 2.345 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{2.345}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.012\%$$

68. Segmen 74-83

Diketahui :

$$L : 450 \text{ m}$$

$$I : 4.8 \sqrt{3} = 8.304$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 8.304 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{450}{1000}$$

$$\Delta V = 8.304 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.45$$

$$\Delta V = 8.304 \times 0.395 \times 0.45 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 1.476 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{1.476}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.007\%$$

69. Segmen 83-121

Diketahui :

$$L : 1976 \text{ m}$$

$$I : 1.9 \sqrt{3} = 3.287$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 3.287 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1976}{1000}$$

$$\Delta V = 3.287 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 1.976$$

$$\Delta V = 3.287 \times 0.395 \times 1.976 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 2.566 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{2.566}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.013\%$$

70. Segmen 121-144

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1196 \text{ m} \\ I &: 0.5 \sqrt{3} = 0.865 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 0.865 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1196}{1000}$$

$$\Delta V = 0.865 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 1.196$$

$$\Delta V = 0.865 \times 0.395 \times 1.196 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 0.409 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{0.409}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.002\%$$

71. Segmen sutm_520-525

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 260 \text{ m} \\ I &: 61.4 \sqrt{3} = 106.222 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 106.222 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{260}{1000}$$

$$\Delta V = 106.222 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.26$$

$$\Delta V = 106.222 \times 0.395 \times 0.26 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 10.909 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{10.909}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.055\%$$

72. Segmen sutm_525-548

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1196 \text{ m} \\ I &: 61.4 \sqrt{3} = 106.222 \\ Z &: 0.2162 + j 0.3305 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 106.222 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1196}{1000}$$

$$\Delta V = 106.222 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 1.196$$

$$\Delta V = 106.222 \times 0.395 \times 1.196 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 50.181 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{50.181}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.251\%$$

73. Segmen Sutm_548R1

Diketahui :

$$L : 43 \text{ m}$$

$$I : 2 \sqrt{3} = 3.46$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 3.46 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{43}{1000}$$

$$\Delta V = 3.46 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.043$$

$$\Delta V = 3.46 \times 0.583 \times 0.043 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 0.059 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{0.059}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.000\%$$

74. Segmen sutm_548-581

Diketahui :

$$L : 1716 \text{ m}$$

$$I : 59.4 \sqrt{3} = 102.762$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 102.762 \times \sqrt{0.2162^2 + j0.3305^2} < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{1716}{1000}$$

$$\Delta V = 102.762 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 1.716$$

$$\Delta V = 102.762 \times 0.395 \times 1.716 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 69.654 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{69.654}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.348\%$$

75. Segmen sutm_581-596

Diketahui :

$$L : 780 \text{ m}$$

$$I : 59.4 \sqrt{3} = 102.762$$

$$Z : 0.2162 + j 0.3305$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 102.762 \times 0.2162 + j0.3305 < \arctg \frac{0.3305}{0.2162} \times \frac{780}{1000}$$

$$\Delta V = 102.762 \times \sqrt{0.2162^2 + 0.3572^2} < 56.8^0 \times 0.78$$

$$\Delta V = 102.762 \times 0.395 \times 0.78 < 56.8^0$$

$$\Delta V = 31.661 < 56.8^0$$

$$\Delta V = \frac{31.661}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.158$$

76. Segmen sutm_596-604

Diketahui :

$$L : 285 \text{ m}$$

$$I : 57.3 \sqrt{3} = 99.129$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 99.129 \times 0.4608 + j0.3572 < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{285}{1000}$$

$$\Delta V = 99.129 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.285$$

$$\Delta V = 99.129 \times 0.583 \times 0.285 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 16.471 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{16.471}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.082\%$$

77. Segmen sutm_604-616

Diketahui :

$$L : 495 \text{ m}$$

$$I : 57.3 \sqrt{3} = 99.129$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 99.129 \times 0.4608 + j0.3572 < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{495}{1000}$$

$$\Delta V = 99.129 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.495$$

$$\Delta V = 99.129 \times 0.583 \times 0.495 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 28.607 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{28.607}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.143\%$$

78. Segmen sutm_616-625

Diketahui :

$$L : 380 \text{ m}$$

$$I : 56.6 \sqrt{3} = 97,918$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 97,918 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{\sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2}} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{380}{1000}$$

$$\Delta V = 97,918 \times 0.583 < 37.78^0 \times 0.38$$

$$\Delta V = 97,918 \times 0.583 \times 0.38 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 21.693 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{21.693}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.108\%$$

79. Segmen sutm_625-669

Diketahui :

$$L : 1793 \text{ m}$$

$$I : 55.8 \sqrt{3} = 96.534$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 96.534 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{\sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2}} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1793}{1000}$$

$$\Delta V = 96.534 \times 0.583 < 37.78^0 \times 1.793$$

$$\Delta V = 96.534 \times 0.583 \times 1.793 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 100.909 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{100.909}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.505\%$$

80. Segmen sutm_669-694

Diketahui :

$$L : 1013 \text{ m}$$

$$I : 54.5 \sqrt{3} = 94.285$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 94.285 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{\sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2}} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1013}{1000}$$

$$\Delta V = 94.285 \times 0.583 < 37.78^0 \times 1.013$$

$$\Delta V = 94.285 \times 0.583 \times 1.013 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 55.683 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{55.683}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.278$$

81. Segmen sutm_694-707

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 479 \text{ m} \\ I &: 53.3 \sqrt{3} = 92.209 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 92.209 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{479}{1000}$$

$$\Delta V = 92.209 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.479$$

$$\Delta V = 92.209 \times 0.583 \times 0.479 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 25.750 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{25.750}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.129\%$$

82. Segmen sutm_707-745

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1665 \text{ m} \\ I &: 53. \sqrt{3} = 91.69 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 91.69 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1665}{1000}$$

$$\Delta V = 91.69 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 1.665$$

$$\Delta V = 91.69 \times 0.583 \times 1.665 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 89.003 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{89.003}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.445$$

83. Segmen sutm_745-783

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1220 \text{ m} \\ I &: 50.9 \sqrt{3} = 88.057 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 88.057 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1220}{1000}$$

$$\Delta V = 88.057 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 1.22$$

$$\begin{aligned}\Delta V &= 88.057 \times 0.583 \times 1.22 < 37.78^0 \\ \Delta V &= 62.631 < 37.78^0 \\ \Delta V &= \frac{62.631}{20000} \times 100\% \\ \Delta V &= 0.313\%\end{aligned}$$

84. Segmen sutm_783-791

Diketahui :

$$\begin{aligned}L &: 348 \text{ m} \\ I &: 48.8 \sqrt{3} = 84.424 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572\end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 84.424 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{348}{1000}$$

$$\Delta V = 84.424 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.348$$

$$\Delta V = 84.424 \times 0.583 \times 0.348 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 17.128 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{17.128}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.086\%$$

85. Segmen sutm_791-815

Diketahui :

$$\begin{aligned}L &: 966 \text{ m} \\ I &: 47.4 \sqrt{3} = 82.002 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572\end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 82.002 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{966}{1000}$$

$$\Delta V = 82.002 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.966$$

$$\Delta V = 82.002 \times 0.583 \times 0.966 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 46.182 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{46.182}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.231\%$$

86. Segmen sutm_815-822

Diketahui :

$$\begin{aligned}L &: 293 \text{ m} \\ I &: 46.5 \sqrt{3} = 80.445 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572\end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 80.445 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{293}{1000}$$

$$\Delta V = 80.445 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.293$$

$$\Delta V = 80.445 \times 0.583 \times 0.293 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 13.742 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{13.742}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.069\%$$

87. Segmen sutm_822-858

Diketahui :

$$L : 1575 \text{ m}$$

$$I : 43.8 \sqrt{3} = 75.774$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 75.774 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1575}{1000}$$

$$\Delta V = 75.774 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 1.575$$

$$\Delta V = 75.774 \times 0.583 \times 1.575 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 69.578 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{69.578}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.348$$

88. Segmen sutm_858-877

Diketahui :

$$L : 820 \text{ m}$$

$$I : 43.8 \sqrt{3} = 75.774$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 75.774 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{820}{1000}$$

$$\Delta V = 75.774 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.82$$

$$\Delta V = 75.774 \times 0.583 \times 0.82 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 36.225 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{36.225}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.181\%$$

89. Segmen sutm_877-913

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1605 \text{ m} \\ I &: 42.6 \sqrt{3} = 73.698 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 73.698 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{\sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2}} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1605}{1000}$$

$$\Delta V = 73.698 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{\sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2}} < 37.78^0 \times 1.605$$

$$\Delta V = 73.698 \times 0.583 \times 1.605 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 68.960 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{68.960}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.345\%$$

90. Segmen sutm_913-930

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 782 \text{ m} \\ I &: 42.2 \sqrt{3} = 73.006 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 73.525 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{\sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2}} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{782}{1000}$$

$$\Delta V = 73.525 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{\sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2}} < 37.78^0 \times 0.782$$

$$\Delta V = 73.525 \times 0.583 \times 0.782 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 33.522 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{33.522}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.168$$

91. Segmen sutm_930-939

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 450 \text{ m} \\ I &: 40.5 \sqrt{3} = 70.065 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 70.065 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{\sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2}} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{450}{1000}$$

$$\Delta V = 70.065 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{\sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2}} < 37.78^0 \times 0.45$$

$$\Delta V = 70.065 \times 0.583 \times 0.45 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 18.382 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{18.382}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.092\%$$

92. Segmen sutm_939-960

Diketahui :

$$L : 940 \text{ m}$$

$$I : 40.5 \sqrt{3} = 70.065$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 70.065 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{940}{1000}$$

$$\Delta V = 70.065 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.94$$

$$\Delta V = 70.065 \times 0.583 \times 0.94 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 38.397 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{38.397}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.192\%$$

93. Segmen sutm_960-970

Diketahui :

$$L : 950 \text{ m}$$

$$I : 14.1 \sqrt{3} = 24.393$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 24.393 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{950}{1000}$$

$$\Delta V = 24.393 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.95$$

$$\Delta V = 24.393 \times 0.583 \times 0.95 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 13.510 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{13.510}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.068\%$$

94. Segmen sutm_970-980

Diketahui :

$$L : 200 \text{ m}$$

$$I : 14.1 \sqrt{3} = 24.393$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 24.393 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{200}{1000}$$

$$\Delta V = 24.393 \times \frac{0.4608^2 + 0.3572^2}{1000} < 37.78^0 \times 0.2$$

$$\Delta V = 24.393 \times 0.583 \times 0.2 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 2.844 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{2.844}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.014\%$$

95. Segmen sutm_980-989

Diketahui :

$$L : 330 \text{ m}$$

$$I : 12.1 \sqrt{3} = 20.933$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 20.933 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{1000} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{330}{1000}$$

$$\Delta V = 20.933 \times \frac{0.4608^2 + 0.3572^2}{1000} < 37.78^0 \times 0.33$$

$$\Delta V = 20.933 \times 0.583 \times 0.33 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 2.844 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{2.844}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.014\%$$

96. Segmen 989L1

Diketahui :

$$L : 50 \text{ m}$$

$$I : 0.7 \sqrt{3} = 1.211$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 1.211 \times \frac{0.4608 + j0.3572}{1000} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{50}{1000}$$

$$\Delta V = 1.211 \times \frac{0.4608^2 + 0.3572^2}{1000} < 37.78^0 \times 0.05$$

$$\Delta V = 1.211 \times 0.583 \times 0.05 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 0.035 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{0.035}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.000\%$$

97. Segmen sutm_989-1014

Diketahui :

$$L : 1015 \text{ m}$$

$$I : 9.8 \sqrt{3} = 16.954$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 16.954 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1015}{1000}$$

$$\Delta V = 16.954 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 1.015$$

$$\Delta V = 16.954 \times 0.583 \times 1.015 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 10.032 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{10.032}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.050\%$$

98. Segmen sutm_1014-1037

Diketahui :

$$L : 985 \text{ m}$$

$$I : 9.9 \sqrt{3} = 17.127$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 17.127 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{985}{1000}$$

$$\Delta V = 17.127 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.985$$

$$\Delta V = 17.127 \times 0.583 \times 0.985 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 9.835 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{9.835}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.049\%$$

99. Segmen 1037L1

Diketahui :

$$L : 50 \text{ m}$$

$$I : 1.5 \sqrt{3} = 2.595$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 2.595 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{50}{1000}$$

$$\Delta V = 2.595 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.05$$

$$\Delta V = 2.595 \times 0.583 \times 0.05 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 0.076 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{0.076}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.000\%$$

100. Segmen sutm_1037-1058

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 835 \text{ m} \\ I &: 7.1 \sqrt{3} = 12.283 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 12.283 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{835}{1000}$$

$$\Delta V = 12.283 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.835$$

$$\Delta V = 12.283 \times 0.583 \times 0.835 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 5.979 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{5.979}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.030\%$$

101. Segmen sutm_1058-1075

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 685 \text{ m} \\ I &: 7.1 \sqrt{3} = 12.283 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 12.283 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{685}{1000}$$

$$\Delta V = 12.283 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.685$$

$$\Delta V = 12.283 \times 0.583 \times 0.685 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 4.905 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{4.905}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.025\%$$

102. Segmen sutm_1075-1085

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 355 \text{ m} \\ I &: 5.9 \sqrt{3} = 10.207 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 10.207 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{355}{1000}$$

$$\Delta V = 10.207 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.355$$

$$\Delta V = 10.207 \times 0.583 \times 0.355 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 2.112 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{2.112}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.011\%$$

103. Segmen 1085L2

Diketahui :

$$L : 100 \text{ m}$$

$$I : 1.4 \sqrt{3} = 2.422$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 2.422 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{100}{1000}$$

$$\Delta V = 2.422 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.1$$

$$\Delta V = 2.422 \times 0.583 \times 0.1 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 0.141 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{0.141}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.001\%$$

104. Segmen sutm_1085-1106

Diketahui :

$$L : 865 \text{ m}$$

$$I : 2.7 \sqrt{3} = 4.671$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 4.671 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{865}{1000}$$

$$\Delta V = 4.671 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.865$$

$$\Delta V = 4.671 \times 0.583 \times 0.865 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 2.356 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{2.356}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.012\%$$

105. Segmen sutm_1106-1131

Diketahui :

$$L : 1068 \text{ m}$$

$$I : 2.7 \sqrt{3} = 4.671$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 4.671 \times 0.4608 + j0.3572 < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1068}{1000}$$

$$\Delta V = 4.671 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 1.068$$

$$\Delta V = 4.671 \times 0.583 \times 1.068 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 2.908 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{2.908}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.015\%$$

106. Segmen sutm_960R1

Diketahui :

$$L : 45 \text{ m}$$

$$I : 13.8 \sqrt{3} = 23.874$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 23.874 \times 0.4608 + j0.3572 < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{45}{1000}$$

$$\Delta V = 23.874 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.045$$

$$\Delta V = 23.874 \times 0.583 \times 0.045 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 0.626 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{0.626}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.003\%$$

107. Segmen sutm_960R1-20

Diketahui :

$$L : 782 \text{ m}$$

$$I : 13.8 \sqrt{3} = 23.874$$

$$Z : 0.4608 + j 0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 23.874 \times 0.4608 + j0.3572 < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{782}{1000}$$

$$\Delta V = 23.874 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.782$$

$$\Delta V = 23.874 \times 0.583 \times 0.782 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 10.884 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{10.884}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.054\%$$

108. Segmen sutm_960R20-41

Diketahui :

$$L : 785 \text{ m}$$

$$I : 13.8 \sqrt{3} = 23.874$$

Z : 0.4608 + j 0.3572

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 23.874 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{785}{1000}$$

$$\Delta V = 23.874 \times 0.583 < 37.78^0 \times 0.785$$

$$\Delta V = 23.874 \times 0.583 \times 0.785 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 10.926 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{10.926}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.055\%$$

109. Segmen sutm_960R41-70

Diketahui :

L : 1240 m

I : $12.7 \sqrt{3} = 21.971$

Z : 0.4608 + j 0.3572

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 21.971 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1240}{1000}$$

$$\Delta V = 21.971 \times 0.583 < 37.78^0 \times 1.24$$

$$\Delta V = 21.971 \times 0.583 \times 1.24 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 15.883 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{15.883}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.079\%$$

110. Segmen sutm_960R70-101

Diketahui :

L : 1415 m

I : $12.2 \sqrt{3} = 21.106$

Z : 0.4608 + j 0.3572

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 21.106 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1415}{1000}$$

$$\Delta V = 21.106 \times 0.583 < 37.78^0 \times 1.415$$

$$\Delta V = 21.106 \times 0.583 \times 1.415 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 17.411 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{17,411}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.087\%$$

111. Segmen sutm_960R101-136

Diketahui :

$$L : 605 \text{ m}$$

$$I : 10.8 \sqrt{3} = 18.684$$

$$Z : 0.4608 + j0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 18.684 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{605}{1000}$$

$$\Delta V = 18.684 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.605$$

$$\Delta V = 18.684 \times 0.583 \times 0.605 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 6.590 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{6.590}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.033\%$$

112. Segmen sutm_960R136-189

Diketahui :

$$L : 2100 \text{ m}$$

$$I : 9.7 \sqrt{3} = 16.781$$

$$Z : 0.4608 + j0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 16.781 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{2100}{1000}$$

$$\Delta V = 16.781 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 2.1$$

$$\Delta V = 16.781 \times 0.583 \times 2.1 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 20.545 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{20.545}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.103\%$$

113. Segmen sutm_960R189-211

Diketahui :

$$L : 710 \text{ m}$$

$$I : 7.7 \sqrt{3} = 13.321$$

$$Z : 0.4608 + j0.3572$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 13.321 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{710}{1000}$$

$$\Delta V = 13.321 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.71$$

$$\Delta V = 13.321 \times 0.583 \times 0.71 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 5.514 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{5.514}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.028\%$$

114. Segmen sutm_960R211-245

Diketahui :

L : 1290 m

I : $5.8 \sqrt{3} = 10.034$

Z : $0.4608 + j 0.3572$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 10.034 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1290}{1000}$$

$$\Delta V = 10.034 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 1.29$$

$$\Delta V = 10.034 \times 0.583 \times 1.29 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 7.546 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{7.546}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.038\%$$

115. Segmen sutm_960R245-290

Diketahui :

L : 1785 m

I : $4.6 \sqrt{3} = 7.958$

Z : $0.4608 + j 0.3572$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 7.958 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{1785}{1000}$$

$$\Delta V = 7.958 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 1.785$$

$$\Delta V = 7.958 \times 0.583 \times 1.785 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 8.282 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{8.282}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.041\%$$

116. Segmen sutm_960R290-309

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 775 \text{ m} \\ I &: 1.9 \sqrt{3} = 3.287 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 3.287 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572^2} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{775}{1000}$$

$$\Delta V = 3.287 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.775$$

$$\Delta V = 3.287 \times 0.583 \times 0.775 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 1.485 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{1.485}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.007\%$$

117. Segmen R309R1-13

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 505 \text{ m} \\ I &: 0.1 \sqrt{3} = 0.173 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 0.173 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{505}{1000}$$

$$\Delta V = 0.173 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.505$$

$$\Delta V = 0.173 \times 0.583 \times 0.505 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 0.051 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{0.051}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.0003\%$$

118. Segmen sutm_960R309-319

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 370 \text{ m} \\ I &: 0.9 \sqrt{3} = 1.557 \\ Z &: 0.4608 + j 0.3572 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 1.557 \times \sqrt{0.4608^2 + j0.3572} < \arctg \frac{0.3572}{0.4608} \times \frac{370}{1000}$$

$$\Delta V = 1.557 \times \sqrt{0.4608^2 + 0.3572^2} < 37.78^0 \times 0.37$$

$$\Delta V = 1.557 \times 0.583 \times 0.37 < 37.78^0$$

$$\Delta V = 0.336 < 37.78^0$$

$$\Delta V = \frac{0.336}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.002\%$$

119. Segmen sutm_960R1L1-2

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 83 \text{ m} \\ I &: 11.1 \sqrt{3} = 19.203 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 19.203 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{83}{1000}$$

$$\Delta V = 19.203 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.083$$

$$\Delta V = 19.203 \times 0.997 \times 0.083 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 1.589 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{1.589}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.008\%$$

120. Segmen sutm_960R1L2-L22

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 789 \text{ m} \\ I &: 11.1 \sqrt{3} = 19.203 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 19.203 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{789}{1000}$$

$$\Delta V = 19.203 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.789$$

$$\Delta V = 19.203 \times 0.997 \times 0.789 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 15.106 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{15.106}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.076\%$$

121. Segmen sutm_960R1L22-L28

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 230 \text{ m} \\ I &: 11.1 \sqrt{3} = 19.203 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 19.203 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{230}{1000}$$

$$\Delta V = 19.203 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.23$$

$$\Delta V = 19.203 \times 0.997 \times 0.23 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 4.403 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{4.403}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.022\%$$

122. Segmen sutm_960R1L28L1-L48

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1983 \text{ m} \\ I &: 1.3 \sqrt{3} = 2.249 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 2.249 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{1983}{1000}$$

$$\Delta V = 2.249 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 1.983$$

$$\Delta V = 2.249 \times 0.997 \times 1.983 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 4.446 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{4.446}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.022\%$$

123. Segmen sutm_960R1L28-62

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1441 \text{ m} \\ I &: 8.7 \sqrt{3} = 15.051 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 15.051 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{1441}{1000}$$

$$\Delta V = 15.051 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 1.441$$

$$\Delta V = 15.051 \times 0.997 \times 1.441 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 21.623 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{21.623}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.108\%$$

124. Segmen sutm_960R1L62-80

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 768 \text{ m} \\ I &: 8.7 \sqrt{3} = 15.051 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 15.051 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{768}{1000}$$

$$\Delta V = 15.051 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.768$$

$$\Delta V = 15.051 \times 0.997 \times 0.768 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 11.524 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{11.524}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.058\%$$

125. Segmen sutm_960R1L80-104

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1064 \text{ m} \\ I &: 7.5 \sqrt{3} = 12.975 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 12.975 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{1064}{1000}$$

$$\Delta V = 12.975 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 1.064$$

$$\Delta V = 12.975 \times 0.997 \times 1.064 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 13.764 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{13.764}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.069\%$$

126. Segmen sutm_960R1L104L1-3

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 155 \text{ m} \\ I &: 2.5 \sqrt{3} = 4.325 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 4.325 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{155}{1000}$$

$$\Delta V = 4.325 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.155$$

$$\Delta V = 4.325 \times 0.997 \times 0.155 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 0.668 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{0.668}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.003\%$$

127. Segmen sutm_960R1L104L3-19

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 605 \text{ m} \\ I &: 1.3 \sqrt{3} = 2.249 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 2.249 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{605}{1000}$$

$$\Delta V = 2.249 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.605$$

$$\Delta V = 2.249 \times 0.997 \times 0.605 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 1.356 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{1.357}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.007\%$$

128. Segmen sutm_960R1L104-112

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 359 \text{ m} \\ I &: 4.9 \sqrt{3} = 8.477 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 8.477 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{359}{1000}$$

$$\Delta V = 8.477 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.359$$

$$\Delta V = 8.477 \times 0.997 \times 0.359 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 3.033 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{3.034}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.015\%$$

129. Segmen sutm_960R1L112-131

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 814 \text{ m} \\ I &: 5 \sqrt{3} = 7.439 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 8.65 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{814}{1000}$$

$$\Delta V = 8.65 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.814$$

$$\Delta V = 8.65 \times 0.997 \times 0.814 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 7.02 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{7.02}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.035\%$$

130. Segmen sutm_960R1L131R1-25

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1070 \text{ m} \\ I &: 1.4 \sqrt{3} = 2.422 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 2.422 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{1070}{1000}$$

$$\Delta V = 2.422 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 1.07$$

$$\Delta V = 2.422 \times 0.997 \times 1.07 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 2.583 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{2.584}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.013\%$$

131. Segmen sutm_960R1L131R25-52

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1128 \text{ m} \\ I &: 1.3 \sqrt{3} = 2.249 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 2.249 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{1128}{1000}$$

$$\Delta V = 2.249 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 1.128$$

$$\Delta V = 2.249 \times 0.997 \times 1.128 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 2.529 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{2.529}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.013\%$$

132. Segmen sutm_960R1L131-152

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1828 \text{ m} \\ I &: 2.9 \sqrt{3} = 5.017 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 5.017 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{1828}{1000}$$

$$\Delta V = 5.017 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 1.828$$

$$\Delta V = 5.017 \times 0.997 \times 1.828 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 9.144 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{9.144}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.046\%$$

133. Segmen sutm_960R1L152-185

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 1481 \text{ m} \\ I &: 3 \sqrt{3} = 5.19 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 5.19 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{1481}{1000}$$

$$\Delta V = 5.19 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 1.481$$

$$\Delta V = 5.19 \times 0.997 \times 1.481 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 7.663 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{7.663}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.038\%$$

134. Segmen sutm_960R1L185-195

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 425 \text{ m} \\ I &: 2 \sqrt{3} = 3.46 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 3.46 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{425}{1000}$$

$$\Delta V = 3.46 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.425$$

$$\Delta V = 3.46 \times 0.997 \times 0.425 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 1.466 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{1.466}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.007\%$$

135. Segmen sutm_960R1L195L1-2

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 158 \text{ m} \\ I &: 0.6 \sqrt{3} = 1.038 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 1.038 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{158}{1000}$$

$$\Delta V = 1.038 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.158$$

$$\Delta V = 1.038 \times 0.997 \times 0.158 < 22.35^0$$

$$\Delta V = 0.164 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{0.164}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.001\%$$

136. Segmen sutm_960R1L195-206

Diketahui :

$$\begin{aligned} L &: 521 \text{ m} \\ I &: 0.7 \sqrt{3} = 1.211 \\ Z &: 0.9217 + j 0.379 \end{aligned}$$

Ditanya : ΔV ?

Dijawab :

$$\Delta V = I \times Z \times \frac{L}{1000}$$

$$\Delta V = 1.211 \times \sqrt{0.9217^2 + j0.379^2} < \arctg \frac{0.379}{0.9217} \times \frac{521}{1000}$$

$$\Delta V = 1.211 \times \sqrt{0.9217^2 + 0.379^2} < 22.35^0 \times 0.521$$

$$\Delta V = 1.211 \times 0.997 \times 0.521 < 22.35^0$$




$$\Delta V = 0.629 < 22.35^0$$

$$\Delta V = \frac{0.629}{20000} \times 100\%$$

$$\Delta V = 0.003\%$$

LAMPIRAN 9**Printout Simulasi Software Etap 12.6 Setelah Perbaikan**


Lampiran 10 Dokumentasi

Kegiatan	Foto
Pengukuran tegangan di trafo pada gardu beton	
Pengukuran beban di trafo pada gardu beton	
Pengukuran tegangan di trafo pada gardu cantol	

<p>Pengukuran beban di trafo pada gardu cantol</p>	
<p>Pengukuran tegangan di trafo pada gardu portal</p>	
<p>Pengukuran beban di trafo pada gardu portal</p>	

Lampiran 11

Surat Keterangan Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
 Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
 Telepon/Faximile : Rektor : (021) 4893854, PR I : 4895130, PR II : 4893918, PR III : 4892926, PR IV : 4893982
 BAUK : 4750930, BAAK : 4759081, BAPSI : 4752180
 Bagian UHTP : Telepon. 4893726, Bagian Keuangan : 4892414, Bagian Kepegawaian : 4890536, Bagian HUMAS : 4898486
 Laman : www.unj.ac.id

Nomor : 3742/UN39.12/KM/2016 1 Desember 2016
 Lamp. : -
 Hal : Permohonan Izin Mengadakan Penelitian
 untuk Penulisan Skripsi

Yth. **SDM PT. PLN (Persero)**
 Distribusi Jawa Barat dan Banten UPJ Babelan
 Jl. Raya Babelan Ds. Kebalen No.2
 Kec. Babelan, Bekasi


Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta :

Nama : **Dewi Setiyo Ningrum**
 Nomor Registrasi : 5115122617
 Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
 Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta
 No. Telp/HP : 0822990741321

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka penulisan skripsi dengan judul :

"Penempatan Transformasi Berdasarkan Jatuh Tegangan Pada Saluran Distribusi"
 (Studi Dilakukan di PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat dan Banten UPJ Rayon Babelan)

Atas perhatian dan kerjasamanya Saudara, kami sampaikan terima kasih.



Kepala Biro Akademik, Kemahasiswaan,
 dan Hubungan Masyarakat

Word Sasmoyo, SH
 NIP. 19630403 198510 2 001

Tembusan :
 1. Dekan Fakultas Teknik
 2. Kaprog Pendidikan Teknik Elektro

Lampiran 12

Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian



PT PLN (Persero)
DISTRIBUSI JAWA BARAT
AREA BEKASI
RAYON BABELAN



Alamat : Jl. Raya Babelan No.2 Bekasi
Telp. : (021) 89133552, 89136082
Kode Pos : 17610

Facsimile : (021) 89133552
Email : plnbekasi@pln.co.id

SMS Center : 0812 123 9 123
Bank : BNI

Nomor : 0104 / DIS / RYNBBL / XII / 2016
Surat Sdr. : 3742 / UN.39.12 / KM / 2016
Perihal : Jawaban Permohonan Izin Mengadakan Penelitian
Untuk Penulisan Skripsi

01 Desember 2016

Kepada Yth.
Kepala Biro dan Administrasi
Akademik dan Kemahasiswaan
Universitas Negeri Jakarta
Di Jakarta

Sehubungan dengan surat dari Universitas Negeri Jakarta Nomor: 3742/UN39.12/KM/2016 tanggal 1 Desember 2016 perihal izin Pelaksanaan Penelitian untuk Penulisan Skripsi, maka dengan ini disampaikan bahwa kami dapat menerima mahasiswa tersebut, yaitu:

No	NAMA	NIM	JURUSAN
1	Dewi Setiyo Ningrum	5115122617	Teknik Elektro

untuk melaksanakan Penelitian untuk Penulisan Skripsi pada perusahaan kami mulai tanggal 01 s.d. 30 Desember 2016 dalam rangka memberi kesempatan kepada mahasiswa yang bersangkutan untuk menambah pengetahuan dan memberi manfaat untuk perusahaan, dengan catatan sebagai berikut:

- Mematuhi tata tertib dan peraturan perusahaan yang berlaku
- PT PLN (Persero) tidak menyediakan biaya transportasi dan konsumsi
- Keselamatan & Kesehatan Kerja menjadi tanggung jawab pihak Perguruan Tinggi / Sekolah
- Selama melaksanakan Penelitian untuk Penulisan Skripsi agar menggunakan atribut / jaket almamater.

Sebagai narasumber dari PT PLN (Persero) Rayon Babelan – Area Bekasi adalah:

- Manajer PT PLN (Persero) Rayon Babelan Area Bekasi
- SPV Teknik PT PLN (Persero) Rayon Babelan Area Bekasi

Demikian untuk menjadi maklum dan dipergunakan seperlunya.

PLT Manajer

ADE SETIANA

Riwayat Hidup

Penulis bernama Dewi Setiyo Ningrum, lahir di Purworejo Jawa Tengah pada tanggal 9 Juli 1994, anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami istri, Bapak Kardiyo dan Ibu Sri Budi Lestari. Penulis tinggal bersama orangtuanya di Kelurahan Tugu Kecamatan Cimanggis Depok. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri Pekayon 15 Pagi lulus pada tahun 2006, SMP Negeri 91 Jakarta lulus pada tahun 2009, SMA Negeri 106 Jakarta lulus pada tahun 2012.