

**KINERJA *POWER HOUSE* DAYA LISTRIK PADA GERBANG
TOL BEKASI BARAT**

(Suatu Studi Pada Gerbang Tol Bekasi Barat)



SILVIA FAJRIANI

5115122614

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

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2017**

ABSTRAK

SILVIA FAJRIANI, KINERJA *POWER HOUSE* DAYA LISTRIK PADA GERBANG TOL BEKASI BARAT (SUATU STUDI PADA GERBANG TOL BEKASI BARAT). Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta 2016. Dosen Pembimbing Drs. Irzan Zakir, M.Pd dan Drs. Purwanto Gendroyono, M.T.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil kerja *Power House* pada Gerbang Tol Bekasi Barat. Adapun kinerja yang diteliti berupa tegangan yang bersumber dari PLN, ketidak seimbangan beban, waktu yang dibutuhkan *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk transisi dari sumber listrik PLN ke sumber listrik *genset*, tegangan output *generator set*, dan putaran generator. Hasil kerja tersebut akan dibandingkan dengan standar PUIL 2011.

Penelitian dilakukan pada *Power House* gerbang tol Bekasi Barat dengan melakukan pengukuran arus dan tegangan pada sumber listrik PLN dan pengukuran arus, tegangan, dan putaran pada generator set. Penelitian ini menggunakan metode penelitian survey. Instrumen penelitian ini menggunakan tabel pengukuran. Dengan menggunakan alat ukur Tang Ampere dan *tachometer*.

Hasil penelitian menunjukkan nilai tegangan dari PLN sesuai dengan standar PUIL 2011 drop tegangan tidak lebih 4% dari volatase nominal. Ketidak seimbangan beban berada pada rentang 2%-30%. Frekuensi sumber listrik PLN sesuai dengan standar Indonesia yaitu 50 Hz. Waktu transisi dari PLN ke generator sesuai dengan standar PUIL 2011 yaitu $t \leq 15$ sekon. Tegangan output generator sesuai dengan standar PUIL 2011 yaitu drop tegangan tidak lebih 5% dari voltase nominal. Nilai putaran generator lebih dari nilai yang tertera pada *nameplat* generator yaitu 1500 rpm. Frekuensi generator sesuai dengan nilai frekuensi yang tertera pada *nameplate* yaitu 50 Hz. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka kinerja *Power House* pada Gerbang Tol Bekasi Barat dapat dikatakan baik.

Kata Kunci : *Power House*, Tegangan, Generator Set, ATS, dan waktu cepat tanggap.

ABSTRACT

SILVIA FAJRIANI, PERFORMANCE ELECTRICAL POWER HOUSE AT TOLL GATE OF WEST BEKASI (A STUDY ON WEST TOLL GATE OF BEKASI). Skripsi. Jakarta: Faculty of Engineering State University Of Jakarta 2016. Supervisors Drs. Irzan Zakir, M.Pd dan Drs. Purwanto Gendroyono, M.T.

This study aims to determine the work of Power House at Toll Gate of West Bekasi. The performance is examined in terms of voltage that comes from PLN, power factor improvement, the time required Automatic Transfer Switch (ATS) for the transition from the source of the electricity to the electrical power generator, the output voltage generator sets, generator rotation, and cost efficiency. The results of the work will be compared with a standard PUIL 2011, nameplate, and do calculations.

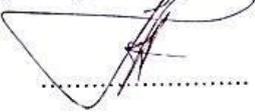
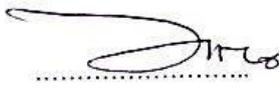
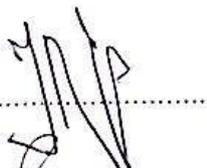
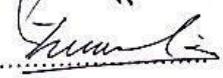
Research carried out at Power House toll gate of West Bekasi by measuring current and voltage at the source of the electricity and measurement of current, voltage, and rotation on a generator set. This study uses survey research methods. This research instruments using measurement table. By using a measuring instrument tang ampere and tachometer.

The results of the research performance of the power house power that the voltage value of PLN according to the 2011 standard PUIL no voltage drop over 4% of the nominal volatage, improved power factor of 0.86 to 0.95 can use a capacitor bank with a capacity of between 15.6 μ F capacitor until 89.63 μ F, the average frequency of the source of the electricity is in conformity with the standards is no more and less between 49,5Hz - 50.5 Hz, but sometimes the frequency increases, the time of transition from PLN to generator in accordance with the standards PUIL 2011 namely $t \leq 15$ second., the generator output voltage in accordance with the standards PUIL 2011 namely the voltage drop no more than 5% of nominal voltage, the value of rotation generator is more than the value stated on nameplat generator is 1500 rpm, a frequency generator in accordance with the frequency values indicated on nameplate is 50 Hz, and the cost of PLN power source is more efficient than the power source generator for expenses in the unit per hour less than the cost of spending power source generator sets.

Keyword : Power House, voltage, generator set, ATS, time of transition

LEMBAR PENGESAHAN
KINERJA POWER HOUSE DAYA LISTRIK PADA GERBANG TOL
BEKASI BARAT
(SUATU STUDI PADA GERBANG TOL BEKASI BARAT)
SILVIA FAJRIANI/5115122614

PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Ir. Parjiman, MT (Ketua Penguji)		22 - 2 - 2017
Massus Subekti, S.Pd, MT (Sekretaris)		16 - 2 - 2017
Dr. Suyitno, M.Pd (Dosen Ahli)		9 - 02 - 2017
Drs. Irzan Zakir, M.Pd (Dosen Pembimbing 1)		07 2 17
Drs. Purwanto G., MT (Dosen Pembimbing 2)		20.02.2017

Tanggal Lulus : 29 Januari 2017

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik 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 tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian 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 Februari 2017



Silvia Fajriani
5115122614

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan saya kesehatan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kinerja *Power House* Daya Listrik pada Gerbang Tol Bekasi Barat (Suatu studi Pada Gerbang Tol Bekasi Barat) yang merupakan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Massus Subekti, S.Pd., M.T selaku ketua program studi pendidikan teknik elektro, fakultas teknik universitas negeri Jakarta.
2. Bapak Drs. Irzan Zakir, M.Pd dan Bapak Drs. Purwanto Gendroyono, M.T. sebagai dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan bimbingan serta pengarahan selama penyusunan skripsi.
3. Emak, Baba, 10 kaka, dan 9 keponakan yang selalu mendukung dan membantu dalam pengerjaan skripsi.
4. Staff Sistem Elektrikal PT Jasamarga, Pak Anto dan Pak Daryono yang membantu dalam penelitian ini.
5. Keluarga CopCop, Retro, BEM UNJ yang telah memberikan doa dan dukungannya.

Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, saya sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti dan pengembangan selanjutnya.

Jakarta, 23 Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah.....	3
1.4. Perumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Kegunaan Penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORITIK.....	6
2.1. Kajian Teori	6
2.1.1. Kinerja	6
2.1.2. Power House	7
2.1.2.1. Papan Hubung Bagi	9
2.1.2.2. Generator Set	14
2.1.2.3. ATS dan AMF	16
2.1.3. Aliran Listrik AC.....	18
2.1.3.1. Aliran Satu Fasa.....	18

2.1.3.2.	Aliran Tiga Fasa	18
2.1.4.	Arus.....	18
2.1.5.	Tegangan.....	19
2.1.6.	Daya	21
2.1.7.	Konsep Segitiga Daya.....	22
2.1.7.1.	Daya Semu	23
2.1.7.2.	Daya Nyata	24
2.1.7.3.	Daya Reaktif	24
2.1.8.	Faktor Daya	25
2.1.9.	Frekuensi.....	27
2.1.10.	Tarif Daya Listrik	28
2.1.10	Gerbang Tol	29
2.1.11.	PT Jasamarga	30
2.2.	Kerangka Berfikir	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		32
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.2.	Metode Penelitian	32
3.3.	Instrumen Penelitian	32
3.4.	Prosedur Penelitian	35
3.4.1.	Persiapan Penelitian.....	35
3.4.2.	Pelaksanaan Penelitian.....	35
3.4.3.	Pengujian Penelitian	35
3.5.	Teknik Pengumpulan Data	36
3.5.1.	Metode Observasi	36
3.5.2.	Metode Dokumentasi.....	36
3.5.3.	Pengukuran Menggunakan Alat Ukur	36
3.5.3.1.	Tang Ampere	36

3.5.3.2. Tachometer	37
3.10. Teknik Analisis Data	38
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Hasil Penelitian	39
4.1.1. Hasil Penelitian Sumber Listrik PLN	41
4.1.2. Hasil Penelitian Sumber Listrik Generator Set.....	53
4.2. Pembahasan	54
4.2.1. Analisis Tegangan Sumber Listrik PLN	54
4.2.2. Analisis Daya Listrik	65
4.2.3. Analisis Perbaikan Faktor Daya	74
4.2.4. Analisis Frekuensi Sumber Listrik PLN.....	79
4.2.5. Analisis Waktu Cepat Tanggap ATS.....	79
4.2.6. Analisis Tegangan Output Generator Set	81
4.2.7. Analisis Putaran Generator Set.....	83
4.2.8. Analisis Frekuensi Generator Set	84
4.2.9. Analisis Biaya.....	84
4.2.9.1. Analisis Biaya Sumber Listrik PLN	84
4.2.9.2. Analisis Biaya Penggunaan Generator Set	86
4.2.9.3. Analisis Efisiensi Biaya.....	89
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	92
4.1. Kesimpulan	92
4.2. Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kuat Hantar Arus	12
Tabel 2.2.	Identifikasi Warna Penghantar.....	13
Tabel 3.1.	Instrumen Pengukuran Tegangan Sumber Listrik PLN.....	33
Tabel 3.2.	Instrumen Pengukuran Tegangan Output Generator Set	34
Tabel 3.3.	Instrumen Waktu Cepat Tanggap ATS.....	34
Tabel 3.4.	Instrumen Pengukuran Putaran Generator	34
Tabel 4.1.	Spesifikasi Generator Set.....	40
Tabel 4.2.	Hasil Pengukuran Hari Senin 30 Januari 2017	41
Tabel 4.3.	Hasil Pengukuran Hari Selasa 31 Januari 2017	43
Tabel 4.4.	Hasil Pengukuran Hari Rabu 1 Februari 2017	45
Tabel 4.5.	Hasil Pengukuran Hari Kamis 2 Februari 2017	46
Tabel 4.6.	Hasil Pengukuran Hari Jumat 3 Februari 2017.....	48
Tabel 4.7.	Hasil Pengukuran Hari Sabtu 4 Februari 2017	50
Tabel 4.8.	Hasil Pengukuran Hari Minggu 5 Februari 2017.....	51
Tabel 4.9.	Hasil Pengukuran Generator Set.....	53
Tabel 4.10.	Analisis Tegangan Hari Senin 30 Januari 2017	55
Tabel 4.11.	Analisis Tegangan Hari Selasa 31 Januari 2017.....	56
Tabel 4.12.	Analisis Tegangan Hari Rabu 1 Februari 2017	58
Tabel 4.13.	Analisis Tegangan Hari Kamis 2 Februari 2017	59
Tabel 4.14.	Analisis Tegangan Hari Jumat 3 Februari 2017	61
Tabel 4.15.	Analisis Tegangan Hari Sabtu 4 Februari 2017	62

Tabel 4.16.	Analisis Tegangan Hari Minggu 5 Februari 2017	64
Tabel 4.17	Daya Listrik Pada Hari Senin	65
Tabel 4.18	Daya Listrik Pada Hari Selasa	67
Tabel 4.19	Daya Listrik Pada Hari Rabu	68
Tabel 4.20.	Daya Listrik Pada Hari Kamis	69
Tabel 4.21.	Daya Listrik Pada Hari Jumat	70
Tabel 4.22.	Daya Listrik Pada Hari Sabtu	71
Tabel 4.23.	Daya Listrik Pada Hari Minggu.....	72
Tabel 4.24.	Daya Listrik Rata-Rata Seminggu	73
Tabel 4.25.	Analisis Frekuensi Sumber Listrik PLN	79
Tabel 4.26.	Analisis Waktu Cepat Tanggap	80
Tabel 4.27.	Analisis Tegangan Output Generator	81
Tabel 4.28.	Analisis Putaran Generator Set	83
Tabel 4.29.	Analisis Frekuensi Generator.....	84
Tabel 4.30.	Investasi Sumber Listrik PLN dengan Daya 33 KVA	85
Tabel 4.31.	Tarif Beban dan Tarif Pemakaian PLN dengan Daya 33 KVA..	86
Tabel 4.32.	Investasi Sumber Listrik Genset	86
Tabel 4.33.	Perawatan dan Pemakaian Generator Set	89
Tabel 4.34.	Perbedaan Biaya PLN dan Genset Perbulan.....	89
Tabel 4.35.	Perbedaan Biaya PLN dan Genset Perjam.....	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kabel NYA.....	10
Gambar 2.2. Kabel NYY.....	11
Gambar 2.3. Kabel NYFGbY.....	11
Gambar 2.4. <i>Module Case Circuit Breaker</i> (MCCB)	14
Gambar 2.5. <i>Generator Set</i>	15
Gambar 2.6. Konsep Segitiga Daya	23
Gambar 3.1. Tang Ampere.....	37
Gambar 3.2. <i>Tachometer</i>	38
Gambar 4.1. Grafik Tegangan Satu Fasa Hari Senin.....	42
Gambar 4.2. Grafik Tegangan Tiga Fasa Hari Senin.....	42
Gambar 4.3. Grafik Tegangan Satu Fasa Hari Selasa.....	43
Gambar 4.4. Grafik Tegangan Tiga Fasa Hari Selasa.....	44
Gambar 4.5. Grafik Tegangan Satu Fasa Hari Rabu.....	45
Gambar 4.6. Grafik Tegangan Tiga Fasa Hari Rabu	45
Gambar 4.7. Grafik Tegangan Satu Fasa Hari Kamis.....	47
Gambar 4.8. Grafik Tegangan Tiga Fasa Hari Kamis	47
Gambar 4.9. Grafik Tegangan Satu Fasa Hari Jumat.....	48
Gambar 4.10. Grafik Tegangan Tiga Fasa Hari Jumat	49
Gambar 4.11. Grafik Tegangan Satu Fasa Hari Sabtu	50
Gambar 4.12. Grafik Tegangan Tiga Fasa Hari Sabtu.....	50
Gambar 4.13. Grafik Tegangan Satu Fasa Hari Minggu	52

Gambar 4.14. Grafik Tegangan Tiga Fasa Hari Minggu	52
Gambar 4.15. Analisis Drop Tegangan Hari Senin.....	56
Gambar 4.16. Analisis Drop Tegangan Hari Selasa	57
Gambar 4.17. Analisis Drop Tegangan Hari Rabu	59
Gambar 4.18. Analisis Drop Tegangan Hari Kamis	60
Gambar 4.19. Analisis Drop Tegangan Hari Jumat	62
Gambar 4.20. Analisis Drop Tegangan Hari Sabtu.....	63
Gambar 4.21. Analisis Drop Tegangan Hari Minggu	64
Gambar 4.22. Grafik Daya Listrik Pada Hari Senin	66
Gambar 4.23. Grafik Daya Listrik Pada Hari Selasa	67
Gambar 4.24. Grafik Daya Listrik Pada Hari Rabu	68
Gambar 4.25. Grafik Daya Listrik Pada Hari Kamis	69
Gambar 4.26. Grafik Daya Listrik Pada Hari Jumat	70
Gambar 4.27. Grafik Daya Listrik Pada Hari Sabtu	71
Gambar 4.28. Grafik Daya Listrik Pada Hari Minggu.....	72
Gambar 4.29. Grafik Daya Rata-Rata Seminggu.....	73
Gambar 4.30. Segitiga Daya Sebelum Perbaikan	75
Gambar 4.31. Segitiga Daya Setelah Perbaikan.....	76
Gambar 4.32. Segitiga Daya Sebelum dan Sesudah Perbaikan	76
Gambar 4.33. Grafik Waktu Cepat Tanggap	80
Gambar 4.34. Grafik Analisis Drop Tegangan Output Generator	82
Gambar 4.35. Grafik Putaran Generator	83

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Perhitungan Drop Tegangan Sumber Listrik PLN	97
LAMPIRAN 2	Perhitungan Drop Tegangan Sumber Listrik Generator Set.....	111
LAMPIRAN 3	Perhitungan Daya Listrik	113
LAMPIRAN 4	Spesifikasi Generator Set.....	127
LAMPIRAN 5	Gambar Pengukuran	128
LAMPIRAN 6	Tarif Daya Listrik	129
LAMPIRAN 7	Tarif Pasang Daya Baru.....	130
LAMPIRAN 8	Tarif Konsuil.....	131
LAMPIRAN 9	Dokumentasi	132

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tol merupakan jalanan bebas hambatan yang disediakan oleh pemerintah untuk kendaraan yang memiliki roda lebih dari empat agar para pengendara dapat mempersingkat jarak dan waktu. Jalan tol biasanya terdapat di daerah yang banyak dilalui oleh kendaraan dan menghubungkan antar kota. Namun untuk menikmati fasilitas tol ini para pengendara harus membayar sesuai dengan tarif yang berlaku berdasarkan golongan kendaraan.

Tol di Indonesia pertama kali dibangun pada tahun 1973 dan selesai pembangunannya pada tahun 1978. Tol pertama kali ini dibangun sepanjang kurang lebih 60 km untuk menghubungkan Jakarta, Bogor, dan Ciawi atau sampai sekarang kita kenal sebagai Tol Jagorawi. Sebelumnya pembangunan jalan ini bukan untuk dijadikan jalan tol atau menggunakan tarif. Namun pembangunan jalan ini memakan biaya APBN dan pinjaman luar negeri yang lumayan besar. Agar biaya pengoperasian dan pemeliharaan jalan tersebut dapat dilakukan secara mandiri tanpa membebani anggaran pemerintah maka dijadikan tol dengan tarif tertentu.

Tol sebagai kebutuhan masyarakat harus benar-benar direncanakan pembangunannya dengan baik agar para pengguna jalan tol tidak mengalami gangguan. Salah satu perencanaan yang harus dilakukan dengan baik adalah perencanaan kelistrikannya. Hampir semua peralatan penunjang kegiatan transaksi di gerbang tol membutuhkan asupan tenaga listrik. Seperti *gate*, lampu indikator,

komputer, dan lain-lain. Bila pasokan tenaga listrik mengalami pemadaman maka semua peralatan penunjang pada gerbang tol pun tidak berfungsi.

Sumber utama asupan tenaga listrik gerbang tol berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Listrik yang digunakan secara terus menerus dapat terjadi pemadaman dikarenakan adanya faktor gangguan listrik seperti kesetimbangan beban, perawatan komponen distribusi, serta arus pendek listrik. Sebagai fasilitas umum, semua peralatan penunjang pada gerbang tol memerlukan asupan tenaga listrik yang apabila terjadi pemadaman listrik maka akan terganggunya proses transaksi di gerbang tol, untuk itu perlu adanya sumber listrik cadangan selain dari sumber PLN seperti *generator set*.

Generator set memiliki kemampuan yang terbatas dalam mensuplai peralatan listrik. Sehingga terkadang *genset* tidak dapat memenuhi suplai listrik untuk beban yang digunakan pada gerbang tol.

Pergantian sumber listrik dari PLN ke *generator set* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara manual yang disebut *Change Over Switch* (COS) dan secara otomatis yang disebut *Automatic Transfer Switch* (ATS). Dalam proses peralihan sumber listrik dari PLN ke *genset* memerlukan waktu yang cukup lama sehingga dapat mengganggu proses transaksi pada gerbang tol. Sedangkan peralatan listrik yang digunakan pada gerbang tol tidak memungkinkan untuk padam dalam jangka waktu lama karena dapat mengganggu proses transaksi.

Drop voltage atau penurunan tegangan sering terjadi pada gerbang tol. Ketika listrik mengalami penurunan tegangan, listrik tetap mengalir ke beban namun tidak dapat memenuhi kebutuhan beban tersebut sehingga peralatan listrik mati dan tidak dapat berfungsi sebagaimana semestinya.

Gerbang Tol Bekasi Barat merupakan salah satu gerbang tol yang banyak dilalui oleh kendaraan, baik kendaraan pribadi maupun kendaraan umum. Gerbang tol tersebut menghubungkan Jakarta – Cikampek sehingga sistem kelistrikannya harus direncanakan dengan sangat baik.

Power House daya listrik sebagai penyuplai dan penyalur sumber energi listrik dan tempat pengontrol sistem kelistrikan di gerbang Tol Bekasi Barat perlu dilakukan evaluasi kinerjanya agar apabila hasil kerjanya kurang baik dapat langsung diperbaiki.

Berdasarkan pengamatan tersebut peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Kinerja *Power House* Daya Listrik pada Gerbang Tol Bekasi Barat (Suatu Studi Survey pada Gerbang Tol Bekasi Barat)”

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas beberapa masalah yang dapat diidentifikasi yaitu:

1. Bagaimanakah kinerja PLN sebagai sumber utama dalam mensuplai beban di gerbang tol Bekasi Barat ?
2. Bagaimanakah kinerja genset sebagai sumber listrik cadangan dalam mensuplai beban di gerbang tol Bekasi Barat ?
3. Bagaimanakah cepat tanggap ATS dari sumber listrik PLN ke genset ?
4. Bagaimanakah *drop* tegangan yang terjadi di gerbang tol Bekasi Barat ?

1.3. Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya identifikasi masalah dan terbatasnya waktu dalam penelitian ini, maka penulis membatasi masalah yaitu Bagaimanakah Kinerja

Power House Daya Listrik pada Gerbang Tol Bekasi Barat (Suatu Studi Survey pada Gerbang Tol Bekasi Barat)

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah dan pembatasan masalah di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah tegangan yang dihasilkan oleh PLN sesuai dengan standar PUIL 2011?
2. Bagaimana perbaikan faktor daya pada gerbang tol Bekasi Barat?
3. Apakah frekuensi sumber listrik PLN sudah sesuai dengan standar frekuensi di Indonesia?
4. Apakah waktu cepat tanggap yang dibutuhkan proses perpindahan sumber listrik dari PLN ke generator set sesuai dengan standar PUIL 2011?
5. Apakah tegangan yang dihasilkan oleh generator set sesuai dengan standar PUIL 2011?
6. Apakah frekuensi sumber listrik generator set sudah sesuai dengan frekuensi yang tertera di *nameplate* ?
7. Apakah putaran generator yang dihasilkan sesuai dengan *nameplate* yang tertera?
8. Bagaimanakah efisiensi biaya antara sumber listrik PLN dan sumber listrik genset?

1.5. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana Kinerja *Power House* Daya Listrik pada Gerbang Tol Bekasi Barat.

1.6. Kegunaan Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka kegunaan penelitian ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan kepada institusi perusahaan PT. Jasa Marga tentang kinerja pada *Power House* daya listrik yang ada di gerbang Tol Bekasi Barat agar perusahaan tersebut tahu seberapa baik supply listrik yang digunakan dan apabila ada sedikit masalah mengenai kinerja *Power House* tersebut dapat segera diperbaiki.
2. Mengembangkan pengetahuan peneliti tentang sistem kelistrikan yang ada di gerbang Tol yang merupakan salah satu instalasi khusus sehingga tidak boleh padam.
3. Memberikan sumber belajar tambahan untuk siswa/i SMK jurusan Teknik Instalasi dan Pemanfaatan Tenaga Listrik pada mata pelajaran Instalasi Tenaga Listrik kelas XII.

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA BERFIKIR

2.1. Kajian Teori

2.1.1. Kinerja

Konsep Kinerja menurut Rue dan Brays (1995, dikutip Sri Puji Nurhaya, 2009: hal.17) dapat didefinisikan sebagai pencapaian hasil atau *degree of accomplishment*. Dengan kata lain kinerja merupakan tingkat pencapaian yang dihasilkan oleh suatu alat.

Menurut Mangkunegara (2000, dikutip Reny, 2012: hal. 150) kinerja atau prestasi kerja adalah hasil kerja kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh seorang pegawai dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan kepadanya. Berdasarkan pengertian tersebut, apabila dikaitkan pada suatu alat maka kinerja suatu alat dapat dilihat dari kualitas dan kuantitas yang dicapai oleh alat tersebut.

Menurut Sedarmayanti (2003, dikutip Deddy Arif Budhiarsa, 2009: hal. 15) kinerja (*performance*) diartikan sebagai hasil seorang pekerja, sebuah proses manajemen atau suatu organisasi secara keseluruhan, dimana hasil kerja tersebut harus dapat ditunjukkan buktinya secara konkrit dan dapat diukur (dibandingkan dengan standar yang telah ditentukan). Berdasarkan pengertian tersebut, kinerja dapat diukur dan dibandingkan dengan standar yang telah ditentukan.

2.1.2. **POWER HOUSE**

Power house adalah pusat kendali daya listrik dari suatu bangunan. Sumber tenaga listrik yang dipergunakan bisa dari PLN, *genset*, atau keduanya digunakan secara bersamaan atau bergantian secara terpisah. Sebuah *power house* biasanya terdiri dari beberapa ruang, contohnya: ruang PLN yang berisi panel kendali dari PLN, ruang trafo yang berisi transformator penurun tegangan, ruang LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) yang merupakan pengendali utama untuk mendistribusikan listrik dari transformer ke panel LVSDP (*Low voltage sub distribution*) (PANELINDO NUSANTARA, 2013).

Sumber listrik utama yang dipakai untuk mendistribusikan daya listrik ke beban-beban berasal dari PLN. Sedangkan genset digunakan apabila terjadi gangguan dan *maintanace* dari PLN.

Adapun ketentuan persyaratan bangunan/ruang pada *Power House* pada suatu instalasi khusus berdasarkan PUIL 2011 adalah :

1. Lokasi

Power House tidak boleh diletakkan pada daerah yang memungkinkan terjadi banjir yang mengakibatkan genset terendam air. Terdapat beberapa ruangan dalam *Power House* yaitu untuk ruang genset dan ruang PHB utama yang dipisahkan oleh dinding tahan api dengan masing-masing pintu masuk, Jalan keluar dan masuk pada *Power House* ini dibuat sedemikian rupa sehingga tidak akan tertutup oleh bangunan lain.

2. Konstruksi Bangunan

Ruang harus tahan kerusakan dan terpisah dari bagian gedung lainnya dengan kontruksi tahan api yang memenuhi syarat.

Tidak boleh ada pipa pelayanan lain yang masuk ke ruang ini selain pipa untuk system darurat ini dan pipa proteksi terhadap api. Jika perlu untuk menembus atau memecah tembok maka ketentuan tahan api dan tingkat kebisingan arus tetap terpenuhi.

3. Kebutuhan Ruang

Pintu keluar masuk bangunan instalasi harus disesuaikan untuk keperluan pemasangan perlengkapan, pemeliharaan dan penggantian bagian perlengkapan jika diperlukan. Semua pintu harus membuka ke luar dan sebaiknya dilengkapi dengan alat yang bias menutup sendiri.

Luas bangunan bergantung pada susunan dan ukuran perlengkapan yang bergantung pada kapasitas system. Harus tersedia jarak sekurang-kurangnya $\frac{3}{4}$ m sekitar perlengkapan guna perawatan perlengkapan.

4. Ventilasi

Ventilasi udara harus diatur sedemikian rupa sehingga udara dapat mengalir sehingga suhu mesin tidak naik melampaui batas suhu kerja bila mesin beroperasi terus menerus. Ujung saluran di tembok sebelah luar tidak boleh berjarak kurang dari 3m dari lubang-lubang terbuka atau gedung di sebelahnya.

5. Perlengkapan Pemadam Api

Harus disediakan perlengkapan pemadam api manual yang dapat mencakup ruang tersebut.

6. Lampu untuk pelayanan darurat

Harus ada lampu yang dinyalakan oleh baterai yang terpisah dari baterai untuk keperluan asut maupun keperluan kendali. Kapasitas baterai harus

sekurang-kurangnya dapat menyalakan lampu yang bersangkutan selama 30 menit.

Peralatan penunjang di dalam power house terdiri dari Generator Set dan Panel Hubung Bagi (PHB) yang akan dipaparkan di bawah ini.

2.1.2.1. Panel Hubung Bagi

Panel Hubung Bagi (PHB) adalah suatu kombinasi dari satu atau lebih Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah dengan peralatan kontrol, peralatan ukur, pengaman dan kendali yang saling berhubungan (PLN, 2010: hal. 7).

Sedangkan menurut PUIL 2011 (211: hal. 34) PHB adalah istilah umum yang mencakup gawai sakelardan kombinasinya dengan perlengkapan kendali, ukur, proteksi, dan pengukur terkait, juga rakitan gawai dan perlengkapan tersebut dengan interkoneksi, lengkapan, selungkup dan struktur penyangga terkait, yang dimaksudkan secara prinsip untuk penggunaan dalam pembangkitan, transmisi, distribusi, dan konversi energi.

Panel Hubung Bagi (PHB) adalah suatu perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat tenaga listrik. Bentuk PHB berupa lemari (*cubical*). Di dalam panel biasanya busbar dibagi menjadi dua bagian, yang satu mendapat sumber listrik dari PLN dan satunya mendapat sumber listrik dari genset. Tujuan busbar dibagi menjadi dua bagian agar ketika sumber listrik PLN mengalami gangguan atau sedang dalam pemeliharaan maka suplai beban akan diganti dengan sumber listrik genset.

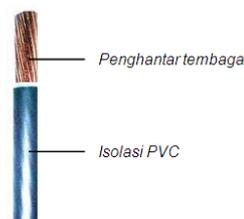
Adapun Komponen dalam PHB sebagai berikut :

A. Kabel Penghantar

Penyaluran arus listrik dari panel ke beban maupun sebagai pengaman arus bocor ke tanah digunakan penghantar arus listrik sesuai dengan penggunaannya. Penghantar terbagi menjadi dua jenis yaitu kawat dan kabel.

Kabel adalah penghantar yang terbungkus bahan isolasi, ada yang berinti tunggal atau banyak, ada yang kaku atau berserabut, ada yang dipasang di udara atau di dalam tanah, dan masing-masing digunakan sesuai dengan kondisi pemasangannya (Alfith, 2013: hal. 65). Kabel yang biasa digunakan dalam instalasi panel adalah NYA, NYY, dan NYFGbY.

Gambar 2.1 merupakan contoh gambar kabel NYA. Kabel NYA merupakan kabel penghantar arus listrik yang memiliki satu penghantar dengan isolasi atau selubung PVC, dapat berinti tunggal dan banyak. Keuntungan menggunakan kabel NYA yaitu memudahkan pembongkaran dan pemasangan kembali penghantar pada waktu perbaikan atau penggantian penghantar yang rusak.



Gambar 2.1. Kabel NYA

Gambar 2.2 merupakan contoh gambar kabel NYY. Kabel NYY merupakan gabungan dari beberapa kabel NYA yang dilapisi kembali dengan selubung PVC tanpa perisai dan memiliki selubung luar berwarna hitam. Kabel ini biasa digunakan untuk kabel tenaga pada industri, peralatan dalam Panel Hubung Bagi (PHB), dan dapat pula ditanam di dalam tanah dengan syarat diberikan perlindungan terhadap kemungkinan kerusakan mekanis.



Gambar 2.2. Kabel NYY

Gambar 2.3. merupakan contoh gambar kabel NYFGbY. Kabel NYFGbY merupakan kabel tanah thermoplastik yang memiliki perisai. Sama seperti NYY, Kabel NYFGbY merupakan gabungan dari beberapa kabel NYA yang diselebung dengan karet dan perisai kawat baja pipih. Kemudian diikat dengan spiral pita baja, agar spiral tidak mengalami korosi, maka kabel dilapisi lagi dengan selubung PVC berwarna hitam.



Gambar 2.3. Kabel NYFGbY

Semua penghantar yang digunakan harus dibuat dari bahan yang memenuhi syarat, sesuai dengan tujuan penggunaannya, serta telah diperiksa dan diuji menurut standard penghantar yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang. Adapun persyaratan penghantar menurut PUIL 2011 adalah :

1. Besar penampang penghantar, penghantar untuk pemasangan tetap harus dari bahan tembaga dengan ukuran penampang penghantar dinyatakan dalam ukuran luas penampang penghantar intinya dan satuannya

dinyatakan dalam mm². Adapun kriteria besar penampang yang harus digunakan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kuat Hantar Arus

Jenis Penghantar	Luas Penampang Nominal (mm ²)	KHA Terus Menerus		KHA Pengenal Gawai Proteksi	
		Pemasangan dalam pipa sesuai 7.13 (A)	Pemasangan di udara sesuai 7.12.1 (A)	Pemasangan dalam pipa (A)	Pemasangan di udara (A)
1	2	3	4	5	6
	0.5	2.5	-	2	-
	0.75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1.5	15	24	10	20
	2.5	20	32	16	25
NYFA					
NYFAF	4	25	42	20	35
NYFAZ	6	33	54	25	50
NYFAD	10	45	73	35	63
NYA					
NYAF	16	61	98	50	80
NYFAw	25	83	129	63	100
NYFAFw	35	103	158	80	125
NYFAZw					
NYFADw dan NYL	50	132	198	100	160
	70	165	245	125	200
	95	197	292	160	250
	120	235	344	250	315
	150	-	391	-	315
	185	-	448	-	400
	240	-	5285	-	400
	300	-	608	-	500
	400	-	726	-	630
	500	-	830	-	630

- Identifikasi warna penghantar untuk mendapatkan kesatuan pengertian mengenai penggunaan suatu warna yang digunakan untuk mengenal

penghantar guna keseragaman dan mempertinggi keamanan. Adapun identifikasi warna penghantar dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.2. Identifikasi Warna Penghantar

Warna	Jenis Hantaran
Hitam	Penghantar fasa untuk rangkaian listrik 1 fasa
Merah, Kuning, Hitam	Penghantar fasa untuk rangkaian listrik 3 fasa
Biru	Penghantar netral
Kuning-Hijau	Penghantar Pentanahan

3. Tahanan Isolasi Kabel, Tahanan isolasi pada instalasi listrik tegangan rendah merupakan salah satu unsur yang menentukan kualitas instalasi tersebut, mengingat fungsi utama isolasi sebagai sarana proteksi dasar.

B. *Module Case Circuit Breaker (MCCB)*

MCCB merupakan salah satu alat pengaman yang dalam proses operasinya mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengaman dan sebagai alat penghubung (Prih Sumardjati dkk, 2008: hal. 46). Berdasarkan fungsinya sebagai pengaman, alat ini memiliki fungsi sebagai pengaman gangguan arus hubung singkat dan arus beban lebih. MCCB pada jenis tertentu mempunyai kemampuan pemutus yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Contoh gambar MCCB dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Module Case Circuit Breaker (MCCB)

Berdasarkan PUIL 2011 ayat 131.8.1.3 bahwa setiap perlengkapan listrik tidak boleh dibebani melebihi kemampuannya (SNI, 2011: hal. 7). Pernyataan tersebut menjelaskan bahwa arus yang mengalir pada kabel yang melewati MCCB/MCB tidak boleh melebihi arus nominal yang tertera pada MCCB/MCB tersebut.

2.1.2.2. Generator Set

Secara bahasa pengertian Genset dibagi menjadi dua yaitu *Generator* dan *Set*. *Generator* adalah pembangkit dan *Set* adalah perangkat. Secara istilah pengertian *genset* adalah kombinasi atau gabungan dari dua perangkat yang berbeda yaitu mesin penggerak (*engine*) dan pembangkit (*Generator/alternator*). Mesin penggerak berfungsi sebagai perangkat pemutar generator sedangkan generator berfungsi sebagai perangkat pembangkit.

Generator set (Genset) merupakan bagian dari generator dan suatu alat yang dapat merubah energi mekanik menjadi energi listrik (Sitti & Nurhayati, 2014: hal. 249). Energi yang digunakan untuk menggerakkan generator adalah solar. Genset dapat digunakan sebagai pengganti sistem cadangan listrik pada suatu

gedung industri dan rumah sakit apabila terjadi pemadaman dari PLN. Contoh gambar *genset* dapat dilihat pada gambar 2.5.

Dalam menentukan suatu genset baik atau tidak dapat dilihat pada *nameplate* yang tertera pada genset. Hal yang menentukan biasanya adalah putaran generator, faktor daya dan frekuensi. Di dalam PUIL terdapat aturan untuk tegangan generator set yaitu pada saat beban penuh turun voltase sebaiknya tidak melebihi 25% dan dalam waktu 0,5 detik voltase sudah pulih kembali dalam batas 5% dari voltase normal (SNI, 2011: hal. 576).



Gambar 2.5. Generator Set

A. Mesin

Mesin adalah sumber energi penggerak untuk generator dengan mengubah energi panas menjadi energi penggerak. Mesin pada genset ini terdiri dari tiga tipe yaitu mesin bensin, mesin diesel, dan mesin gas. Mesin bensin digerakkan menggunakan bahan bakar bensin. Mesin Diesel digerakkan menggunakan bahan bakar solar dan mesin gas digerakkan oleh gas alam.

B. Alternator

Alternator adalah bagian utama genset yang menghasilkan listrik dari gerakan yang diberikan oleh mesin, dengan kata lain Alternator dapat mengubah energi mekanik dari mesin menjadi energi listrik. Dalam alternator terdapat komponen-komponen penunjang yang dapat menghasilkan energi listrik, yaitu :

- Rangka stator merupakan rumah bagi alternator untuk melindungi komponen di dalam rangkaian alternator. Rangka stator terbuat dari besi tuang.
- Stator merupakan bagian yang diam. Stator merupakan tempat untuk meletakkan lilitan stator. Lilitan stator terbuat dari tembaga dan berfungsi sebagai tempat ggl induksi.
- Rotor adalah bagian yang berputar yang menghasilkan medan magnet berputar. Rotor menghasilkan medan magnet yang bergerak di sekitar stator, yang menginduksi perbedaan tegangan antara gulungan stator. Ini menghasilkan arus bolak-balik (AC) output dari generator.
- Cincin geser ini berputar bersama-sama dengan poros dan rotor. Cincin geser terbuat dari bahan kuningan atau tembaga yang dipasang pada poros dengan menggunakan isolasi.
- Penguat merupakan generator arus searah yang dipakai sebagai arus sumber. Pada umumnya generator AC ini dibuat sedemikian rupa sehingga lilitan tempat terjadinya GGL induksi tidak bergerak, sedangkan kutub-kutub akan menimbulkan medan magnet berputar, generator tersebut disebut dengan generator kutub dalam.

2.1.2.3. ATS dan AMF

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan sakelar otomatis untuk memindahkan catu daya listrik dari sumber satu ke sumber listrik dua dan sebaliknya.

Automatic Main Failure (AMF) merupakan alat yang berfungsi menurunkan downtime dan meningkatkan keandalan sistem catu daya listrik. AMF dapat mengendalikan transfer *Circuit Breaker* (CB) atau alat sejenis, dari catu daya utama (PLN) ke catu daya cadangan (*genset*) dan sebaliknya (Hidayah Apriawati, 2007: hal. 19). ATS dan AMF merupakan satu kesatuan yang selalu bekerja bersama-sama.

Automatic Transfer Switch dapat mengendalikan transfer suatu alat dari suplai utama ke suplai cadangan atau dari suplai cadangan ke suplai utama. Suplai utama yang dimaksud adalah PLN dan suplai utama cadangan adalah genset.

Untuk menangani gangguan pada sumber listrik PLN, AMF akan beroperasi saat suplai utama padam dan mengatur agar suplai cadangan bekerja. Sumber listrik dari PLN ketika bekerja kadang-kadang naik turun. Kira-kira ketika sumber listrik berada pada sepuluh persen dari tegangan nominalnya atau hilang sama sekali maka sinyal gangguan akan masuk AMF ke AMF dan mengolah sinyal tersebut sehingga menghasilkan perintah ke penggerak untuk memutuskan kedua suplai yang sedang beroperasi dengan saling mengunci atau *interlock*.

AMF dapat mengatur genset beroperasi jika PLN mati dan memutuskan genset jika PLN hidup kembali.

2.1.3. Aliran Listrik AC

2.1.3.1. Aliran Satu Fasa

Aliran satu fasa adalah aliran listrik yang hanya memiliki satu line yang mengandung tegangan. Dengan kata lain, hanya ada tegangan fasa ke netral (L-N) saja. Berdasarkan tegangan dan frekuensi yang ada di Indonesia yaitu 220V/50Hz (Irzan Zakir, 2013: hal. 11)

2.1.3.2. Aliran Tiga Fasa

Aliran tiga fasa adalah aliran listrik yang memiliki tiga line yang mengandung tegangan. Bisa dikatakan juga bahwa jika diuji ada tegangan antar fasa (L-L) dan tegangan antar fasa (L-N) dengan beda fasa yaitu 120^0 . Tegangan antar fasa (L-L) adalah 380V/50Hz (Irzan Zakir, 2013: hal. 11).

2.1.4. Arus

Menurut Brian (1991: hal. 92) arus ialah aliran elektron dalam suatu konduktor. Menurut Taufik Barlian (2013: hal. 3) arus listrik didefinisikan sebagai laju aliran muatan listrik yang melalui luas penampang lintang A. Sedangkan menurut Zuhul Zhanggischan (2004: hal. 5) arus listrik didefinisikan sebagai kecepatan aliran muatan listrik. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa arus listrik adalah kecepatan atau laju aliran muatan listrik dalam suatu konduktor.

Arus adalah gerakan muatan listrik. Arah arus biasanya diambil dari arah gerakan muatan positif dan kebalikan dari arah muatan negatif. Arus juga bisa terjadi akibat kombinasi antara gerakan muatan positif dan negatif (K.G Jackson, 1994: hal. 82)

Arus memiliki satuan *ampere* (A) dengan symbol dalam rumus I. Arus merupakan bilangan vektor yaitu bilangan yang mempunyai besaran dan arah. Arah arus listrik yang mengalir dalam suatu konduktor adalah dari potensial tinggi ke potensial rendah (berlawanan arah dengan gerak electron). Adapun persamaan arus listrik yaitu :

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.1)$$

dengan besaran :

I : Arus (Ampere)

V : Tegangan (Volt)

R : Hambatan (Ohm)

2.1.5. Tegangan

Tegangan adalah integral dari kuat medan di sepanjang jalur tertentu antara dua titik dalam medan listrik yang dihasilkan oleh induksi elektromagnetik. Istilah lain untuk perbedaan potensial (K.G Jackson, 1994: hal. 404).

Tegangan listrik adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik. Tegangan listrik ini dapat dikatakan sebagai tenaga pendorong elektron agar bisa mengalir dalam sebuah rangkaian. Satuan tegangan adalah *Volt* atau disingkat V. Simbol yang digunakan untuk penulisan rumus adalah V dan E.

Besar tegangan nominal untuk rangkain satu fasa adalah 220 volt dan besar tegangan nominal untuk rangkaian tiga fasa adalah 380 volt. Besar tegangan tersebut dapat digunakan untuk menyalakan beban listrik seperti penerangan, AC, beban bermotor dan lainnya. Besar tegangan pada rangkaian dapat turun naik tergantung kondisi pemakaian beban pengguna lain.

Apabila nilai tegangan mengalami kenaikan maka sistem akan mengakibatkan arus listrik yang mengalir menjadi besar dan mempercepat kemunduran isolasi (*deterioration of insulation*) sehingga menyebabkan kenaikan rugi-rugi daya dan operasi, memperpendek umur kerja peralatan dan yang lebih fatal akan terbakarnya peralatan tersebut. Peralatan-peralatan yang dipengaruhi saat terjadi tegangan lebih adalah transformer, motor-motor listrik, kapasitor daya dan peralatan kontrol yang menggunakan coil/kumparan seperti solenoid valve, magnetic switch dan relay. tegangan lebih biasanya disebabkan karena eksitasi yang berlebihan pada generator listrik (*over excitation*), sambaran petir pada saluran transmisi, proses pengaturan atau beban kapasitif yang berlebihan pada sistem distribusi.

Apabila nilai tegangan mengalami penurunan atau *drop voltage* maka beban listrik mati dan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya walaupun arus listrik tetap mengalir dalam rangkaian. Tegangan turun juga akan mengakibatkan berkurangnya intensitas cahaya (*redup*) pada peralatan penerangan, bergetar dan terjadi kesalahan operasi pada peralatan kontrol seperti *automatic valve*, magnetic switch dan *auxiliary relay*; menurunnya torsi pada saat *start (starting torque)* pada motor-motor listrik. Tegangan turun biasanya disebabkan oleh kurangnya eksitasi pada generator listrik (*drop excitation*), saluran transmisi yang terlalu panjang, jarak beban yang terlalu jauh dari pusat distribusi atau peralatan yang sudah berlebihan beban kapasitifnya.

Hal itu yang dapat merusak peralatan listrik. Menurut PUIL 2011 bahwa Drop voltase antara terminal pelanggan dan sembarang titik dari instalasi tidak boleh melebihi 4 % dari voltase pengenal pada terminal pelanggan bila semua konduktor

dari instalasi dialiri arus (SNI, 2011: hal. 48). Dengan toleransi tersebut maka tegangan suplai minimal 211 volt dari tegangan nominal 220 volt dan 365 volt dari tegangan nominal 380 volt.

Persamaan tegangan listrik adalah :

$$V = \frac{P}{I} \quad (2.2)$$

(K. Giek, 2000: hal. 252)

dengan besaran :

V : Tegangan Listrik (Volt)

P : Daya Listrik (Watt)

I : Arus listrik (Ampere)

R : Hambatan (Ohm)

2.1.6. Daya

Daya listrik adalah besaran yang menyatakan banyaknya energi listrik (W) yang dihasilkan atau dipakai setiap satuan waktu (t) (Asep Hapiddin, 2009: 19). Daya listrik dipakai atau dihasilkan dalam sebuah rangkaian. Rangkaian yang dimaksud berupa tegangan listrik dan beban yang saling berhubungan satu sama lain.

Contoh rangkaian tersebut dalam kehidupan sehari-hari adalah lampu pijar. Lampu pijar dikendalikan oleh saklar yang dapat menyambungkan dan memutuskan arus listrik. Ketika posisi saklar dalam keadaan menyambungkan, arus listrik akan mengalir ke dalam rangkaian dan terdapat tegangan dalam rangkaian tersebut. Tegangan listrik dari sumber melepaskan daya listrik dan

lampu pijar menyerap daya listrik tersebut dan mengubahnya menjadi energi cahaya.

Sedangkan menurut Taufik Barlian (2013: hal. 6) daya listrik didefinisikan sebagai energi yang dikeluarkan atau kerja yang dilakukan setiap detik oleh arus dalam 1 A yang pada tegangan 1 V. Sehingga Persamaan untuk menghitung daya listrik dalam sebuah rangkaian listrik adalah sebagai berikut :

$$P = V \times R \quad (2.3)$$

$$P = I^2 \times R \quad (2.4)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (2.5)$$

dengan besaran :

P = Daya listrik (Watt)

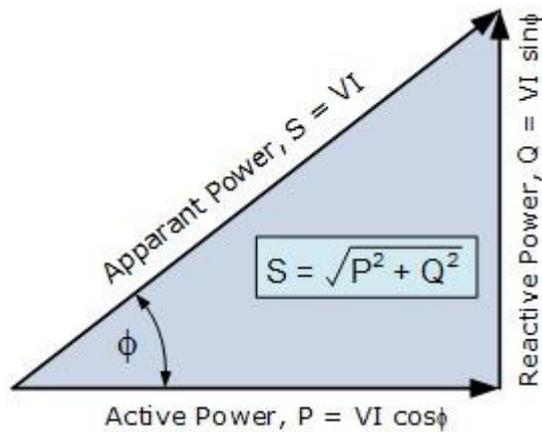
V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

R = Hambatan (Ohm)

2.1.7. Konsep Segitiga Daya

Segitiga daya adalah sketsa dari daya kompleks, daya reaktif, dan daya aktif (Cekmas & Taufik, 2013: hal. 17). Sebagaimana keperluan daya untuk suatu beban terdiri atas dua komponen yaitu daya nyata dan daya reaktif. Apabila daya nyata dan daya reaktif dijumlahkan secara vektoral akan terbentuk segitiga daya seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Konsep Segitiga Daya

dimana sisi miring sebagai daya semu atau daya kompleks, salah satu sisi siku sebagai daya nyata, dan sisi siku lainnya sebagai daya reaktif.

2.1.7.1. Daya Semu

Daya semu adalah daya sebenarnya yang disuplay dari PLN dan merupakan resultan antara daya nyata dan daya reaktif. Menurut Cekmas & Taufik (2013: hal. 74) daya semu merupakan perkalian tegangan V dengan arus I dalam kedua besaran ini dalam bentuk bilangan kompleks adalah VI yang dinamakan daya kompleks dengan symbol S dalam satuan *Volt Ampere* (VA).

Dengan kata lain, persamaan daya semu adalah

$$S = V \times I \quad (2.6)$$

dengan besaran :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

2.1.7.2. Daya Nyata

Daya nyata adalah daya yang dibutuhkan oleh beban resistif. Daya nyata merupakan daya yang berasal dari pembangkitan yang dialirkan ke beban konsumif hingga dapat diubah menjadi energi lain. Satuan daya nyata adalah watt.

Menurut Cekmas & Taufik (2013: hal. 74) daya aktif atau daya nyata dirumuskan dengan $S \cos \theta$ atau $V I \cos \theta$ dengan simbol P. Dengan kata lain, persamaan daya nyata sebagai berikut

$$P = V \times I \times \cos \theta \quad (2.7)$$

dengan besaran :

P = Daya Nyata (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Cos θ = Faktor Daya

2.1.7.3. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah daya yang muncul diakibatkan oleh komponen pasif diluar resistor yang merupakan daya rugi-rugi atau daya yang tidak diinginkan (Mohammad Ramdhani, hal. 182). Daya reaktif dapat pula diartikan sebagai daya imajiner yang menunjukkan adanya pergeseran grafik sinusoidal arus dan tegangan listrik AC akibat adanya beban reaktif.

Satuan daya reaktif adalah *volt ampere reaktif* atau disingkat VAR dengan symbol Q. Adapun Persaan daya reaktif adalah :

$$Q = V \times I \times \sin \theta \quad (2.8)$$

P = Daya Nyata (Watt)

V = Tegangan (Volt)

$I =$ Arus (Ampere)

2.1.8. Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan daya rata-rata terhadap daya nyata (yaitu hasil kali RMS tegangan dan arus) pada suatu jaringan AC atau bagiannya (K.G Jackson, 1994: hal. 286).

Faktor daya adalah jumlah watt dalam lingkaran-arus arus-bolak-balik, yang dinyatakan oleh wattmeter, dibagi dengan watt tampak. Yang terakhir ini merupakan watt yang diukur oleh volt meter dan amperemeter (Prof. Ir. Ahmad Antono, dkk, 1985: hal. 373)

Berdasarkan pengertian di atas maka faktor daya adalah Jumlah daya yang dihasilkan dari perbandingan daya rata-rata terhadap daya nyata pada suatu jaringannya.

Persamaan faktor daya adalah :

$$\cos\theta = \frac{P}{V \times I} \quad (2.10)$$

Nilai faktor daya antara rentang 0,00 sampai 1,00. Nilai faktor daya semakin mendekati nilai 1 maka semakin baik faktor daya tersebut dan sebaliknya. Apabila nilai faktor daya semakin mendekati angka 0 akan sangat berpengaruh pada kondisi peralatan juga semakin besar biaya listrik yang harus dibayar, untuk itu faktor daya perlu diperbaiki. Dalam menaikkan nilai faktor daya dibutuhkan kapasitor bank. Mencari besar harga kapasitor yang terpasang dapat dicari dengan persamaan

$$X_c = \frac{V^2}{Q_c} \quad (2.11)$$

Dengan besaran :

X_c = Impedansi kapasitif

V = Tegangan

Q_c = selisih daya reaktif antara sebelum dan sesudah perbaikan

Pertama-tama mencari harga daya kompleks atau daya semu pada faktor daya kondisi sebelum perbaikan dan setelah perbaikan dengan persamaan

$$S = \frac{P}{\cos\phi} \quad (2.12)$$

$$S' = \frac{P}{\cos\phi'} \quad (2.13)$$

Dengan besaran :

S = daya semu sebelum perbaikan

S' = daya semu sesudah perbaikan

P = daya nyata

$\cos\phi$ = faktor daya sebelum perbaikan

$\cos\phi'$ = faktor daya setelah perbaikan

Kemudian mencari besar daya reaktif sebelum dan sesudah perbaikan, kemudian dicari selisih antara keduanya dengan persamaan

$$Q = V \times I \times \sin\phi \quad (2.14)$$

$$Q' = S' \times \sin\phi' \quad (2.15)$$

$$Q_c = Q - Q' \quad (2.16)$$

Dengan besaran :

Q = daya reaktif sebelum perbaikan

Q' = daya reaktif setelah perbaikan

Q_c = selisih daya reaktif antara sebelum dan sesudah perbaikan

2.1.9. Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah siklus arus bolak-balik (alternating current, AC) per detik. Beberapa negara termasuk Indonesia menggunakan frekuensi listrik standar, sebesar 50 Hz (Blog Dunia Listrik, 2008). Frekuensi listrik ditentukan oleh kecepatan perputaran dari turbin sebagai penggerak mula. Salah satu contoh akibat dari frekuensi listrik yang tidak stabil adalah akan mengakibatkan perputaran motor listrik sebagai penggerak mesin-mesin produksi di industri manufaktur juga tidak stabil, dimana hal ini akan mengganggu proses produksi.

Gangguan-gangguan yang terjadi pada sistem frekuensi yaitu penyimpangan terus-menerus (*continuous deviation*), frekuensi berada diluar batasnya pada saat yang lama (secara terus-menerus) dan penyimpangan sementara (*transient deviation*); penurunan atau penaikan frekuensi secara tiba-tiba dan sesaat.

Sesuai dengan standar IEE, besarnya frekuensi yang diperbolehkan adalah $\pm 1\%$ dari frekuensi referensi yaitu 50Hz untuk di Indonesia. Menurut standar SPLN frekuensi yang dipergunakan di Indonesia berkisar antara 49,5-50,5Hz.

2.1.10. Tarif Daya Listrik

Perusahaan listrik menjual listrik kepada pengguna berdasarkan energi listrik yang digunakannya (dalam satuan Kwh). Penentuan tarif oleh pihak perusahaan listrik diantaranya adalah mengacu kepada biaya produksi dan penyaluran listrik hingga ke pengguna. Selain itu, tarif listrik PLN juga didasarkan pada besarnya daya terpasang dan pemanfaatannya pada instalasi pengguna. Untuk golongan tarif tertentu, besarnya tarif dasar listrik tidak sama

antara Waktu Beban Puncak (WBP) yaitu pada pukul 18.00 hingga 22.00 dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) yaitu pada pukul 22.00 hingga 18.00.

Tarif tenaga listrik ditetapkan berdasarkan golongan tarif. Berdasarkan peraturan menteri ESDM no. 28 th. 2016 pasal 2 bahwa tarif tenaga listrik terdiri atas tariff tenaga listrik regular dan tariff tenaga listrik Prabayar. Tarif tenaga listrik regular merupakan tariff tenaga listrik yang dibayarkan setelah pemakaian tenaga listrik oleh konsumen. Sedangkan tariff tenaga listrik Prabayar merupakan tarif tenaga listrik yang dibayarkan sebelum pemakaian tenaga listrik oleh konsumen.

Tarif tenaga listrik regular terbagi menjadi dua yaitu tariff beban dan tarif pemakaian. Untuk mencari besar tariff beban dan tariff pemakaian dapat dicari dengan persamaa 2.17. dan 2.18.

$$\text{Tarif Beban} = 40 \times \text{KVA terpasang} \times \text{tarif pemakaian/kwh} \quad (2.17)$$

$$\text{Tarif Pemakaian} = \frac{P \times t \times 30 \times \text{tarif PLN per KWH}}{1000} \quad (2.18)$$

Adapun jenis tarif yang digunakan oleh perusahaan listrik pada dasarnya ada 4 macam yaitu:

1. Tarif Merata yaitu suatu tarif yang pencatatan pemakaian energinya menggunakan 1 buah KWH meter
2. Tarif 2 Bagian (*Two Part Tarif*) yaitu suatu tarif yang pencatatan pemakaiannya menggunakan 1 buah Kwh meter yang pembayarannya disamping untuk pemakaian energi yang tercatat juga ditambah dengan biaya lain yang didasarkan pada biaya tetap. Biaya tetap diantaranya didasarkan

pada beban terpasang atau daya maksimum yang diperlukan, ukuran bangunan, atau sama untuk semua pengguna pada golongan tarif yang sama

3. Tarif Blok yaitu suatu tarif yang pembayarannya didasarkan pada pengurangan Kwh dari Kwh yang telah ditentukan untuk suatu blok (daerah pemukiman) pada selang waktu tertentu. Tarif itu dibayar secara merata oleh pemakai pada blok tersebut.
4. Tarif permintaan Maksimum (*Maximum Demand Tarif*) yaitu suatu tarif bagi pengguna yang mempunyai keinginan daya yang besar. Ukuran permintaan maksimum untuk masing-masing Negara, mungkin tidak sama. Pendeteksian daya terbesar dilakukan dengan alat ukur Maximum demand WattMeter. Meter itu dilengkapi dengan jarum yang akan berhenti pada penunjukan daya terbesar.

2.1.10. Gerbang Tol

Gerbang tol adalah tempat pelayanan transaksi tol bagi pemakai jalan tol yang terdiri dari beberapa gardu dan sarana kelengkapan lainnya (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2009: hal. 2). Sedangkan Gardu tol merupakan ruang tempat bekerja pengumpul tol untuk melaksanakan tugas pelayanan kepada pemakai jalan.

2.1.11. PT Jasamarga

PT Jasamarga adalah sebuah badan milik pemerintah yang bertugas untuk merencanakan, membangun, mengoperasikan dan memelihara jalan tol serta

sarana kelengkapannya agar jalan tol dapat berfungsi sebagai jalan bebas hambatan yang memberikan manfaat lebih tinggi daripada jalan umum bukan tol.

2.2. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir merupakan konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting (Sugiyono 2010: 60). Berdasarkan teori yang telah dikemukakan sebelumnya, maka kerangka berfikir pada penelitian ini yaitu kinerja *power house* yang dipengaruhi oleh lamanya usia instalasi listrik yang terpasang dan besar beban yang terpasang. Sehingga mempengaruhi hasil dari kualitas kerja dari *power house*. Kualitas *power house* yang dihasilkan mengacu pada suatu standar yang berlaku. Untuk di Indonesia standar instalasi listrik yang berlaku sebagai acuan dan landasan instalasi listrik yaitu PUIL 2011. Disamping itu adapun data penunjang yang diperlukan berupa *nameplate* pada *generator set* yang terpasang. Faktor yang mempengaruhi kinerja *power house* meliputi tegangan yang bersumber dari PLN, tegangan yang bersumber dari generator, waktu cepat tanggap ATS, dan putaran generator.

Dalam menentukan kinerja *power house* perlu dilakukan pengukuran tegangan dari sumber PLN dan genset. *Drop voltage* yang terjadi pada sumber PLN tidak boleh lebih 4% dari tegangan nominal. *Drop voltage* yang terjadi pada sumber pada *generator set* tidak boleh lebih 5% dari tegangan nominal. Pengukuran tegangan menggunakan alat ukur Tang Ampere. Waktu cepat tanggap pada ATS hingga beban penuh tidak boleh lebih dari 15 detik. Putaran pada *generator set* tidak boleh kurang dari putaran yang tercantum pada *nameplate*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Peneliti mengangkat judul “Kinerja *Power House* Daya Listrik pada Gerbang Tol Bekasi Barat (Suatu studi survey pada gerbang tol Bekasi Barat”. Tempat melakukan penelitian ini dilakukan di Gerbang Tol Bekasi Barat, Bekasi. Adapun waktu penelitian di mulai dari bulan Januari sampai bulan Februari 2017.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugioyo, 2009: hal. 2). Berdasarkan tujuan dan kegunaan yang telah penulis paparkan di atas maka cara atau metode penelitian yang akan penulis gunakan adalah metode survey.

Metode survey adalah penyelidikan yang diadakan untuk memperoleh fakta-fakta dari gejala-gejala yang ada dan mencari keterangan-keterangan secara factual, baik tentang institusi sosial, ekonomi, atau kelompok dari suatu daerah. Menurut Sugiyono (2009: hal. 6) metode survey digunakan untuk mendapatkan data dari tempat tertentu yang alamiah (bukan buatan), tetapi peneliti melakukan perlakuan dalam pengumpulan data, misalnya dengan mengedarkan kuesioner, test, wawancara terstruktur dan sebagainya.

3.3. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati (Sugiyono, 2010 : hal. 10).

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini digunakan untuk menuangkan hasil pengukuran. Pengukuran yang akan dilakukan berupa pengukuran arus pada fasa R, S, dan T dan pengukuran tegangan output pada Generator. Instrumen penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1., tabel 3.2., tabel 3.3., tabel 3.4., dan tabel 3.5.

Tabel 3.1. Instrumen Pengukuran Tegangan Sumber Listrik PLN

Waktu (WIB)		Standar	V (volt)	ΔV (%)	Keterangan
14.00	RN	$\Delta V \leq 4 \%$			
	SN				
	TN				
	RS				
	RT				
	ST				
16.00	RN				
	SN				
	TN				
	RS				
	RT				
	ST				
19.00	RN				
	SN				
	TN				
	RS				
	RT				
	ST				

Tabel 3.2. Instrumen Pengukuran Tegangan Output Generator Set

Waktu		Standar	V (volt)	ΔV (%)	Keterangan
	RN	$\Delta V \leq 5 \%$			
	SN				
	TN				
	RS				
	RT				
	ST				
	RN				
	SN				
	TN				
	RS				
	RT				
	ST				
	RN				
	SN				
	TN				
	RS				
	RT				
	ST				

Tabel 3.3. Instrumen Waktu Cepat Tanggap ATS

No.	Kriteria	Waktu (Detik)	Keterangan
	Waktu		Waktu $t \geq 15 \text{ s} = \text{baik (B)}$ $t < 15 \text{ s} = \text{tidak baik (TB)}$
	$t \leq 15 \text{ sekon}$		

Tabel. 3.4. Instrumen Pengukuran Putaran Generator

Waktu	Standar	Putaran (rpm)	Keterangan
	$\text{rpm} \geq 1500$		

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Persiapan Penelitian

Sebelum penelitian, persiapan yang dilakukan yaitu menyerahkan proposal usulan penelitian yang ditunjukkan kepada ketua program studi sampai mendapatkan dua dosen pembimbing dan dosen penguji. Setelah itu membuat dan menyerahkan surat izin melakukan penelitian di Gerbang Tol Bekasi Barat.

3.4.2. Pelaksanaan Penelitian

Setelah diberi izin oleh Gerbang Tol Bekasi Barat, peneliti mulai melakukan penelitian dengan didampingi oleh pembimbing lapangan dari bagian Sistem Elektrikal (SE) dan dosen pembimbing dalam membantu tulisan ini.

3.4.3. Pengujian Penelitian

Pengujian penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan pada sumber listrik PLN dan memadamkan listrik yang bersumber dari PLN. Sehingga dapat dilihat waktu transisi PLN ke generator dan tegangan output generator.

3.5. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan terdiri dari :

3.5.1. Metode Observasi

Metode observasi adalah kegiatan pengamatan yang dilakukan kepada sampel penelitian untuk memperoleh data atau informasi yang diinginkan (Sugiyono, 2010: hal. 231). Metode observasi terstruktur adalah observasi yang telah dirancang secara sistematis tentang apa yang akan diamati, kapan dan dimana tempatnya (Sugiyono, 2010: hal. 146).

Metode observasi yang digunakan untuk mengetahui bagaimana kinerja yang dilakukan oleh *Power House* Gerbang Tol Pondok Gede Timur. Dalam pengambilan data ini peneliti melihat langsung objek apa saja yang akan diteliti.

Adapun objek yang akan diteliti antara lain :

- Pengukuran Tegangan listrik
- Pengukuran Tegangan Output Generator
- Waktu cepat tanggap dari PLN ke Generator
- Pengukuran putaran generator

3.5.2. Metode Dokumentasi

Metode dokumentasi merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh data berupa catatan, buku, surat kabar, majalah, Koran, dan sebagainya.

Metode dokumentasi yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data berupa photo yang diambil melalui kamera *Handphone* dan *Digital*.

3.5.3. Pengukuran Menggunakan Alat Ukur

3.5.3.1. Tang Ampere

Tang Ampere adalah alat yang digunakan untuk mengukur arus listrik. Alat ini sangat memudahkan dalam melakukan pengukuran karena tidak mengganggu rangkaian listriknya. Fungsi lain dari tang ampere adalah dapat digunakan untuk mengukur voltase dan nilai tahanan. Contoh tang ampere dapat dilihat pada gambar 3.1.

Nama lain dari tang ampere adalah Clamp Meter. Ada dua jenis tang ampere yaitu tang ampere digital dan tang meter analog. Bagian-bagian dari tang ampere

yaitu data hold, display, COM terminal, Volt/Ohm terminal, wrist strap, range switch, trigger, barrier, transformer jaw. Adapun tahap cara menggunakan tang ampere sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat
2. Memutar *rotary switch* ke bagian “A~” untuk mengukur arus
3. Mengklem (*clamp*) Tang ampere pada salah satu kabel fasa yang terdapat di bawah/ di atas ACB (Sebelum melewati MDP)
4. Mencatat arus yang tertera pada LCD Tang ampere ke tabel pengukuran



Gambar 3.1. Tang Ampere

3.5.3.2. Tachometer

Tachometer adalah suatu alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi motor setiap detik. Kegunaan *tachometer* atau juga dikenal dengan RPM digunakan untuk mengukur putaran mesin khususnya jumlah putaran yang dilakukan oleh sebuah poros dalam satu satuan waktu dan biasanya dipakai pada peralatan kendaraan bermotor. Tachometer terdiri dari 3 bagian, yaitu sensor, pengolah data dan penampil. Contoh tachometer dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Tachometer

3.6. Teknik Analisis Data

Setelah data diperoleh, data akan diolah dengan cara perhitungan. Lalu data dibandingkan dengan standar PUIL 2011 dan *nameplate* yang tertera. Setelah itu dilihat apakah data yang dihasilkan sudah sesuai atau belum. Adapun untuk pengolahan melalui perhitungan berupa perhitungan regulasi tegangan, perbaikan faktor daya, dan analisis biaya. Perhitungan tegangan dapat digunakan persamaan :

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} \times 100\% \quad (3.1.)$$

dengan besaran

ΔV = Selisih antara tegangan yang terkirim dan yang diterima (volt)

V = Tegangan terkirim (volt)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. HASIL PENELITIAN

Gerbang Tol Bekasi Barat merupakan salah satu gerbang tol yang menghubungkan antara Jakarta dan Cikampek. Letak geografis Gerbang Tol Bekasi Barat yaitu berada di sebelah Timur Grand Bekasi, sebelah Selatan Nusantara Bekasi, dan sebealah Utara Mall Metropolitan Bekasi.

Gerbang Tol Bekasi Barat memiliki enam gardu yang terdiri dari dua gardu manual dan empat gardu otomatis atau biasa disebut Gardu Tol Otomatis (GTO). Gardu Tol Bekasi Barat beroperasi selama 24 jam *nonstop*, untuk itu dalam setiap hari nya terjadi tiga kali pergantian *shift* yaitu pada jam 05.00 WIB, jam 13.30 WIB, dan jam 21.00 WIB.

Hampir seluruh peralatan penunjang kegiatan transaksi pada Gerbang Tol Bekasi Barat memerlukan asupan tenaga listrik. Pusat kendali tenaga listrik pada Gerbang Tol Bekasi Barat berada di *power house*, yang terletak di depan kantor gerbang. Sumber listrik yang digunakan terdiri dari dua sumber yaitu sumber listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan sumber listrik Genset. Sumber listrik utama yang digunakan yaitu dari PLN, sedangkan genset digunakan sebagai cadangan apabila terjadi pemadaman dari PLN. Daya yang terpasang dari PLN sebesar 33.000 VA dengan sistem tiga fasa.

Peralatan utama pada Gerbang Tol Bekasi Barat terdiri dari panel ATS & AMF, panel distribusi, dan generator set. Sedangkan peralatan kelengkapannya terdiri dari exhaust fan, lampu *emergency*, kotak K3, dan APAR.

Panel ATS & AMF berfungsi sebagai tempat pengendali saklar otomatis yang terdiri dari *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure* (AMF). ATS dan AMF merupakan satu kesatuan yang saling melengkapi. Alat tersebut berfungsi apabila terjadi pemadaman dari PLN.

Panel distribusi berfungsi sebagai penyuplai, pembagi, dan beban-beban yang ada pada Gerbang Tol Bekasi Barat. Adapun pembagian beban-beban pada panel ini terdiri dari beban kantor, beban rumah dinas, beban alat-alat tol, beban *Air Conditioner* (AC), dan beban hydrant. Pengaman yang digunakan adalah *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB) bermerk *Schneider*. Batas pengaman yang digunakan untuk beban kantor sebesar 75 A, untuk beban rumah dinas 50 A, untuk beban alat-alat tol sebesar 30 A, untuk beban hydrant 30 A, dan untuk beban AC sebesar 60 A.

Genset merupakan sumber energi listrik cadangan yang digunakan apabila sumber listrik utama dari PLN mengalami pemadaman. Pada Gerbang Tol Bekasi Barat Genset yang digunakan bermerk *Stamford* dengan daya 80 KVA dan putaran 1500 rpm. Bahan bakar yang digunakan adalah solar dengan total volume tangki 500 liter. *Name plat generator set* dapat dilihat pada tabel 4.1. dan lampiran

Tabel 4.1. Spesifikasi Generator Set

SERIAL NO.	312013				
TYPE	AC3445	KVA	80	Hz	50 PHASE 3
PF	0.8	RPM	1500	STATOR WDG	02
VOLTS	380/220	AMPS	122	STATOR CON	STAR
RATING	CONT	AMBIENT TEM	40 ⁰ C	ENCLOSURE	21
EXITATION VOLTS	35	AMPS	1	INSULATION	F

CLASS

Penelitian terbagi menjadi dua, yaitu penelitian pada sumber listrik PLN dan pengukuran pada sumber listrik genset.

4.1.1 Hasil Penelitian Sumber Listrik PLN

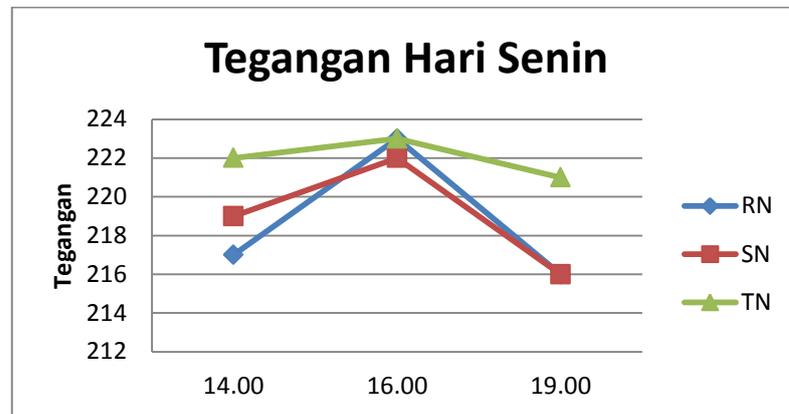
Penelitian pada sumber listrik PLN dilakukan selama tujuh hari yaitu pada hari senin sampai minggu, dari tanggal 30 Januari 2017 sampai dengan tanggal 5 Februari 2017. Penelitian dilakukan dalam tiga waktu setiap harinya yaitu pada pukul 14.00 WIB, 16.00 WIB, dan 19.00 WIB. Penelitian dilakukan pada jam tersebut dikarenakan terdapat perbedaan jumlah kendaraan yang keluar masuk pada gerbang tol. Pada pukul 14.00 WIB jumlah kendaraan masih sedikit dikarenakan pada jam tersebut masih pada waktu jam kerja. Pada pukul 16.00 WIB kendaraan sudah lumayan banyak dikarenakan pada waktu tersebut sudah mulai masuk waktu pulang kerja. Pada pukul 19.00 WIB kendaraan mulai padat dikarenakan pada jam tersebut jumlah kendaraan dari beberapa titik di Jakarta mulai bertemu di tol tersebut.

Penelitian yang dilakukan berupa pengukuran arus dan tegangan. Adapun hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.2., tabel 4.3., tabel 4.4., tabel 4.5., tabel 4.6., tabel 4.7., dan tabel 4.8.

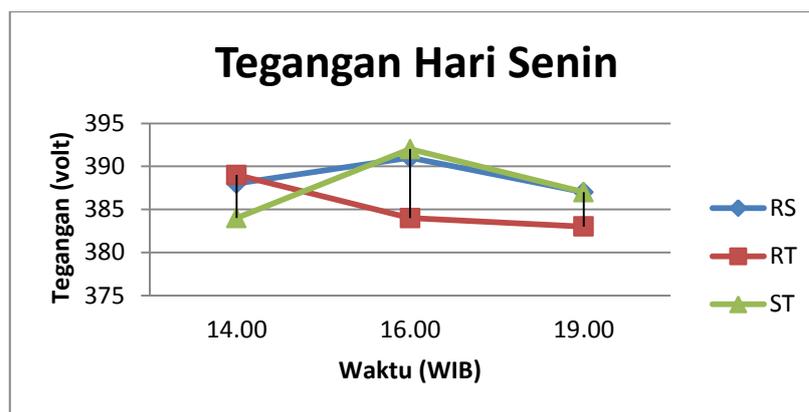
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Hari Senin 30 Januari 2017

Waktu (WIB)		14.00	16.00	19.00	
Faktor Daya		0.86	0.86	0.86	
Frekuensi (Hz)		50	50	50	
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	217	223	216
		SN	219	222	216
		TN	222	223	221
	Line To Line	RS	388	391	387
		RT	389	384	383

		ST	384	392	387
Arus (ampere)	R		21,8	22	27
	S		24,6	28,3	37
	T		20,2	20,4	30,9



Gambar 4.1. Grafik Tegangan Satu Fasa Hari Senin



Grafik 4.2. Grafik Tegangan Tiga Fasa Hari Senin

Pada tabel 4.2., gambar 4.1., dan gambar 4.2. tersaji hasil data pengukuran tegangan dan arus. Hasil data yang didapatkan memiliki nilai yang beragam. Nilai tegangan tidak stabil yaitu naik turun, begitu pula dengan arus..

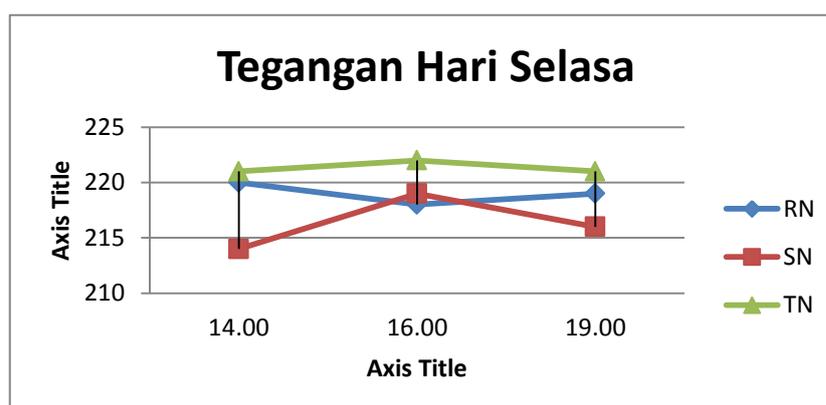
Pada jam 14.00 WIB tegangan di RN sebesar 217 volt, SN sebesar 219 volt, TN sebesar 222 volt, RS sebesar 388 volt, RT sebesar 389 volt, ST sebesar 384 volt. Pada jam 16.00 WIB tegangan di RN sebesar 223 Volt, SN sebesar 222 volt, TN sebesar 223 volt, RS sebesar 391 vot, RT sebesar 384 volt, ST sebesar 392

volt. Pada jam 19.00 tegangan di RN sebesar 216 volt, SN 216 volt, TN sebesar 221 volt, RS sebesar 387 volt, RT sebesar 383 volt, ST sebesar 387 volt.

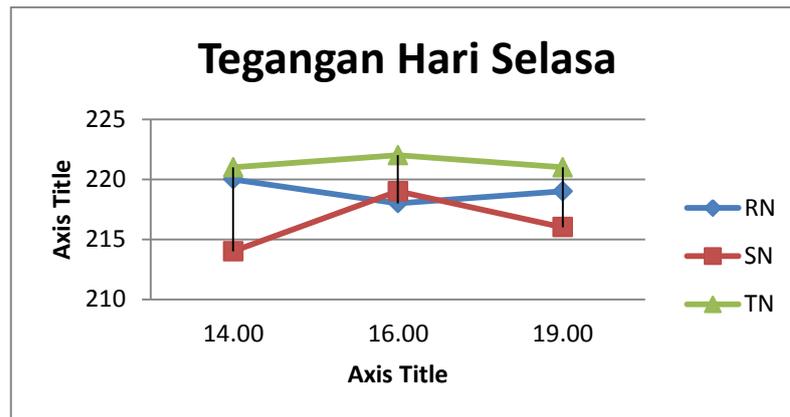
Sedangkan nilai arus pada jam 14.00 WIB di fasa R sebesar 21,8 A, fasa S sebesar 26 A, fasa T sebesar 20,2. Pada jam 16.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 22 A, fasa S sebesar 28,3 A, fasa T sebesar 20,4 A. Pada jam 19.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 27 A, fasa S sebesar 37 A, fasa T sebesar 30,9 A.

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Hari Selasa 31 Januari 2017

Waktu (WIB)			14.00	16.00	19.00
Faktor Daya			0.86	0.86	0.86
Frekuensi (Hz)			50	50	50
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	220	218	219
		SN	214	219	216
		TN	221	222	221
	Line To Line	RS	387	391	383
		RT	388	389	381
		ST	382	393	387
Arus (ampere)		R	21,4	21,9	22,2
		S	19,7	24,5	30,7
		T	20,7	20,6	28,4



Gambar 4.3. Tegangan Satu Fasa Hari Selasa



Gambar 4.4. Tegangan Tiga Fasa Hari Selasa

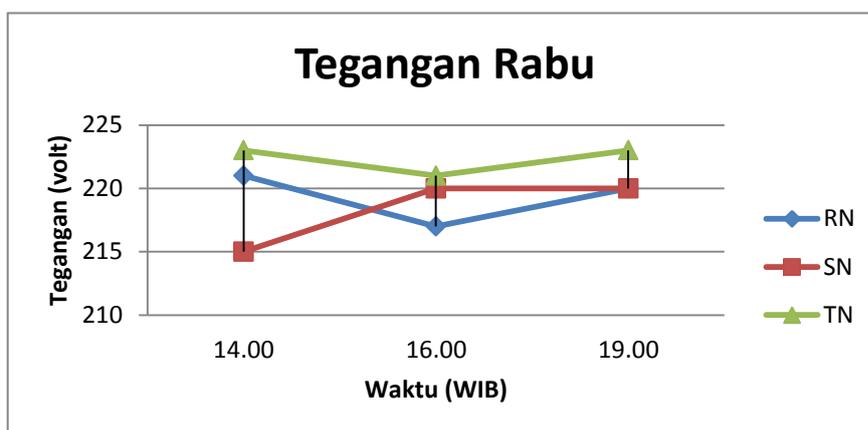
Pada tabel 4.3., gambar 4.3., dan gambar 4.4. tersaji hasil data pengukuran tegangan dan arus. Hasil data yang didapatkan memiliki nilai yang beragam. Nilai tegangan tidak stabil yaitu naik turun, begitu pula dengan arus..

Pada jam 14.00 WIB tegangan di RN sebesar 220 volt, SN sebesar 214 volt, TN sebesar 221 volt, RS sebesar 387 volt, RT sebesar 388 volt, ST sebesar 382 volt. Pada jam 16.00 WIB tegangan di RN sebesar 218 Volt, SN sebesar 219 volt, TN sebesar 222 volt, RS sebesar 391 vot, RT sebesar 389 volt, ST sebesar 393 volt. Pada jam 19.00 tegangan di RN sebesar 218 volt, SN 219 volt, TN sebesar 222 volt, RS sebesar 391 volt, RT sebesar 389 volt, ST sebesar 393 volt.

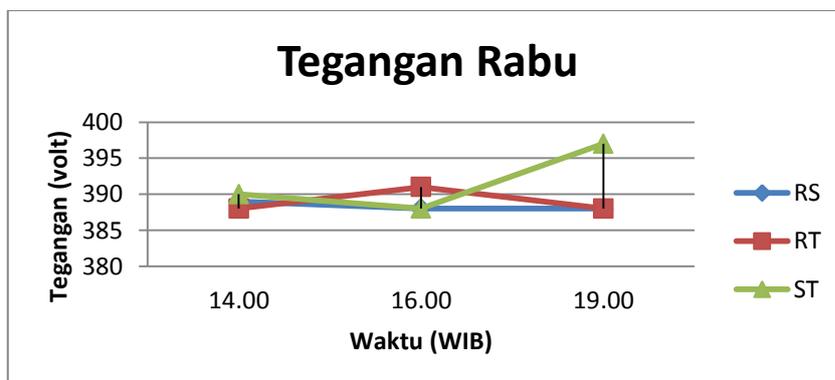
Sedangkan nilai arus pada jam 14.00 WIB di fasa R sebesar 21,4 A, fasa S sebesar 19,7 A, fasa T sebesar 20,7 A. Pada jam 16.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 21,9 A, fasa S sebesar 24,5 A, fasa T sebesar 20,6 A. Pada jam 19.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 22,2 A, fasa S sebesar 30,7 A, fasa T sebesar 28,4 A.

Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Hari Rabu 1 Februari 2017

Waktu (WIB)		14.00	16.00	19.00	
Faktor Daya		0.86	0.86	0.86	
Frekuensi (Hz)		50	50	50	
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	221	217	220
		SN	215	220	220
		TN	223	221	223
	Line To Line	RS	389	388	388
		RT	388	391	388
		ST	390	388	397
Arus (ampere)	R	20,2	21,2	26,9	
	S	23,7	19,6	18,4	
	T	17,1	18,3	24,1	



Gambar 4.5. Tegangan Satu Fasa Hari Rabu



Gambar 4.6. Tegangan Tiga Fasa Hari Rabu

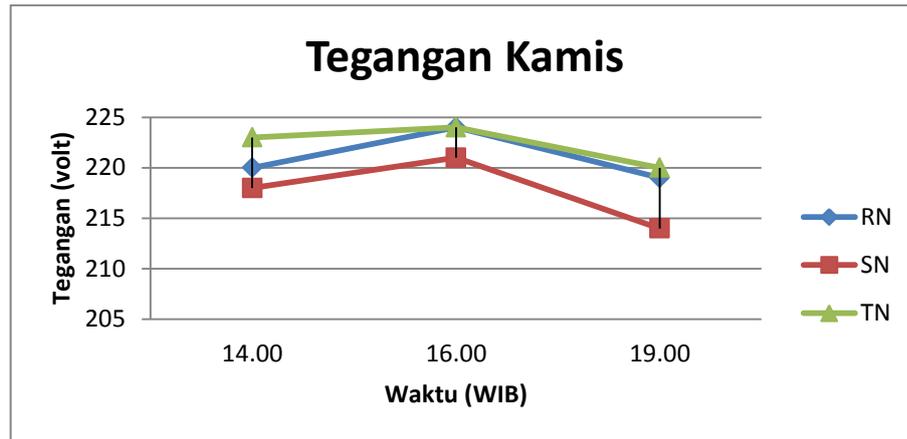
Pada tabel 4.4., gambar 4.5., dan gambar 4.6. tersaji hasil data pengukuran tegangan dan arus. Hasil data yang didapatkan memiliki nilai yang beragam. Nilai tegangan tidak stabil yaitu naik turun, begitu pula dengan arus..

Pada jam 14.00 WIB tegangan di RN sebesar 221 volt, SN sebesar 215 volt, TN sebesar 223 volt, RS sebesar 389 volt, RT sebesar 388 volt, ST sebesar 390 volt. Pada jam 16.00 WIB tegangan di RN sebesar 217 Volt, SN sebesar 220 volt, TN sebesar 221 volt, RS sebesar 388 vot, RT sebesar 391 volt, ST sebesar 388 volt. Pada jam 19.00 tegangan di RN sebesar 220 volt, SN 220 volt, TN sebesar 223 volt, RS sebesar 388 volt, RT sebesar 388 volt, ST sebesar 397 volt.

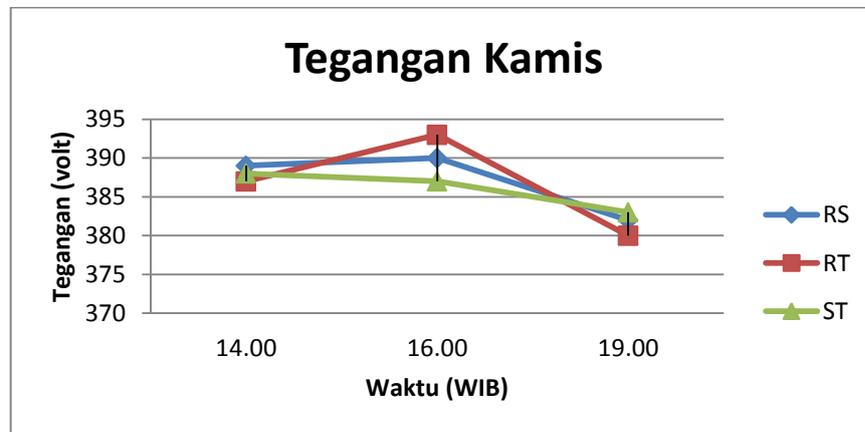
Sedangkan nilai arus pada jam 14.00 WIB di fasa R sebesar 20,2 A, fasa S sebesar 23,7 A, fasa T sebesar 17,1 A. Pada jam 16.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 21,2 A, fasa S sebesar 19,6 A, fasa T sebesar 18,3 A. Pada jam 19.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 26,9 A, fasa S sebesar 18,4 A, fasa T sebesar 24,1 A.

Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Hari Kamis 2 Februari 2017

Waktu (WIB)		14.00	16.00	19.00	
Faktor Daya		0.86	0.86	0.86	
Frekuensi (Hz)		50	50	50	
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	220	224	219
		SN	218	221	214
		TN	223	224	220
	Line To Line	RS	389	390	382
		RT	387	393	380
		ST	388	387	383
Arus (ampere)		R	15,1	17,2	20,7
		S	24,1	27,7	32,3
		T	14,4	20,3	24,2



Gambar 4.7. Tegangan Satu Fasa Hari Rabu



Gambar 4.8. Tegangan Tiga Fasa Hari Kamis

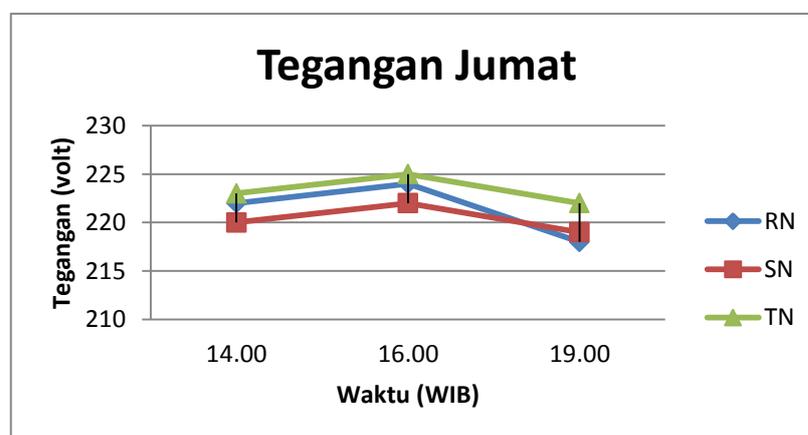
Pada tabel 4.5., gambar 4.7., dan gambar 4.8. tersaji hasil data pengukuran tegangan dan arus. Hasil data yang didapatkan memiliki nilai yang beragam. Nilai tegangan tidak stabil yaitu naik turun, begitu pula dengan arus..

Pada jam 14.00 WIB tegangan di RN sebesar 220 volt, SN sebesar 218 volt, TN sebesar 223 volt, RS sebesar 389 volt, RT sebesar 387 volt, ST sebesar 388 volt. Pada jam 16.00 WIB tegangan di RN sebesar 224 Volt, SN sebesar 221 volt, TN sebesar 224 volt, RS sebesar 390 volt, RT sebesar 393 volt, ST sebesar 387 volt. Pada jam 19.00 tegangan di RN sebesar 219 volt, SN sebesar 214 volt, TN sebesar 220 volt, RS sebesar 382 volt, RT sebesar 380 volt, ST sebesar 383 volt.

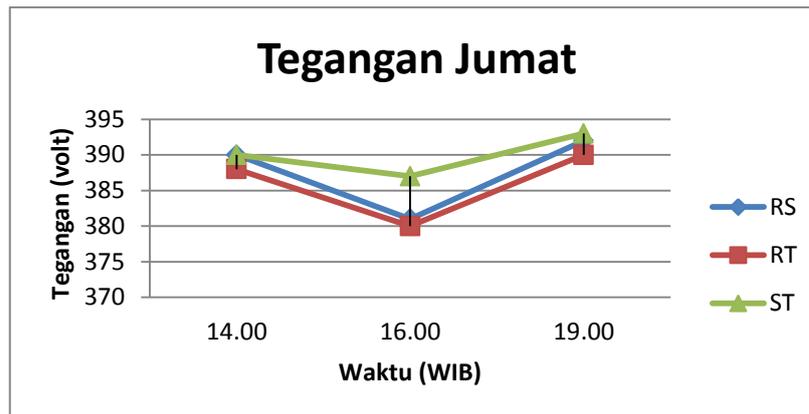
Sedangkan nilai arus pada jam 14.00 WIB di fasa R sebesar 15,1 A, fasa S sebesar 24,1 A, fasa T sebesar 14,4 A. Pada jam 16.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 17,2 A, fasa S sebesar 27,7 A, fasa T sebesar 20,3 A. Pada jam 19.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 20,7 A, fasa S sebesar 32,3 A, fasa T sebesar 24,2 A.

Tabel 4.6. Hasil Pengukuran Hari Jumat 3 Februari 2017

Waktu (WIB)			14.00	16.00	19.00
Faktor Daya			0.86	0.86	0.86
Frekuensi (Hz)			50	50	50
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	222	224	218
		SN	220	222	219
		TN	223	225	222
	Line To Line	RS	390	381	392
		RT	388	380	390
		ST	390	387	393
Arus (ampere)		R	17,3	13,5	20,8
		S	19,8	32,1	25,6
		T	20,3	27,8	24,3



Gambar 4.9. Tegangan Satu Fasa Hari Jumat



Gambar 4.10. Tegangan Satu Fasa Hari Jumat

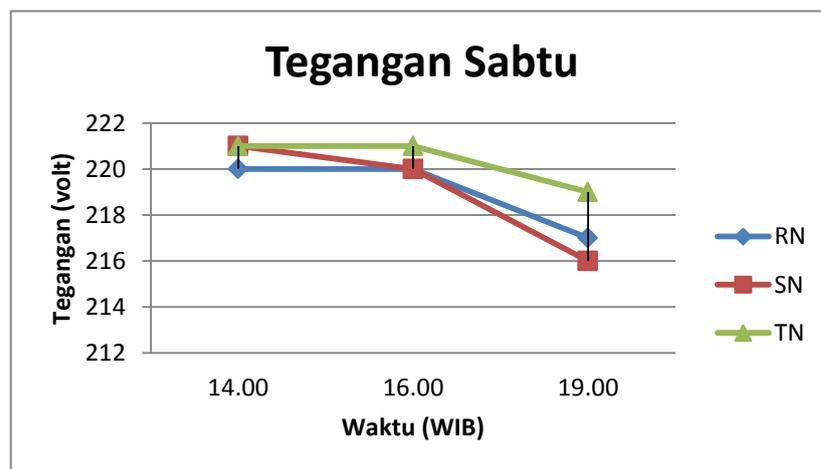
Pada tabel 4.6., gambar 4.9., dan gambar 4.10. tersaji hasil data pengukuran tegangan dan arus. Hasil data yang didapatkan memiliki nilai yang beragam. Nilai tegangan tidak stabil yaitu naik turun, begitu pula dengan arus..

Pada jam 14.00 WIB tegangan di RN sebesar 222 volt, SN sebesar 220 volt, TN sebesar 223 volt, RS sebesar 390 volt, RT sebesar 388 volt, ST sebesar 390 volt. Pada jam 16.00 WIB tegangan di RN sebesar 224 volt, SN sebesar 222 volt, TN sebesar 225 volt, RS sebesar 381 vot, RT sebesar 380 volt, ST sebesar 387 volt. Pada jam 19.00 tegangan di RN sebesar 218 volt, SN sebesar 219 volt, TN sebesar 222 volt, RS sebesar 392 volt, RT sebesar 390 volt, ST sebesar 393 volt.

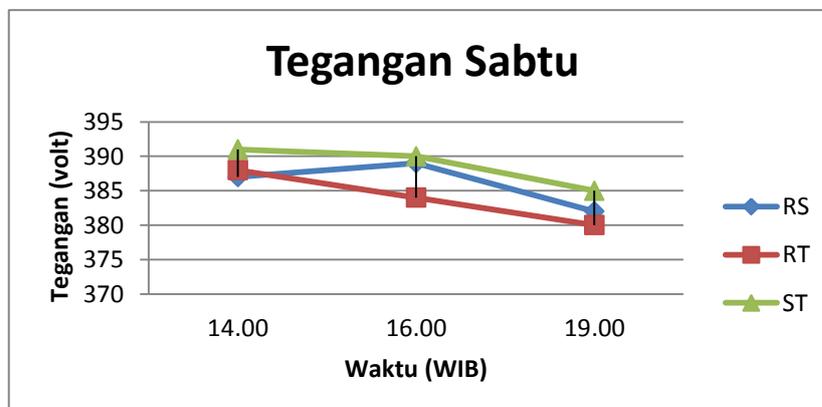
Sedangkan nilai arus pada jam 14.00 WIB di fasa R sebesar 17,3 A, fasa S sebesar 19,8 A, fasa T sebesar 20,3 A. Pada jam 16.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 13,5 A, fasa S sebesar 32,1 A, fasa T sebesar 27,8 A. Pada jam 19.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 20,8 A, fasa S sebesar 25,6 A, fasa T sebesar 24,3 A.

Tabel 4.7. Hasil Pengukuran Hari Sabtu 4 Februari 2017

Waktu (WIB)			14.00	16.00	19.00
Faktor Daya			0.86	0.86	0.86
Frekuensi (Hz)			51	51	51
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	220	220	217
		SN	221	220	216
		TN	221	221	219
	Line To Line	RS	387	389	382
		RT	388	384	380
		ST	391	390	385
Arus (ampere)		R	20,5	20,8	29,7
		S	19,8	20,1	23,9
		T	21,4	26,7	30,3



Gambar 4.11. Tegangan Satu Fasa Hari Sabtu



Gambar 4.12. Tegangan Tiga Fasa Hari Sabtu

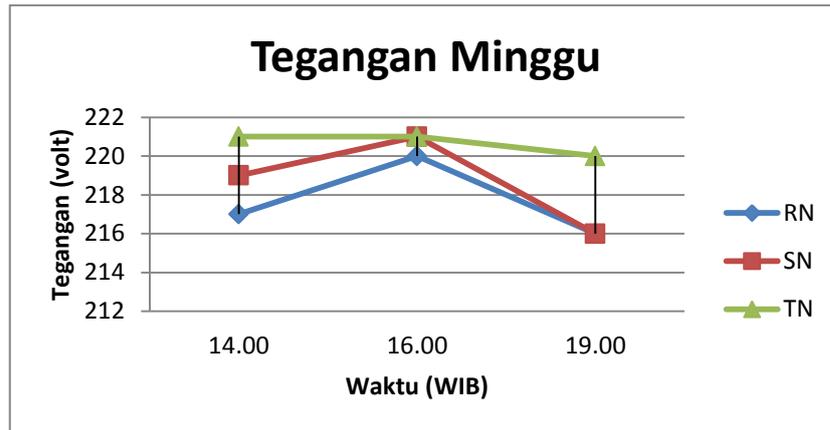
Pada tabel 4.7., gambar 4.11., gambar 4.12. tersaji hasil data pengukuran tegangan dan arus. Hasil data yang didapatkan memiliki nilai yang beragam. Nilai tegangan tidak stabil yaitu naik turun, begitu pula dengan arus..

Pada jam 14.00 WIB tegangan di RN sebesar 220 volt, SN sebesar 221 volt, TN sebesar 221 volt, RS sebesar 387 volt, RT sebesar 388 volt, ST sebesar 391 volt. Pada jam 16.00 WIB tegangan di RN sebesar 220 volt, SN sebesar 220 volt, TN sebesar 221 volt, RS sebesar 389 volt, RT sebesar 384 volt, ST sebesar 390 volt. Pada jam 19.00 tegangan di RN sebesar 217 volt, SN sebesar 216 volt, TN sebesar 219 volt, RS sebesar 382 volt, RT sebesar 380 volt, ST sebesar 385 volt.

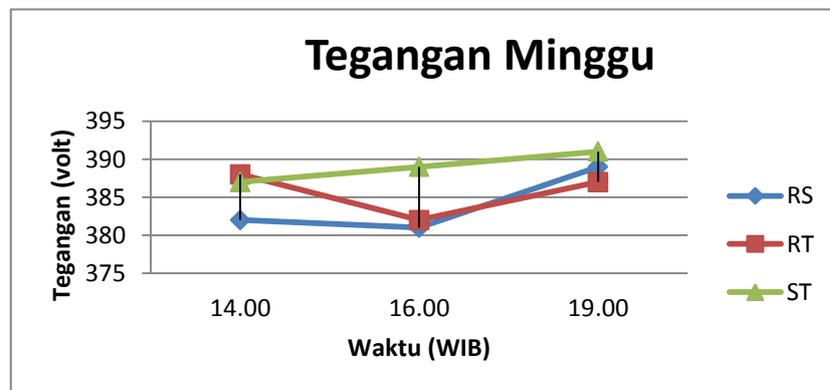
Sedangkan nilai arus pada jam 14.00 WIB di fasa R sebesar 20,5 A, fasa S sebesar 19,8 A, fasa T sebesar 21,4 A. Pada jam 16.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 20,8 A, fasa S sebesar 20,1 A, fasa T sebesar 26,7 A. Pada jam 19.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 29,7 A, fasa S sebesar 23,9 A, fasa T sebesar 30,3 A.

Tabel 4.8. Hasil Pengukuran Hari Minggu 5 Februari 2017

Waktu (WIB)			14.00	16.00	19.00
Faktor Daya			0.86	0.86	0.86
Frekuensi (Hz)			50	50	50
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	217	220	216
		SN	219	221	216
		TN	221	221	220
	Line To Line	RS	382	381	389
		RT	388	382	387
		ST	387	389	391
Arus (ampere)		R	21,2	22,7	26,1
		S	17,5	19,9	22,6
		T	18,2	25.4	26,9



Gambar 4.13. Tegangan Satu Fasa Hari Minggu



Gambar 4.14. Tegangan Satu Fasa Hari Rabu

Pada tabel 4.8., gambar 4.13., gambar 4.14. tersaji hasil data pengukuran tegangan dan arus. Hasil data yang didapatkan memiliki nilai yang beragam. Nilai tegangan tidak stabil yaitu naik turun, begitu pula dengan arus.

Pada jam 14.00 WIB tegangan di RN sebesar 217 volt, SN sebesar 219 volt, TN sebesar 221 volt, RS sebesar 382 volt, RT sebesar 388 volt, ST sebesar 387 volt.

Pada jam 16.00 WIB tegangan di RN sebesar 220 volt, SN sebesar 221 volt, TN sebesar 221 volt, RS sebesar 381 volt, RT sebesar 382 volt, ST sebesar 389 volt.

Pada jam 19.00 tegangan di RN sebesar 216 volt, SN sebesar 216 volt, TN sebesar 220 volt, RS sebesar 389 volt, RT sebesar 387 volt, ST sebesar 391 volt.

Sedangkan nilai arus pada jam 14.00 WIB di fasa R sebesar 21,2 A, fasa S sebesar 17,5 A, fasa T sebesar 18,2. Pada jam 16.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 22,7, fasa S sebesar 19,9 A, fasa T sebesar 25,4 A. Pada jam 19.00 WIB nilai arus di fasa R sebesar 26,1 A, fasa S sebesar 22,6 A, fasa T sebesar 26,9 A.

4.1.2. Hasil Penelitian Sumber Listrik Generator Set

Penelitian pada generator set dilakukan selama tiga hari yaitu pada hari Selasa tanggal 31 Januari 2017, hari Kamis tanggal 2 Februari 2017, dan hari Sabtu tanggal 4 Februari 2017. Penelitian yang dilakukan pada genset ini berupa perhitungan waktu cepat tanggap ATS dan pengukuran arus, tegangan, serta putaran genset. Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil Pengukuran Generator Set

Waktu			Selasa, 31 Januari 2017	Kamis, 2 Februari 2017	Sabtu, 4 Februari 2017
Faktor Daya			0.86	0.86	0.86
Waktu Cepat Tanggap (sekon)			11	14	12
Frekuensi			50	50	50
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	219	216	217
		SN	219	220	222
		TN	221	217	221
	Line To Line	RS	378	383	382
		RT	380	381	387
		ST	382	384	382
Arus (ampere)		R	8,1	19,8	12,2
		S	24,2	21,2	23,3
		T	22,5	25,7	24,5
Putaran (rpm)			1528	1531	1532

Pada tabel 4.3. tersaji hasil data pengukuran tegangan, arus, putaran generator, serta waktu cepat tanggap. Hasil data yang didapatkan memiliki nilai

yang beragam. Nilai tegangan tidak stabil yaitu naik turun, begitu pula dengan arus..

Pada Hari Selasa, 31 Januari 2017 tegangan di RN sebesar 219 volt, SN sebesar 219 volt, TN sebesar 221 volt, RS sebesar 378 volt, RT sebesar 380 volt, ST sebesar 382 volt. Pada Hari Kamis, 2 Februari 2017 tegangan di RN sebesar 216 volt, SN sebesar 220 volt, TN sebesar 217 volt, RS sebesar 217 volt, RT sebesar 383 volt, ST sebesar 381 volt. Pada hari Sabtu, 4 Februari 2017 tegangan di RN sebesar 217 volt, SN sebesar 222 volt, TN sebesar 221 volt, RS sebesar 382 volt, RT sebesar 387 volt, ST sebesar 382 volt.

Sedangkan nilai arus pada Hari Selasa, 31 Januari 2017 di fasa R sebesar 8,1 A, fasa S sebesar 24,2 A, fasa T sebesar 22,5 A. Pada Hari Kamis, 2 Februari 2017 nilai arus di fasa R sebesar 19,8 A, fasa S sebesar 25,7 A, fasa T sebesar 25,7 A. Pada hari Sabtu, 4 Februari 2017 nilai arus di fasa R sebesar 12,2 A, fasa S sebesar 23,3 A, fasa T sebesar 24,5 A.

4.2. PEMBAHASAN

4.2.1. Analisis Tegangan Sumber Listrik PLN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, telah didapatkan berbagai hasil data pengukuran. Pada sumber listrik PLN didapatkan hasil pengukuran tegangan sistem line to netral dan line to line. Kemudian hasil pengukuran dibandingkan dengan standar PUIL 2011 yaitu drop tegangan tidak boleh lebih dari 4 % dari tegangan nominal. Dimana besaran drop tegangan dilambangkan dengan ΔV atau tegangan nominal dikurang tegangan terukur.

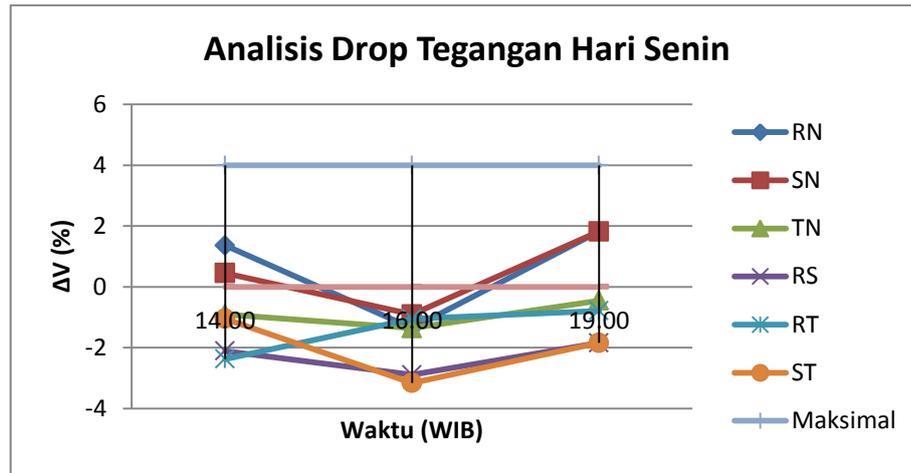
Analisis yang digunakan untuk mengetahui besarnya persentase ΔV dengan menggunakan persamaan :

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$$

Proses perhitungan dapat dilihat pada lampiran 1. Sedangkan hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4.10., tabel 4.11., tabel 4.12., tabel 4.13., tabel 4.14., tabel 4.15., dan tabel 4.16.

Tabel 4.10. Analisis Tegangan Hari Senin 30 Januari 2017

Waktu (WIB)		Standar	V (volt)	ΔV (%)	Keterangan
14.00	RN	$\Delta V \leq 4 \%$	217	1.36	Baik
	SN		219	0.45	Baik
16.00	TN	$\Delta V \leq 4 \%$	222	-0.91	Baik
	RS		388	-2.11	Baik
	RT		389	-2.37	Baik
	ST		384	-1.05	Baik
	RN		223	-1.36	Baik
	SN		222	-0.91	Baik
	TN		223	-1.36	Baik
	RS		391	-2.89	Baik
	RT		384	-1.05	Baik
19.00	ST	$\Delta V \leq 4 \%$	392	-3.16	Baik
	RN		216	1.82	Baik
	SN		216	1.82	Baik
	TN		221	-0.45	Baik
	RS		387	-1.84	Baik
	RT		383	-0.79	Baik
	ST		387	-1.84	Baik



Tabel 4.15. Analisis Drop Tegangan Hari Senin

Berdasarkan tabel 4.10. dan gambar 4.15. terjadi drop tegangan dalam beberapa waktu. Pada jam 14.00 WIB drop tegangan terjadi di RN dan SN yaitu sebesar 217 volt dan 219 volt atau persentase dropnya sebesar 1,36 % dan 0,45 %. Pada jam 16.00 WIB tidak terjadi drop tegangan. Pada jam 19.00 WIB drop tegangan terjadi di RN dan SN yaitu masing-masing sebesar 216 volt atau persentase dropnya sebesar 1,82 %.

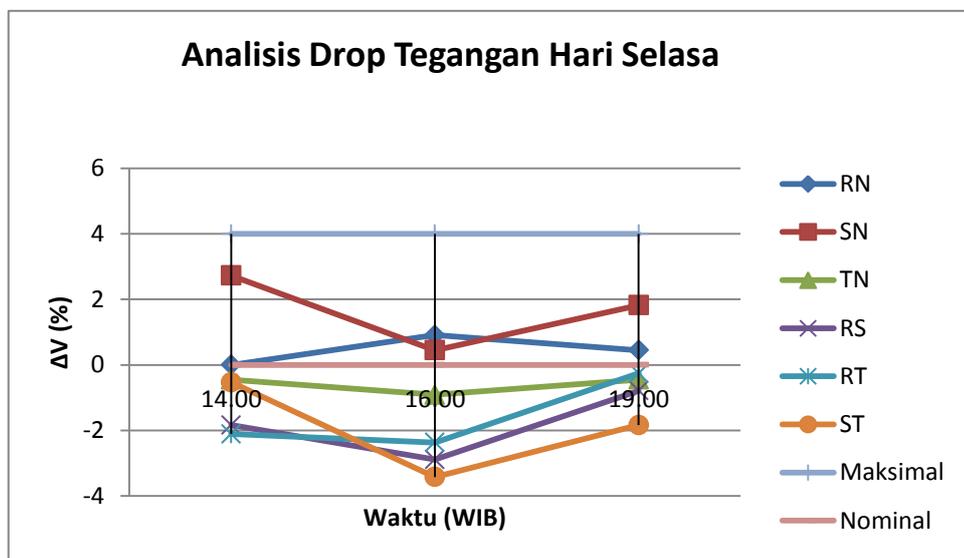
Menurut PUIL 2011 bahwa drop tegangan tidak boleh lebih 4% dari voltase nominal. Berdasarkan tabel 4.10. tidak ada voltase yang mengalami drop tegangan lebih dari 4%. Dengan kata lain tegangan pada hari Senin 30 Januari 2017 dapat dikatakan baik

Tabel 4.11. Analisis Tegangan Hari Selasa

Waktu (WIB)		Standar	V	ΔV	Keterangan
14.00	RN	$\Delta V \leq 4 \%$	220	0.00	Baik
	SN		214	2.73	Baik
	TN		221	-0.45	Baik
	RS		387	-1.84	Baik

Tabel 4.11. Analisis Tegangan Hari Selasa (lanjutan)

Waktu (WIB)		Standar	V	ΔV	Keterangan
	RT	$\Delta V \leq 4 \%$	388	-2.11	Baik
	ST		382	-0.53	Baik
16.00	RN		218	0.91	Baik
	SN		219	0.45	Baik
	TN		222	-0.91	Baik
	RS		391	-2.89	Baik
	RT		389	-2.37	Baik
	ST		393	-3.42	Baik
19.00	RN		219	0.45	Baik
	SN		216	1.82	Baik
	TN		221	-0.45	Baik
	RS		383	-0.79	Baik
	RT		381	-0.26	Baik
	ST		387	-1.84	Baik



Gambar 4.16. Analisis Drop Tegangan Hari Selasa

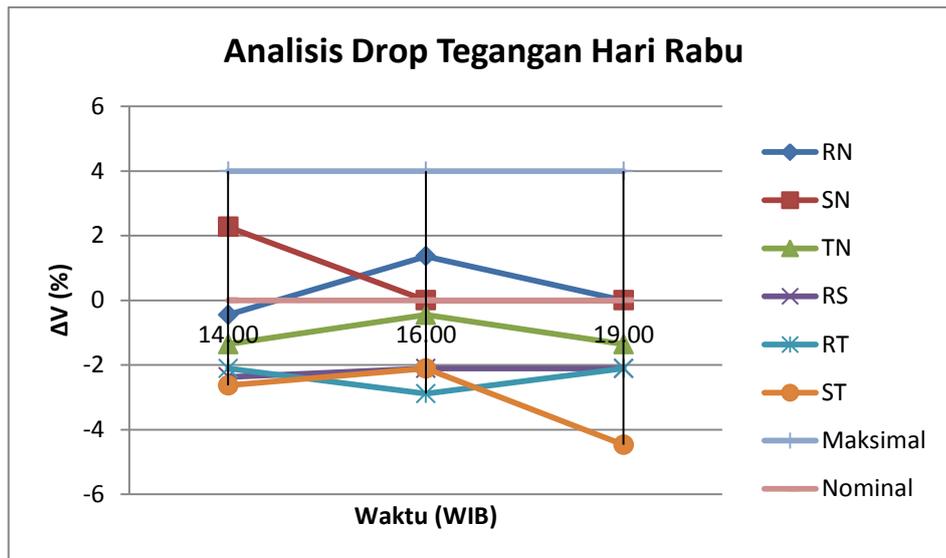
Berdasarkan tabel 4.11. dan gambar 4.16. terjadi drop tegangan dalam beberapa waktu. Pada jam 14.00 WIB drop tegangan terjadi di SN yaitu sebesar 214 volt atau persentase dropnya sebesar 2,73 %. Pada jam 16.00 WIB drop tegangan terjadi di RN dan SN yaitu sebesar 218 volt dan 219 volt atau persentase voltasenya sebesar 0,91% dan 0,45%. Pada jam 19.00 WIB drop tegangan terjadi

di RN dan SN yaitu masing-masing sebesar 219 volt dan 216 volt atau persentase dropnya sebesar 0,45% dan 1,82 %.

Menurut PUIL 2011 bahwa drop tegangan tidak boleh lebih 4% dari voltase nominal. Berdasarkan tabel 4.11. tidak ada voltase yang mengalami drop tegangan lebih dari 4%. Dengan kata lain tegangan pada hari Selasa, 31 Januari 2017 dapat dikatakan baik.

Tabel 4.12. Analisis Tegangan Hari Rabu

Waktu (WIB)		Standar	V	ΔV	Keterangan
14.00	RN	$\Delta V \leq 4 \%$	221	-0.45	Baik
	SN		215	2.27	Baik
	TN		223	-1.36	Baik
	RS		389	-2.37	Baik
	RT		388	-2.11	Baik
	ST		390	-2.63	Baik
16.00	RN		217	1.36	Baik
	SN		220	0.00	Baik
	TN		221	-0.45	Baik
	RS		388	-2.11	Baik
	RT		391	-2.89	Baik
	ST		388	-2.11	Baik
19.00	RN		220	0.00	Baik
	SN		220	0.00	Baik
	TN		223	-1.36	Baik
	RS		388	-2.11	Baik
	RT		388	-2.11	Baik
	ST		397	-4.47	Baik



Gambar 4.17. Grafik Analisis Drop Tegangan Hari Rabu

Berdasarkan tabel 4.12. dan gambar 4.17. terjadi drop tegangan dalam beberapa waktu. Pada jam 14.00 WIB drop tegangan terjadi di SN yaitu sebesar 215 volt atau persentase dropnya sebesar 2,27%. Pada jam 16.00 WIB drop tegangan terjadi di RN yaitu sebesar 217 volt atau presentase dropnya sebesar 1,36%. Pada jam 19.00 WIB tidak terjadi drop tegangan.

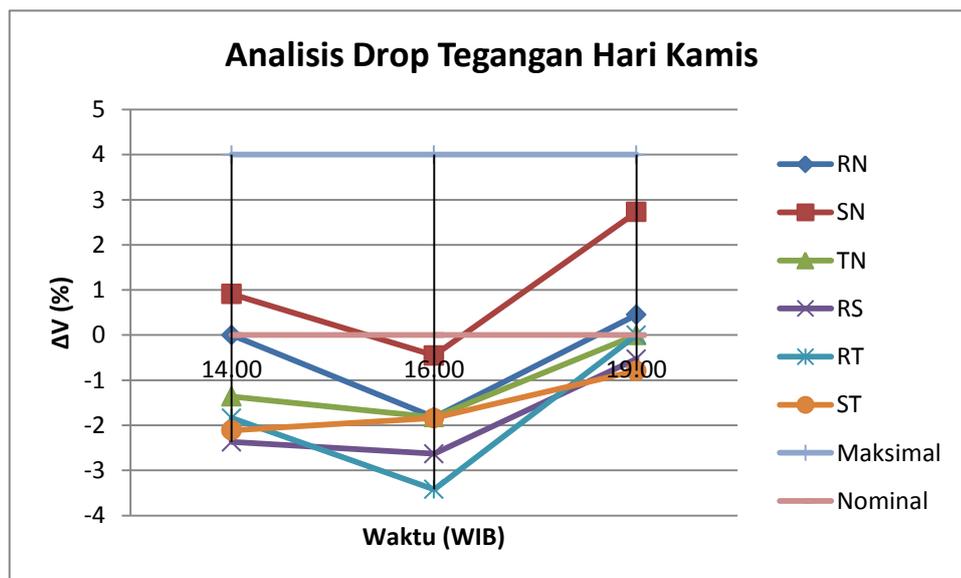
Menurut PUIL 2011 bahwa drop tegangan tidak boleh lebih 4% dari voltase nominal. Berdasarkan tabel 4.12. tidak ada voltase yang mengalami drop tegangan lebih dari 4%. Dengan kata lain tegangan pada hari Rabu 1 Februari 2017 dapat dikatakan baik.

Tabel 4.13. Analisis Tegangan Hari Kamis

Waktu (WIB)		Standar	V	ΔV	Keterangan
14.00	RN	$\Delta V \leq 4 \%$	220	0.00	Baik
	SN		218	0.91	Baik
	TN		223	-1.36	Baik
	RS		389	-2.37	Baik
	RT		387	-1.84	Baik
	ST		388	-2.11	Baik

Tabel 4.13. Analisis Tegangan Hari Kamis (lanjutan)

Waktu (WIB)		Standar	V	ΔV	Keterangan
16.00	RN		224	-1.82	Baik
	SN		221	-0.45	Baik
	TN		224	-1.82	Baik
	RS		390	-2.63	Baik
	RT		393	-3.42	Baik
	ST		387	-1.84	Baik
19.00	RN		219	0.45	Baik
	SN		214	2.73	Baik
	TN		220	0.00	Baik
	RS		382	-0.53	Baik
	RT		380	0.00	Baik
	ST		383	-0.79	Baik



Gambar 4.18. Grafik Analisis Drop Tegangan Hari Kamis

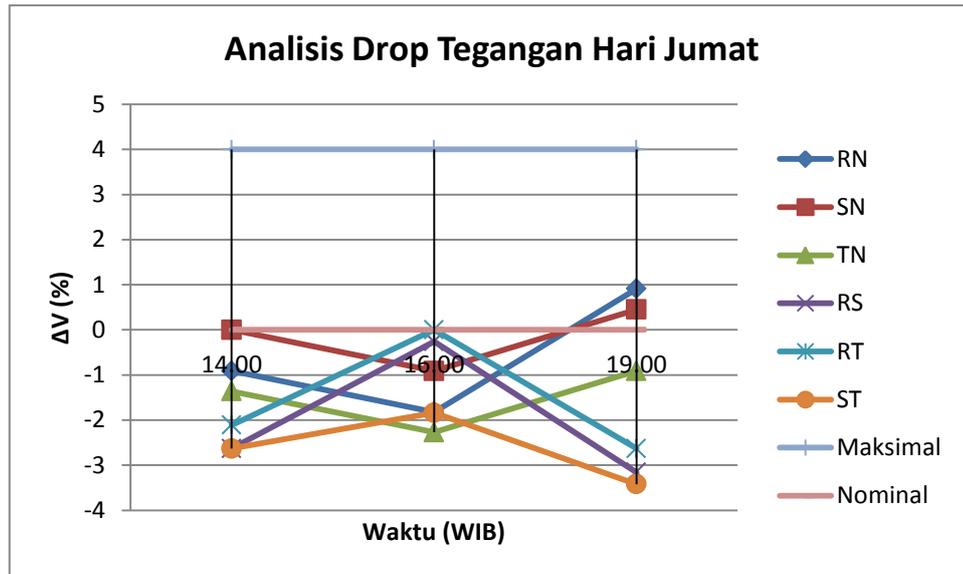
Berdasarkan tabel 4.13. dan gambar 4.18. terjadi drop tegangan dalam beberapa waktu. Pada jam 14.00 WIB drop tegangan terjadi di SN yaitu sebesar 218 volt atau persentase dropnya sebesar 0,91%. Pada jam 16.00 WIB tidak terjadi drop tegangan. Pada jam 19.00 WIB drop tegangan terjadi di RN dan SN

yaitu masing-masing sebesar 219 volt dan 214 volt atau persentase dropnya sebesar 0,45% dan 2,73%.

Menurut PUIL 2011 bahwa drop tegangan tidak boleh lebih 4% dari voltase nominal. Berdasarkan tabel 4.13. tidak ada voltase yang mengalami drop tegangan lebih dari 4%. Dengan kata lain tegangan pada hari Kamis 2 Februari 2017 dapat dikatakan baik.

Tabel 4.14 Analisis Tegangan Hari Jumat

Waktu (WIB)		Standar	V	ΔV	Keterangan
14.00	RN	$\Delta V \leq 4\%$	222	-0.91	Baik
	SN		220	0.00	Baik
	TN		223	-1.36	Baik
	RS		390	-2.63	Baik
	RT		380	0.00	Baik
	ST		390	-2.63	Baik
16.00	RN		224	-1.82	Baik
	SN		222	-0.91	Baik
	TN		225	-2.27	Baik
	RS		381	-0.26	Baik
	RT		380	0.00	Baik
	ST		387	-1.84	Baik
19.00	RN		218	0.91	Baik
	SN		219	0.45	Baik
	TN		222	-0.91	Baik
	RS		392	-3.16	Baik
	RT		390	-2.63	Baik
	ST		393	-3.42	Baik



Gambar 4.19. Grafik Analisis Drop Tegangan Hari Jumat

Berdasarkan tabel 4.14. dan gambar 4.19. terjadi drop tegangan pada jam 19.00 WIB di RN dan SN yaitu masing-masing sebesar 218 volt dan 219 volt atau persentase dropnya sebesar 0,91% dan 0,45%.

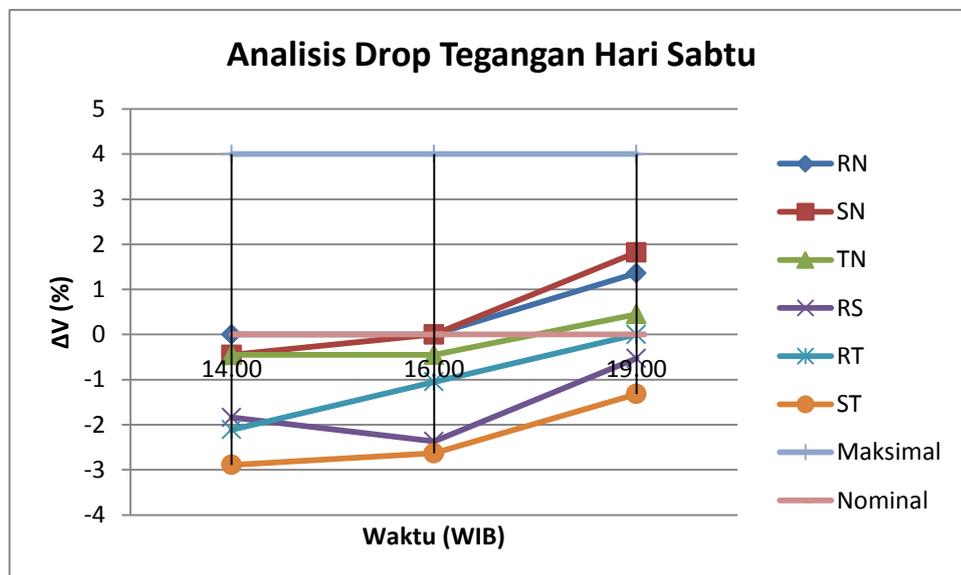
Menurut PUIL 2011 bahwa drop tegangan tidak boleh lebih 4% dari voltase nominal. Berdasarkan tabel 4.14. tidak ada voltase yang mengalami drop tegangan lebih dari 4%. Dengan kata lain tegangan pada hari Jumat 3 Februari 2017 dapat dikatakan baik.

Tabel 4.15 Analisis Tegangan Hari Sabtu 4 Februari 2017

Waktu (WIB)		Standar	V	ΔV	Keterangan
14.00	RN	$\Delta V \leq 4\%$	220	0.00	Baik
	SN		221	-0.45	Baik
	TN		221	-0.45	Baik
	RS		387	-1.84	Baik
	RT		388	-2.11	Baik
	ST		391	-2.89	Baik
16.00	RN		220	0.00	Baik
	SN		220	0.00	Baik
	TN		221	-0.45	Baik

Tabel 4.15 Analisis Tegangan Hari Sabtu 4 Februari 2017 (lanjutan)

Waktu (WIB)		Standar	V	ΔV	Keterangan
16.00	RS	$\Delta V \leq 4\%$	389	-2.37	Baik
	RT		384	-1.05	Baik
	ST		390	-2.63	Baik
19.00	RN		217	1.36	Baik
	SN		216	1.82	Baik
	TN		219	0.45	Baik
	RS		382	-0.53	Baik
	RT		380	0.00	Baik
	ST		385	-1.32	Baik



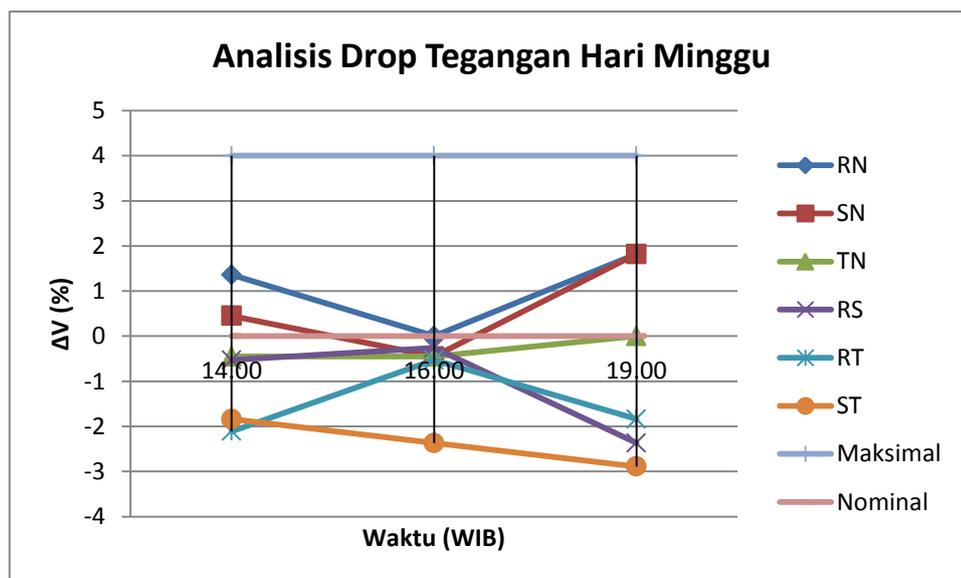
Gambar 4.20. Grafik Analisis Drop Tegangan Hari Sabtu

Berdasarkan tabel 4.15. dan gambar 4.20. terjadi drop tegangan pada jam 19.00 WIB di RN, SN, dan TN yaitu masing-masing sebesar 217 volt, 2016 vot, dan 219 volt atau persentase dropnya sebesar 1,36%, 1,82%, dan 0,45%.

Menurut PUIL 2011 bahwa drop tegangan tidak boleh lebih 4% dari voltase nominal. Berdasarkan tabel 4.15. tidak ada voltase yang mengalami drop tegangan lebih dari 4%. Dengan kata lain tegangan pada hari Sabtu 4 Februari 2017 dapat dikatakan baik.

Tabel 4.16. Analisis Tegangan Hari Minggu

Waktu (WIB)		Standar	V	ΔV	Keterangan
14.00	RN	$\Delta V \leq 4 \%$	217	1.36	Baik
	SN		219	0.45	Baik
	TN		221	-0.45	Baik
	RS		382	-0.53	Baik
	RT		388	-2.11	Baik
	ST		387	-1.84	Baik
16.00	RN		220	0.00	Baik
	SN		221	-0.45	Baik
	TN		221	-0.45	Baik
	RN		220	0.00	Baik
	SN		221	-0.45	Baik
	TN		221	-0.45	Baik
	RS		381	-0.26	Baik
	RT		382	-0.53	Baik
ST	389		-2.37	Baik	
19.00	RN		216	1.82	Baik
	SN		216	1.82	Baik
	TN		220	0.00	Baik
	RS	389	-2.37	Baik	
	RT	387	-1.84	Baik	
	ST	391	-2.89	Baik	



Gambar 4.21. Grafik Analisis Drop Tegangan Hari Minggu

Berdasarkan tabel 4.16. dan gambar 4.21. terjadi drop tegangan dalam beberapa waktu. Pada jam 14.00 WIB drop tegangan terjadi di RN dan SN yaitu sebesar 217 volt dan 219 volt atau persentase dropnya sebesar 1,36% dan 0,45%. Pada jam 16.00 WIB tidak terjadi drop tegangan. Pada jam 19.00 WIB drop tegangan terjadi di RN dan SN yaitu masing-masing sebesar 216 volt atau persentase dropnya sebesar 1,82%.

Menurut PUIL 2011 bahwa drop tegangan tidak boleh lebih 4% dari voltase nominal. Berdasarkan tabel 4.16. tidak ada voltase yang mengalami drop tegangan lebih dari 4%. Dengan kata lain tegangan pada hari Minggu 5 Februari 2017 dapat dikatakan baik.

4.2.2. Analisis Daya Listrik

Berdasarkan hasil penelitian di atas, telah didapatkan berbagai hasil data pengukuran. Pada sumber listrik PLN didapatkan hasil pengukuran arus dan tegangan. Kemudian hasil pengukuran arus dan tegangan dihitung untuk mengetahui daya listrik dengan menggunakan persamaan 2.8 yaitu

$$P = V \times I \times \cos\theta$$

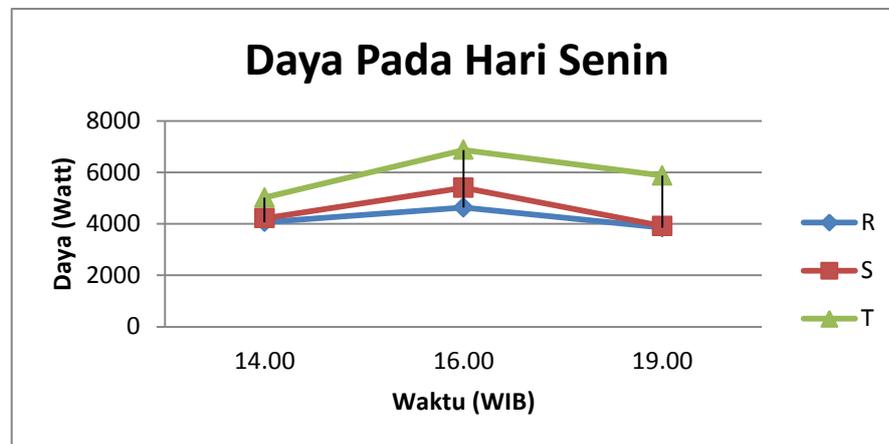
Proses perhitungan dapat dilihat pada lampiran 2. Sedangkan hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4.17., tabel 4.18., tabel 4.19., tabel 4.20., tabel 4.21., tabel 4.22., dan tabel 4.23 2412,6 22371866,38.

Tabel. 4.17. Daya Listrik Pada Hari Senin

Waktu (WIB)	Daya Listrik (Watt)			
	R	S	T	Total
14.00	4068.316	4219.16	5015.52	13303
16.00	4633.164	5403.036	6873.12	16909.32
19.00	3856.584	3912.312	5872.854	13641.75

Tabel. 4.17. Daya Listrik Pada Hari Senin (lanjutan)

Waktu (WIB)	Daya Listrik (Watt)			
	R	S	T	Total
Rata-Rata	4186.0213	4511.503	5920.498	14618.02

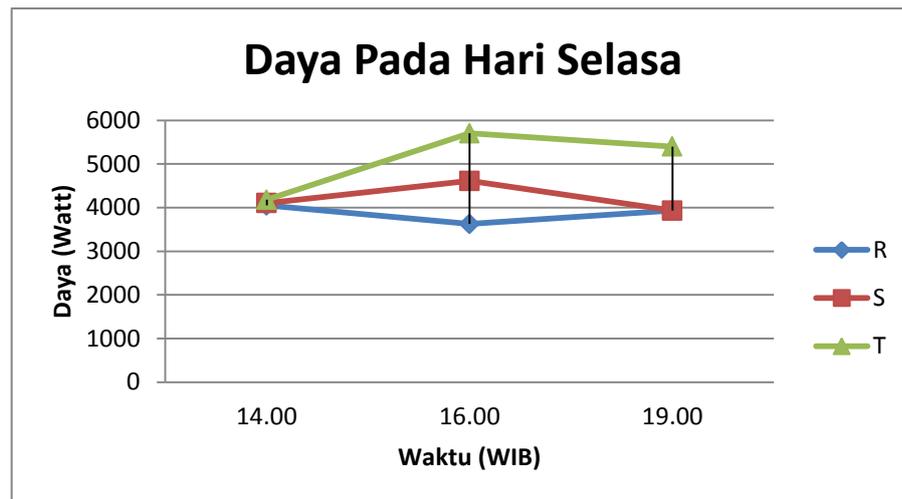
**Gambar 4.22. Grafik Daya Listrik Pada Hari Senin**

Berdasarkan tabel 4.17. tersaji daya listrik pada pukul 14.00 WIB di fasa R sebesar 4068,32 Watt, di fasa S sebesar 4219,16 Watt, di fasa T sebesar 5015,52 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 13.303 Watt. Pada pukul 16.00 WIB di fasa R sebesar 4633,16 Watt, di fasa S sebesar 5403,04 Watt, di fasa T sebesar 5015,52 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 16.909,32 Watt. Pada pukul 19.00 WIB di fasa R sebesar 3856,58 Watt, di fasa S sebesar 3912,31 Watt, di fasa T sebesar 5872,85 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 13.641,75 Watt. Sehingga didapat rata-rata penggunaan daya listrik di Gerbang Tol Bekasi Barat pada hari Senin sebesar 14.618,02 Watt.

Pada gambar 4.22. terlihat penggunaan daya listrik terbesar terjadi pada pukul 16.00 WIB. Sedangkan untuk penggunaan daya antar fasa, penggunaan daya terbesar pada fasa T. Hal ini dikarenakan volume kendaraan pada jam 16.00 WIB sudah mulai padat sebab pada jam tersebut termasuk *rush hour* atau jam sibuk.

Tabel. 4.18. Daya Listrik Pada Hari Selasa

Waktu (WIB)	Daya Listrik (Watt)			
	R	S	T	Total
14.00	4048.88	4105.812	4181.148	12335.84
16.00	3625.588	4614.33	5702.832	13942.75
19.00	3934.242	3932.952	5397.704	13264.9
Rata-Rata	3869.57	4217.698	5093.895	13181.16

**Gambar 4.23. Grafik Daya Listrik Pada Hari Selasa**

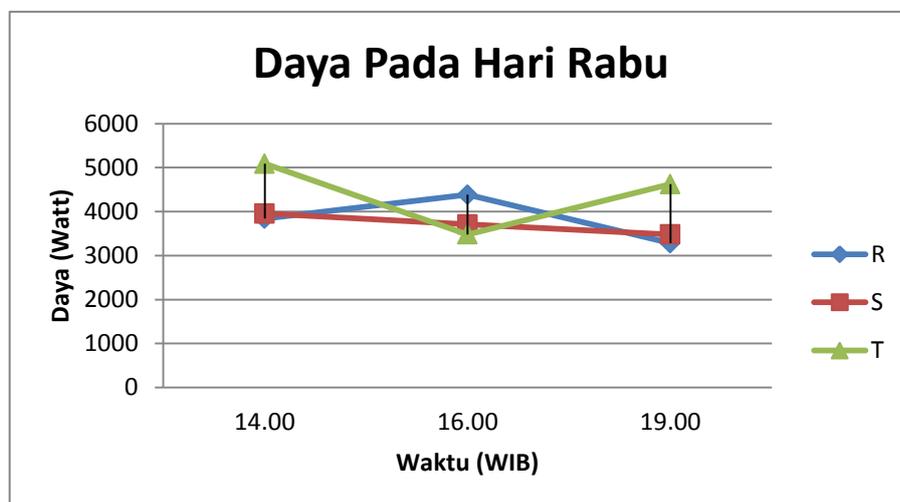
Berdasarkan tabel 4.18. tersaji daya listrik pada pukul 14.00 WIB di fasa R sebesar 4.048,88 Watt, di fasa S sebesar 4.105,81 Watt, di fasa T sebesar 4.181,15 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 12.335,84 Watt. Pada pukul 16.00 WIB di fasa R sebesar 3625,59 Watt, di fasa S sebesar 4614,33 Watt, di fasa T sebesar 5702,83 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 13.942,75 Watt. Pada pukul 19.00 WIB di fasa R sebesar 3934,24 Watt, di fasa S sebesar 3932,95 Watt, di fasa T sebesar 5397,7 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 13.264,9 Watt. Sehingga didapat rata-rata penggunaan daya listrik di Gerbang Tol Bekasi Barat pada hari Selasa sebesar 13.181,16 Watt.

Pada gambar 4.23. terlihat penggunaan daya listrik terbesar terjadi pada pukul 16.00 WIB. Sedangkan untuk penggunaan daya antar fasa, penggunaan

daya terbesar pada fasa T. Hal ini dikarenakan volume kendaraan pada jam 16.00 WIB sudah mulai padat sebab pada jam tersebut termasuk *rush hour* atau jam sibuk.

Tabel. 4.19. Daya Listrik Pada Hari Rabu

Waktu (WIB)	Daya Listrik (Watt)			
	R	S	T	Total
14.00	3839.212	3956.344	5089.48	12885.04
16.00	4382.13	3708.32	3481.28	11571.73
19.00	3279.438	3478.098	4621.898	11379.43
Rata-Rata	3833.593	3714.254	4397.553	11945.4



Gambar 4.24. Grafik Daya Listrik Pada Hari Rabu

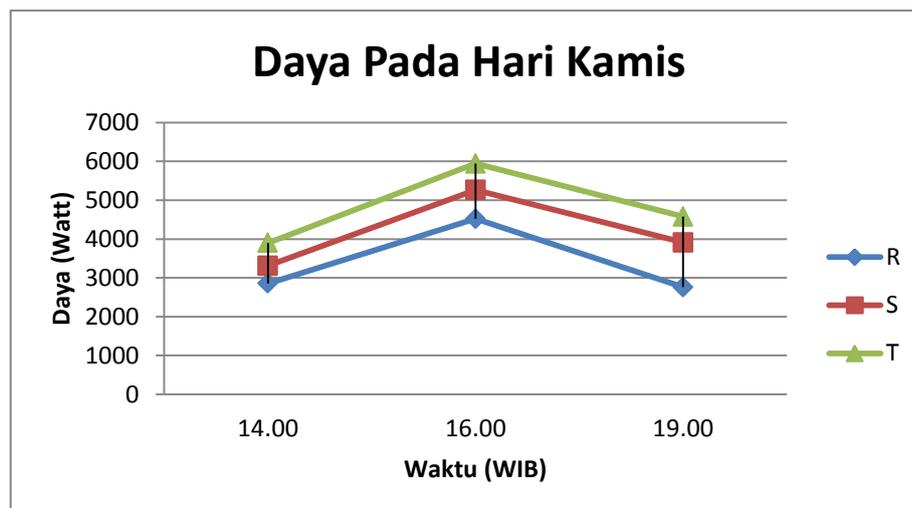
Berdasarkan tabel 4.19. tersaji daya listrik pada pukul 14.00 WIB di fasa R sebesar 3839,21 Watt, di fasa S sebesar 3956,34 Watt, di fasa T sebesar 5089,48 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 12885,04 Watt. Pada pukul 16.00 WIB di fasa R sebesar 4382,13 Watt, di fasa S sebesar 3708,32 Watt, di fasa T sebesar 3481,28 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 11571,73 Watt. Pada pukul 19.00 WIB di fasa R sebesar 3279,44 Watt, di fasa S sebesar 3478,1 Watt, di fasa T sebesar 4621,9 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu

11379,43 Watt. Sehingga didapat rata-rata penggunaan daya listrik di Gerbang Tol Bekasi Barat pada hari Rabu sebesar 11.945,4 Watt.

Pada gambar 4.24. terlihat penggunaan daya listrik terbesar terjadi pada pukul 14.00 WIB. Sedangkan untuk penggunaan daya antar fasa, penggunaan daya terbesar pada fasa T.

Tabel. 4.20. Daya Listrik Pada Hari Kamis

Waktu (WIB)	Daya Listrik (Watt)			
	R	S	T	Total
14.00	2856.92	3313.408	3898.638	10068.97
16.00	4518.268	5264.662	5944.492	15727.42
19.00	2761.632	3910.592	4578.64	11250.86
Rata-Rata	3378.94	4162.887	4807.257	12349.08



Gambar 4.25. Grafik Daya Listrik Pada Hari Kamis

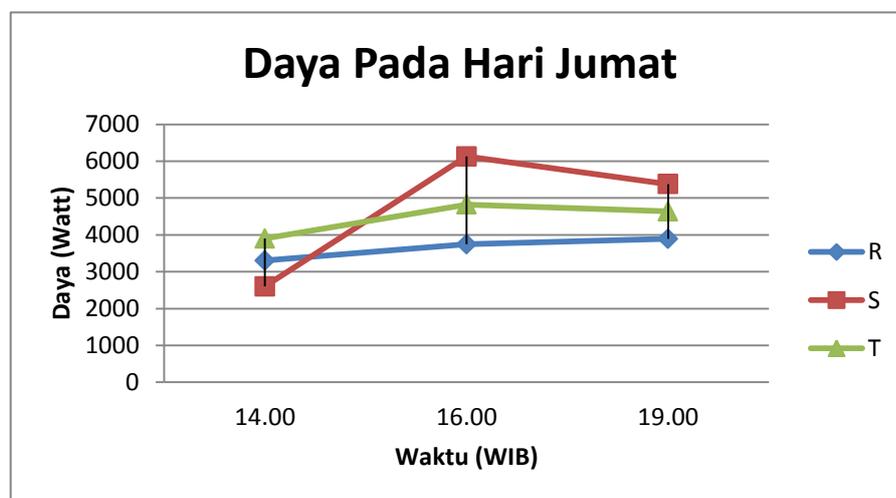
Berdasarkan tabel 4.20. tersaji daya listrik pada pukul 14.00 WIB di fasa R sebesar 2856,92 Watt, di fasa S sebesar 3313,41 Watt, di fasa T sebesar 3898,64 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 10.068,97 Watt. Pada pukul 16.00 WIB di fasa R sebesar 4518,27 Watt, di fasa S sebesar 5264,67 Watt, di fasa T sebesar 5944,5 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 15727,42 Watt. Pada pukul 19.00 WIB di fasa R sebesar 2761,63 Watt, di fasa S sebesar 3910,6

Watt, di fasa T sebesar 4578,64 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 11250,86 Watt. Sehingga didapat rata-rata penggunaan daya listrik di Gerbang Tol Bekasi Barat pada hari Kamis sebesar 12.349,08 Watt.

Pada gambar 4.25. terlihat penggunaan daya listrik terbesar terjadi pada pukul 16.00 WIB. Sedangkan untuk penggunaan daya antar fasa, penggunaan daya terbesar pada fasa T. Hal ini dikarenakan volume kendaraan pada jam 16.00 WIB sudah mulai padat sebab pada jam tersebut termasuk *rush hour* atau jam sibuk.

Tabel. 4.21. Daya Listrik Pada Hari Jumat

Waktu (WIB)	Daya Listrik (Watt)			
	R	S	T	Total
14.00	3302.916	2600.64	3899.584	9803.14
16.00	3746.16	6128.532	4821.504	14696.2
19.00	3893.134	5379.3	4639.356	13911.79
Rata-Rata	3647.403	4702.824	4453.481	12803.71



Gambar 4.26. Grafik Daya Listrik Pada Hari Jumat

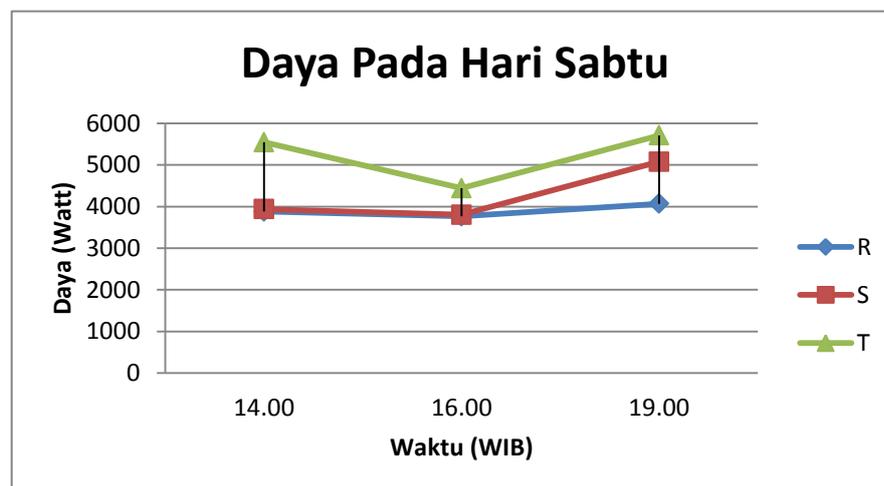
Berdasarkan tabel 4.21. tersaji daya listrik pada pukul 14.00 WIB di fasa R sebesar 3302,92 Watt, di fasa S sebesar 2600,64 Watt, di fasa T sebesar 3899,58 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 9803,14 Watt. Pada pukul 16.00 WIB di fasa R sebesar 3746,16 Watt, di fasa S sebesar 6128,53 Watt, di fasa T

sebesar 4821,5 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 14696,2 Watt. Pada pukul 19.00 WIB di fasa R sebesar 3893,13 Watt, di fasa S sebesar 5379,3 Watt, di fasa T sebesar 4639,36 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 13.911,79 Watt. Sehingga didapat rata-rata penggunaan daya listrik di Gerbang Tol Bekasi Barat pada hari Jumat sebesar 12.803,71 Watt.

Pada gambar 4.26. terlihat penggunaan daya listrik terbesar terjadi pada pukul 16.00 WIB. Sedangkan untuk penggunaan daya antar fasa, penggunaan daya terbesar pada fasa S. Hal ini dikarenakan volume kendaraan pada jam 16.00 WIB sudah mulai padat sebab pada jam tersebut termasuk *rush hour* atau jam sibuk.

Tabel. 4.22. Daya Listrik Pada Hari Sabtu

Waktu (WIB)	Daya Listrik (Watt)			
	R	S	T	Total
14.00	3878.6	3935.36	5542.614	13356.57
16.00	3763.188	3802.92	4439.664	12005.77
19.00	4067.284	5074.602	5706.702	14848.59
Rata-Rata	3903.024	4270.961	5229.66	13403.64



Gambar 4.27. Grafik Daya Listrik Pada Hari Sabtu

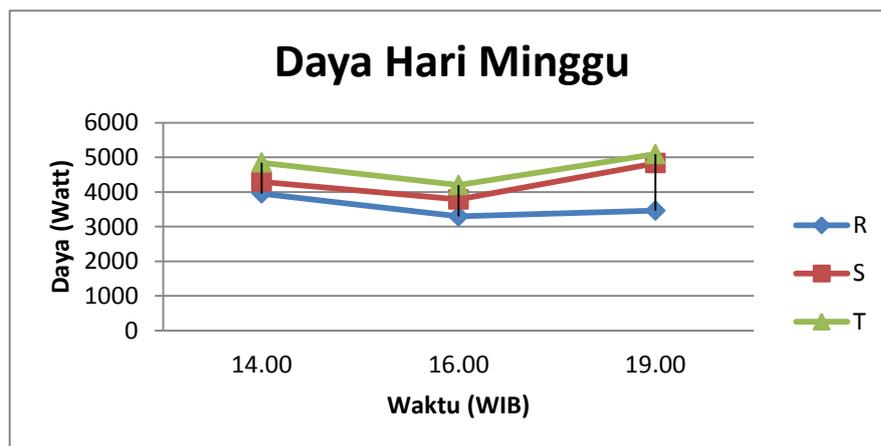
Berdasarkan tabel 4.22. tersaji daya listrik pada pukul 14.00 WIB di fasa R sebesar 3878,6 Watt, di fasa S sebesar 3935,36 Watt, di fasa T sebesar 5542,61

Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 13356,57 Watt. Pada pukul 16.00 WIB di fasa R sebesar 3763,2 Watt, di fasa S sebesar 3802,92 Watt, di fasa T sebesar 4439,67 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 12005,77 Watt. Pada pukul 19.00 WIB di fasa R sebesar 4067,28 Watt, di fasa S sebesar 5074,6 Watt, di fasa T sebesar 5706,7 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 14848,59 Watt. Sehingga didapat rata-rata penggunaan daya listrik di Gerbang Tol Bekasi Barat pada hari Sabtu sebesar 13.403,64 Watt.

Pada gambar 4.27. terlihat penggunaan daya listrik terbesar terjadi pada pukul 19.00 WIB. Sedangkan untuk penggunaan daya antar fasa, penggunaan daya terbesar pada fasa T.

Tabel. 4.23. Daya Listrik Pada Hari Minggu

Waktu (WIB)	Daya Listrik (Watt)			
	R	S	T	Total
14.00	3956.344	4294.84	4848.336	13099.52
16.00	3295.95	3782.194	4198.176	11276.32
19.00	3459.092	4827.524	5089.48	13376.1
Rata-Rata	3570.462	4301.519	4711.997	12583.98



Gambar 4.28. Grafik Daya Listrik Pada Hari Minggu

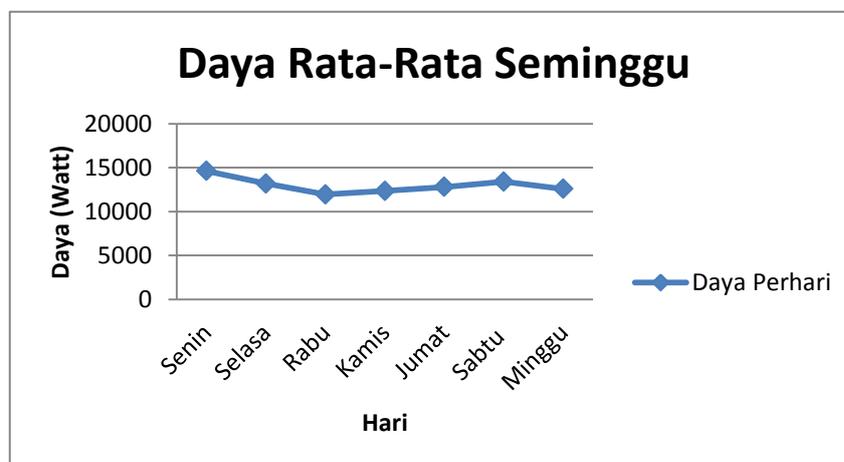
Berdasarkan tabel 4.23. tersaji daya listrik pada pukul 14.00 WIB di fasa R sebesar 3956,34 Watt, di fasa S sebesar 4294,84 Watt, di fasa T sebesar 4848,336

Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 13099,52 Watt. Pada pukul 16.00 WIB di fasa R sebesar 3295,95 Watt, di fasa S sebesar 3782,19 Watt, di fasa T sebesar 4198,18 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 11276,32 Watt. Pada pukul 19.00 WIB di fasa R sebesar 3459,1 Watt, di fasa S sebesar 4827,52 Watt, di fasa T sebesar 5089,48 Watt, dengan total daya pada ketiga fasa yaitu 13376,1 Watt. Sehingga didapat rata-rata penggunaan daya listrik di Gerbang Tol Bekasi Barat pada hari Minggu sebesar 12.583,98 Watt.

Pada gambar 4.28. terlihat penggunaan daya listrik terbesar terjadi pada pukul 19.00 WIB. Sedangkan untuk penggunaan daya antar fasa, penggunaan daya terbesar pada fasa T.

Tabel. 4.24. Daya Listrik Rata-Rata Seminggu

Hari	Daya Listrik (Watt)			
	R	S	T	Rata-Rata
Senin	4186.0213	4511.503	5920.498	14618.02
Selasa	3869.57	4217.698	5093.895	13181.16
Rabu	3833.593	3714.254	4397.553	11945.4
Kamis	3378.94	4162.887	4807.257	12349.08
Jumat	3647.403	4702.824	4453.481	12803.71
Sabtu	3903.024	4270.961	5229.66	13403.64
Minggu	3570.462	4301.519	4711.997	12583.98
Rata-Rata	3769.859	4268.807	4944.906	12983.57



Gambar 4.29. Daya Rata-Rata Seminggu

Berdasarkan tabel 4.24. tersaji daya listrik yang terpakai pada hari Senin sebesar 14.618,02 Watt, pada hari Selasa sebesar 13.181,16 Watt, pada hari Rabu sebesar 11945,4 Watt, pada hari Kamis sebesar 12.349,08 Watt, pada hari Jumat sebesar 12.803,71 Watt, pada hari Sabtu sebesar 13.403,64 Watt, pada hari Minggu sebesar 12.583,98 Watt. Sehingga didapat rata-rata penggunaan daya listrik di Gerbang Tol Bekasi Barat selama seminggu sebesar 12.983,57 Watt.

Pada gambar 4.29. terlihat penggunaan daya terbesar terjadi pada hari Senin, sedangkan penggunaan daya terendah terjadi pada hari Rabu.

4.2.3. Analisis Perbaikan Faktor Daya

Pada gerbang tol Bekasi Barat faktor daya yang didapatkan sebesar 0,86. Namun nilai faktor daya yang baik adalah lebih dari 0,9. Dalam menaikkan nilai faktor daya dibutuhkan kapasitor bank. Mencari besar harga kapasitor yang terpasang dapat dicari dengan persamaan

$$X_c = \frac{V^2}{Q_c}$$

Pertama-tama mencari harga daya kompleks atau daya semu pada faktor daya kondisi sebelum perbaikan dan setelah perbaikan dengan persamaan

$$S = \frac{P}{\cos\phi}$$

$$S' = \frac{P}{\cos\phi'}$$

Kemudian mencari besar daya reaktif sebelum dan sesudah perbaikan, kemudian dicari selisih antara keduanya dengan persamaan

$$Q = V \times I \times \sin\phi$$

$$Q' = S' \times \sin\phi'$$

$$Q_c = Q - Q'$$

Dalam penelitian ini peneliti menaikkan nilai faktor daya dari 0,86 menjadi 0,95. Dalam menentukan besar kapasitor peneliti akan mengambil sampel tegangan terkecil dan terbesar. Tegangan terkecil pada hari Selasa pukul 14.00 WIB di fasa S dengan besar arus 19,7 A dan frekuensi 50 Hz. Tegangan terbesar pada hari Jumat pukul 16.00 WIB dengan besar arus 27,8 A dan frekuensi 50 Hz.

Perbaikan faktor daya pada tegangan 214 volt dimulai dengan mencari daya nyata

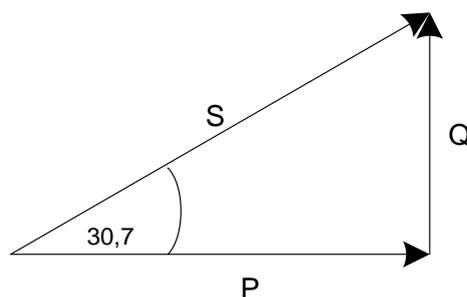
$$P = 214 \times 19,7 \times 0,86 = 3625,6 \text{ W}$$

Kemudian mencari besar sudut dari faktor daya 0,86 setelah itu mencari daya reaktif

$$\phi = \cos^{-1}0,86 = 30,7$$

$$Q = 214 \times 19,7 \times \sin 30,7 = 2152,34 \text{ VAR}$$

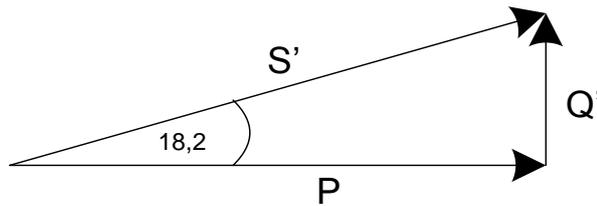
Kondisi segitiga daya dapat dilihat pada gambar 4.30.



Gambar 4.30. Segitiga daya Sebelum perbaikan

Setelah itu mencari sudut faktor daya yang diinginkan dan dapat dilihat pergeseran sudutnya pada gambar 4.31.

$$\phi = \cos^{-1}0,95 = 18,2^\circ$$



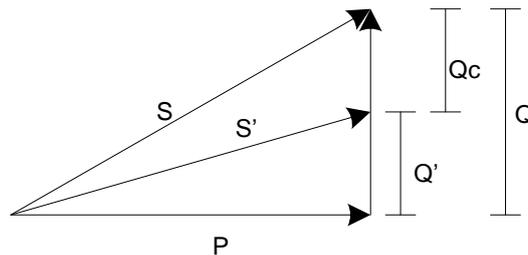
Gambar 4.31. Segitiga Daya Setelah Perbaikan

Kemudian mencari daya semu yang diinginkan

$$S' = \frac{P}{\cos\phi} = \frac{3625,6}{0,95} = 3816,42 \text{ VA}$$

Setelah didapat sudut dan daya semu, maka dapat dicari daya reaktif

$$Q' = 3816,42 \times \sin 18,2 = 1192$$



4.32. Segitiga Daya Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Berdasarkan gambar 4.32. maka dapat dilihat terdapat selisih antara daya reaktif sebelum perbaikan dan daya reaktif sesudah perbaikan yaitu

$$Q_c = 2152,34 - 1192 = 960,34 \text{ VAR}$$

dari selisih tersebut maka dapat dicari besar kapasitor yang dapat dipasang dengan persamaan

$$X_c = \frac{V^2}{Q_c}$$

$$X_c = \frac{214^2}{960,34} = 47,7$$

$$\frac{10^6}{2\pi f C} = 47,7$$

$$\frac{10^6}{2 \times 3,14 \times 50 \times C} = 47,7$$

$$C = \frac{10^6}{2 \times 3,14 \times 50 \times 47,7}$$

$$C = \frac{10^6}{14205,36} = 15,6\mu F$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka untuk mengubah besar faktor daya dari 0,86 menjadi 0,95 pada tegangan 214 volt dibutuhkan kapastor bank dengan besar 15,6 μF .

Kemudian mencari besar kapasitor pada tegangan terbesar dimulai dengan mencari daya nyata

$$P = 225 \times 27,8 \times 0,86 = 5379,3 W$$

Kemudian mencari besar sudut dari faktor daya 0,86 setelah itu mencari daya reaktif

$$\phi = \cos^{-1}0,86 = 30,7$$

$$Q = 225 \times 27,8 \times \sin 30,7 = 3193,44 VAR$$

Kondisi segitiga daya dapat dilihat pada gambar 4.30. Setelah itu mencari sudut faktor daya yang diinginkan dan dapat dilihat pergeseran sudutnya pada gambar 4.31.

$$\phi = \cos^{-1}0,95 = 18,2^\circ$$

Kemudian mencari daya semu yang diinginkan

$$S' = \frac{P}{\cos\phi} = \frac{5379,3}{0,95} = 5662,42 VA$$

Setelah didapat sudut dan daya semu, maka dapat dicari daya reaktif

$$Q' = 5662,42 \times \sin 18,2 = 1768,57$$

Berdasarkan gambar 4.32. maka dapat dilihat terdapat selisih antara daya reaktif sebelum perbaikan dan daya reaktif sesudah perbaikan yaitu

$$Q_c = 3193,44 - 1768,57 = 1424,87 \text{ VAR}$$

dari selisih tersebut maka dapat dicari besar kapasitor yang dapat dipasang dengan persamaan

$$X_c = \frac{V^2}{Q_c}$$

$$X_c = \frac{225^2}{1424,87} = 35,5$$

$$\frac{10^6}{2\pi f C} = 35,5$$

$$\frac{10^6}{2 \times 3,14 \times 50 \times C} = 35,5$$

$$C = \frac{10^6}{2 \times 3,14 \times 50 \times 35,5}$$

$$C = \frac{10^6}{11147} = 89,7 \mu F$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka untuk mengubah besar faktor daya dari 0,86 menjadi 0,95 pada tegangan 225 volt dibutuhkan kapastor bank dengan besar 89,7 μF .

Pada perhitungan sebelumnya telah dihitung perbaikan faktor daya pada tegangan 214 volt dan perbaikan faktor daya pada tegangan 225 volt. Didapatkan besar kapasitansi kapasitor 15,6 μF pada tegangan 214 volt dan 89,7 μF pada tegangan 225 volt. Sehingga apabila pihak perusahaan ingin memperbaiki faktor daya pada gerbang tol Bekasi Barat menjadi 0,95 dapat menggunakan kapasitor bank dengan kapasitas antara 15,6 μF dan 89,7 μF .

4.2.4. Analisis Frekuensi Sumber Listrik PLN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, telah didapatkan berbagai hasil data pengukuran. Pada sumber listrik PLN didapatkan hasil pengukuran frekuensi dengan melihat indikator frekuensi yang tersedia di panel. Kemudian hasil pengukuran dibandingkan dengan standar IEE yaitu besarnya frekuensi yang diperbolehkan adalah $\pm 1\%$ atau menurut standar SPLN frekuensi yang dipergunakan di Indonesia berkisar antara 49,5-50,5Hz.

Tabel 4.25. Frekuensi Sumber Listrik PLN

Waktu	Standar	Frekuensi (Hz)	Keterangan
Senin, 30 Januari 2017	49,5-50,5 Hz	50	Baik
Selasa, 31 Januari 2017		50	Baik
Rabu, 1 Februari 2017		50	Baik
Kamis, 2 Februari 2017		50	Baik
Jumat, 3 Februari 2017		50	Baik
Sabtu, 4 Februari 2017		51	Tidak Baik
Minggu, 5 Februari 2017		50	Baik

Berdasarkan tabel 4.25. hampir semua nilai frekuensi yang didapatkan sesuai dengan standar yaitu di antara 49,5 Hz – 50,5 Hz. Namun pada hari Sabtu terjadi kenaikan nilai frekuensi di atas batas toleransi frekuensi yang diperbolehkan yaitu 51 Hz. Dalam kondisi normal kenaikan frekuensi berpengaruh pada lampu penerangan sehingga sering terang redup dan pada AC menyebabkan kompresor dan motor nya panas.

4.2.5. Analisis Waktu Cepat Tanggap ATS

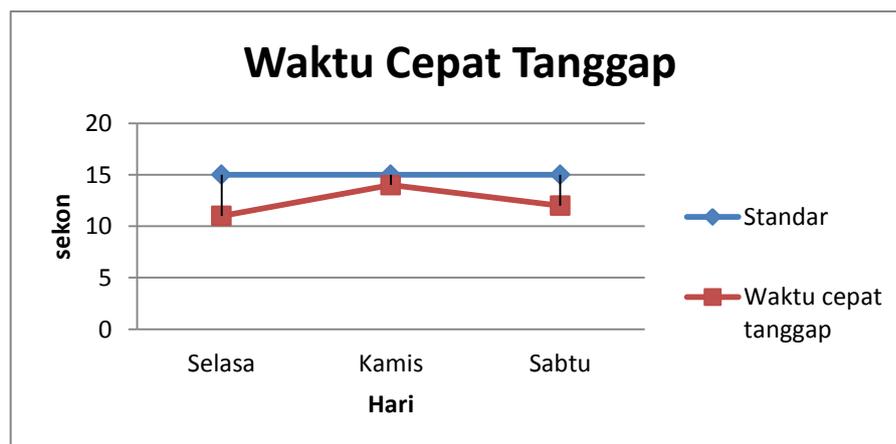
Berdasarkan hasil penelitian di atas, telah didapatkan berbagai hasil data pengukuran. Ketika melakukan penelitian pada sumber listrik generator set

didapatkan waktu cepat tanggap ATS dari sumber listrik PLN padam hingga generator set dapat memikul beban penuh

Kemudian hasil pengukuran dibandingkan dengan standar PUIL 2011 yaitu waktu cepat tanggap tidak boleh lebih dari 15 detik sampai beban penuh. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4.26.

Tabel 4.26. Analisis Waktu Cepat Tanggap

Waktu	Standar	Waktu Cepat Tanggap (sekon)	Keterangan
Selasa, 31 Januari 2017	t ≤ 15 sekon	11	Baik
Kamis, 2 Februari 2017		14	Baik
Sabtu, 4 Februari 2017		12	Baik



Gambar 4.33. Grafik Waktu Cepat Tanggap

Berdasarkan tabel 4.24. dan gambar 4.33. di atas waktu cepat tanggap pada hari Selasa, Kamis, dan Sabtu masing- masing adalah 11 sekon, 14 sekon, dan 12 sekon. Semua waktu yang diperoleh masih sesuai dengan standar PUIL 2011 yaitu kurang dari 15 detik. Sehingga waktu cepat tenggap ATS pada *Power House* Gerbang Tol Bekasi barat dapat dikatakan baik.

4.2.6. Analisis Tegangan Output Generator Set

Berdasarkan hasil penelitian di atas, telah didapatkan berbagai hasil data pengukuran. Pada sumber listrik generator set didapatkan hasil pengukuran tegangan sitem line to netral dan line to line. Kemudian hasil pengukuran dibandingkan dengan standar PUIL 2011 yaitu pada saat beban penuh drop tegangan tidak boleh lebih dari 5 % dari tegangan nominal. Dimana besaran drop tegangan dilambangkan dengan ΔV atau tegangan nominal dikurang tegangan terukur.

Analisis yang digunakan untuk mengetahui besarnya persentase ΔV dengan menggunakan persamaan :

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$$

Proses perhitungan dapat dilihat pada lampiran 2. Sedangkan hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4.27.

Tabel 4.27. Analisis Tegangan Output Generator

Waktu		Standar	V	ΔV	Keterangan
Selasa 31 Januari 2017	RN	$\Delta V \leq 5 \%$	219	0.45	Baik
	SN		219	0.45	Baik
	TN		221	-0.45	Baik
	RS		378	0.53	Baik
	RT		380	0.00	Baik
	ST		382	-0.53	Baik
Kamis, 2 Februari 2017	RN		216	1.82	Baik
	SN		220	0.00	Baik
	TN		217	1.36	Baik
	RS		383	-0.79	Baik
	RT		381	-0.26	Baik
	ST		384	-1.05	Baik
Sabtu, 4 Februari 2017	RN	217	1.36	Baik	

SN

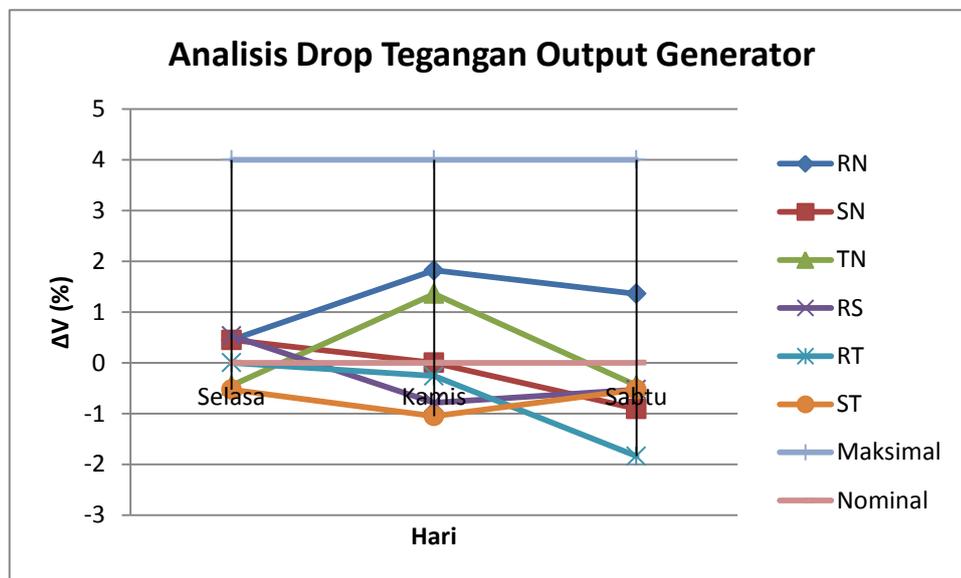
222

-0.91

Baik

Tabel 4.27. Analisis Tegangan Output Generator (lanjutan)

Waktu		Standar	V	ΔV	Keterangan
Sabtu, 4 Februari 2017	RT	$\Delta V \leq 5 \%$	380	0.00	Baik
	ST		382	-0.53	Baik
	TN		221	-0.45	Baik
	RS		382	-0.53	Baik
	RT		387	-1.84	Baik
	ST		382	-0.53	Baik

**Gambar 4.34. Grafik Analisis Drop Tegangan Output Generator**

Berdasarkan tabel 4.27. dan gambar 4.34. terjadi drop tegangan dalam beberapa waktu. Pada Hari Selasa drop tegangan terjadi di RN dan SN yaitu sebesar 219 volt atau persentase dropnya sebesar 0,45%. Pada Hari Kamis drop tegangan terjadi di RN dan TN yaitu sebesar 216 volt dan 217 volt atau persentase dropnya sebesar 1,82% dan 1,36%. Pada Hari Sabtu drop tegangan terjadi di RN yaitu sebesar 217 volt atau persentase dropnya sebesar 1,36%.

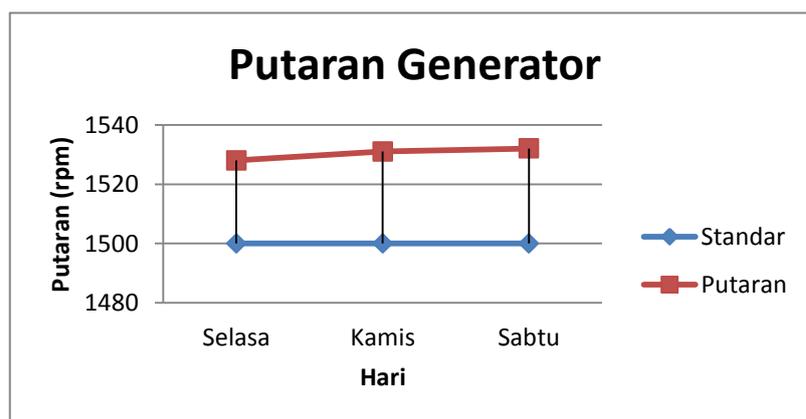
Menurut PUIL 2011 bahwa ketika beban penuh drop tegangan tidak boleh lebih 5% dari voltase nominal. Berdasarkan tabel 4.26. tidak ada voltase yang mengalami drop tegangan lebih dari 5%. Dengan kata lain tegangan output generator dapat dikatakan baik.

4.2.7. Analisis Putaran Generator Set

Berdasarkan hasil penelitian di atas, telah didapatkan berbagai hasil data pengukuran. Ketika melakukan penelitian pada sumber listrik generator set didapatkan hasil putaran generator set dengan menggunakan *tachometer*. Kemudian hasil pengukuran dibandingkan dengan *nameplat* yang tertera pada generator yaitu putaran 1500 rpm. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4.28.

Tabel 4.28. Analisis Putaran Generator Set

Waktu	Standar	Putaran (rpm)	Keterangan
Selasa, 31 Januari 2017	rpm \geq 1500	1528	Baik
Kamis, 2 Februari 2017		1531	Baik
Sabtu, 4 Februari 2017		1532	Baik



Gambar 4.35. Grafik Putaran Generator

Berdasarkan tabel 4.35. di atas putaran generator pada hari Selasa, Kamis, dan Sabtu masing- masing adalah 1528 rpm, 1531 rpm, dan 1532 rpm. Semua nilai

putaran yang diperoleh di atas nilai standar dari *nameplat* generator yaitu 1500 rpm. Sehingga putaran generator set pada *Power House* Gerbang Tol Bekasi barat dapat dikatakan baik.

4.2.8. Analisis Frekuensi Generator Set

Berdasarkan hasil penelitian di atas, telah didapatkan berbagai hasil data pengukuran. Ketika melakukan penelitian pada sumber listrik generator set didapatkan hasil nilai frekuensi generator dengan melihat indikator frekuensi yang tersedia di panel. Kemudian hasil pengukuran dibandingkan dengan *nameplat* yang tertera pada generator yaitu nilai frekuensi sebesar 50 Hz.

Tabel 4.29. Frekuensi Generator Set

Waktu	Standar	Frekuensi (Hz)	Keterangan
Selasa, 31 Januari 2017	50 Hz	50	Baik
Kamis, 2 Februari 2017		50	Baik
Sabtu, 4 Februari 2017		50	Baik

Berdasarkan tabel 4.28. pengukuran frekuensi selama tiga hari yaitu hari Selasa, Kamis, dan Sabtu, nilai frekuensi pada generator set sudah sesuai dengan nominal yang tertera pada *nameplat*, sehingga frekuensi pada generator dapat dikatakan baik.

4.2.9. Analisis Biaya

4.2.9.1. Analisis Biaya Sumber Listrik PLN

Pemakaian energi listrik dari sumber listrik PLN rata-rata penggunaan beban sebesar 12983.57 Watt. Penggunaan besar beban tersebut selama 24 jam.

Dalam melakukan analisis biaya sumber listrik PLN dapat dibagi menjadi dua yaitu investasi dan tarif listrik per bulan.

A. Investasi

Investasi Sumber listrik PLN berupa pemasangan baru KWH meter beserta sertifikat layak operasi dari KONSUIL. Daya yang terpasang pada Gerbang Tol Bekasi Barat sebesar 33.000 VA. Biaya pemasangan KWH meter baru pasca bayar sebesar Rp. 41.200.000,- , daftar harga terlampir. Sedangkan Sertifikat Layak operasi untuk daya 33.000 VA sebesar Rp. 660.000,- ditambah PPN sebesar 10 % dari harga normal atau Rp. 66.000,- sehingga harga total sertifikat layak operasi sebesar Rp. 726.000,-.

Adapun untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel

Tabel 4.30. Investasi Sumber Listrik PLN dengan Daya 33 KVA

Keterangan	Harga (Rp)	Pajak (Rp)	Penyusutan	Total Harga (Rp)
Pemasangan KWH Meter PLN	41.200.000	-	240 hari	171.666
Sertifikat Laik Operasi KONSUIL	660.000	66.000	240 hari	3.025
Total Harga				174.691

B. Tarif Daya Listrik dalam Sebulan

Tarif daya listrik dibedakan menjadi dua yaitu tarif beban dan tarif pemakaian. Pada perhitungan tariff listrik gerbang tol Bekasi Barat menggunakan golongan B2/TR dengan biaya Rp.1.467,28. Rata-rata penggunaan daya listrik pada beban-beban Gerbang Tol Bekasi Barat sebesar 12983 Watt. Penggunaan beban tersebut digunakan selama 24 jam, namun rata-rata dalam sebulan terjadi pemadaman dua

kali selama 4 jam. Untuk menentukan tarif pemakaian daya listrik selama sebulan dapat menggunakan persamaan:

$$\text{Tarif Beban} = 40 \times \text{KVA terpasang} \times \text{tarif pemakaian/kwh}$$

$$\text{Tarif beban} = \frac{33.000 \times 40 \times \text{Rp. } 1467,28, -}{1000}$$

$$\text{Tarif Beban} = \text{Rp } 1.936.809, -$$

$$\text{Tarif Pemakaian} = \frac{P \times t \times 30 \times \text{tarif PLN per KWH}}{1000}$$

$$\text{Tarif Pemakaian} = \frac{12983.57 \times 24 \times 30 \times \text{Rp. } 1467,28}{1000}$$

$$\text{Tarif Pemakaian} = \text{Rp. } 13.716.383, -$$

Lebih jelas dapat dilihat pada tabel 4.31.

Tabel 4.31. Tarif Beban dan Tarif Pemakaian PLN dengan Daya 33 KVA

Jenis Tarif	Biaya
Tarif Beban	Rp. 1.936.809,-
Tarif Pemakaian	Rp. 13.716.383,-

4.2.9.2. Analisis Biaya Penggunaan Generator Set

A. Investasi

Investasi Sumber listrik Generator Set berupa pembelian satu unit Generator set beserta accu. Harga 1 unit generator set sebesar Rp. 260.000.000,-. Penyusutan penggunaan generator set selama 20 tahun. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4.32. Investasi Sumber Listrik Genset

Keterangan	Harga (Rp)	Penyusutan	Total Harga
------------	---------------	------------	-------------

Generator Set	260.000.000	240 bulan	1.083.333
---------------	-------------	-----------	-----------

B. Perawatan dan Pemakaian

Perawatan pada generator set dibutuhkan pekerja paling sedikit tiga orang untuk mengecek kondisi genset setiap dua hari sekali. Gaji pekerja setiap orangnya sebesar Rp. 2.000.000,-/bulan sehingga dapat dicari gaji pekerja

$$Gaji\ Pekerja = 3 \times Rp. 2.000.000, - = Rp. 6.000.000, -$$

Setiap hari pekerja mendapat uang makan sebesar Rp. 25.000,- sehingga dapat dihitung pengeluaran makan pekerja sebulan yaitu

$$Biaya\ makan\ pekerja = 3 \times 15 \times Rp. 25.000, - = Rp. 1.125.000, -$$

Pekerja membutuhkan akomodasi berupa transport untuk bepergian dari kantor cabang ke gerbang tol. Pengeluaran bensin kendaraan sebesar Rp. 75.000/hari dan tarif tol sebesar Rp. 30.000/hari, sehingga dapat dihitung yaitu

$$Bensin\ Kendaraan = 15 \times Rp. 75.000, - = Rp. 1.125.000, -$$

$$Tarif\ Tol = 15 \times Rp. 30.000, - = Rp. 450.000, -$$

Setiap pengecekan dua hari sekali, dilakukan pemanasan selama 30 menit. Adapun persamaan untuk menentukan banyaknya solar yang digunakan untuk pemanasan adalah

$$pemakaian\ bbm \frac{genset}{jam} = 0,21\ liter/kva \times daya\ genset$$

Daya pada genset sebesar 80.000 VA atau 80 KVA, sehingga dapat dicari pemakaian bbm yaitu

$$pemakaian\ bbm \frac{genset}{jam} = 0,21 \frac{liter}{kva} \times 80kva = 16,8\ liter$$

Pemanasan genset dilakukan selama 30 menit dan dilakukan dua hari sekali, sehingga dapat dihitung harga bbm yang dikeluarkan. Adapun harag solar adalah Rp. 5.150,-/liter.

$$\text{harga solar} = \frac{16,8 \times 15 \times \text{Rp. } 5.150, -}{2} = \text{Rp. } 648.900, -$$

Sedangkan penggunaan BBM ketika sumber listrik PLN mengalami pemadaman dapat dilakukan dengan persamaan yang sama. Pemadaman sumber listrik PLN rata-rata dalam sebulan terjadi dua kali dengan durasi selama empat jam, untuk itu dapat dihitung penggunaan bbm pada saat pemadaman

$$\text{pemakaian bbm} \frac{\text{genset}}{\text{jam}} = 0,21 \frac{\text{liter}}{\text{kva}} \times 80\text{kva} \times 4 = 67,2 \text{ liter}$$

$$\text{harga solar} = 67,2 \times 2 \times \text{Rp. } 5.150, - = \text{Rp. } 692.160, -$$

Untuk komponen-komponen pada generator, accu seharga Rp. 1.800.000,- diganti setiap dua tahun sekali. Filter oli, filter solar, filter udara masing-masing seharga Rp. 35.000,- diganti satu kali setahun. Vibelt seharga Rp. 35.000,- diganti satu kali setahun. Fanbelt seharga Rp. 35.000,- diganti dua kali setahun. Oli seharga Rp. 35.000,-/liter diganti setahun sekali sebanyak 18 liter. Sehingga dapat dihitung penggunaan rata-rata perbulan, yaitu

$$\text{Accu} = \frac{\text{Rp. } 1.800.000, -}{24} = \text{Rp. } 75.000, -/\text{bulan}$$

$$\text{Trio Filter} = \frac{\text{Rp. } 35.000, - \times 3}{12} = \text{Rp. } 8.750, -/\text{bulan}$$

$$\text{fanbelt} = \frac{\text{Rp. } 35.000, - \times 2}{12} = \text{Rp. } 5.8333, -/\text{bulan}$$

$$\text{Vibelt} = \frac{\text{Rp. } 35.000, -}{12} = \text{Rp. } 2.916, -/\text{bulan}$$

$$\text{Oli} = \frac{\text{Rp. } 35.000, - \times 18}{12} = \text{Rp. } 52.500, -/\text{bulan}$$

Untuk lebih jelas rincian perawatan dan pemakaian generator set dapat dilihat pada tabel 4.33.

Tabel 4.33. Perawatan dan Pemakaian Generator Set

Keterangan	Jumlah	Waktu	Harga (Rp)	Harga Total (Rp)
Gaji Pekerja	3	1 bulan	2.000.000	6.000.000
Makan Pekerja	3	15 hari	25.000	1.125.000
Bensin Kendaraan		15 hari	75.000	1.125.000
Tarif Tol		15 hari	30.000	450.000
Solar untuk pemanasan	8,4 x 15	30 menit	5150	648.900
Solar untuk Pemadaman	67,2 x 2	4 jam	5150	692.160
Accu	-	-	1.800.000	75.000
Trio Filter	3	-	35.000	8.750
Fanbelt	-	-	35.000	5833
Vibelt	-	-	35.000	2.916
Oli	-	-	35.000	52.500
Harga Total (Rp)				10.222.059

4.2.9.3. Analisis Efisiensi Biaya

Tabel. 4.34. Perbedaan Biaya PLN dan Genset Perbulan

Jumlah	PLN	Genset	Selisih
Investasi	Rp. 174.691,-	Rp. 1.083.333,-	Rp. 908.642,-
Tarif Pemakaian	Rp. 13.716.383,-	Rp. 10.222.059,-	Rp. 3.494.324,-
Tarif Beban	Rp. 1.936.809,-	-	Rp. 1.936.809,-
Total	Rp. 15.827.833,-	Rp. 11.305.392	Rp. 4.522.441,-

Berdasarkan tabel 4.34. terjadi perbedaan selisih yang sangat signifikan antara investasi sumber listrik PLN dan sumber listrik Genset. Investasi sumber listrik genset lebih besar Rp.908.642,- dari investasi PLN. Tarif pemakaian listrik

lebih PLN besar Rp. 3.494.324,- dibandingkan dengan tarif pemakaian listrik genset. Padas sumber listrik PLN terdapat tarif beban yaitu sebesar Rp. 1.936.809,- per bulan, sedangkan pada sumber listrik genset tidak ada.

Total pengeluaran sumber listrik PLN perbulan sebesar Rp. 15.827.833,- , sedangkan total pengeluaran sumber listrik generator set sebesar Rp. 11.305.392,-. Selisih antara total pengeluaran PLN dan genset sebesar Rp. 4.522.441,-, atau lebih besar total pengeluaran sumber listrik PLN dibandingkan dengan total pengeluaran sumber listrik genset.

Perbedaan total pengeluaran di atas tidak dapat dijadikan tolak ukur efisiensi biaya pengeluaran perbulan. Hal ini dikarenakan sumber listrik PLN digunakan selama 24 jam sedangkan sumber listrik genset digunakan hanya 8 jam sebulan, untuk mengetahui efisiensi pengeluaran biaya antara sumber listrik PLN dan sumber listrik genset dengan total pengeluaran masing-masing sumber listrik dengan waktu yang digunakan.

$$\text{biaya PLN perjam} = \frac{\text{total pengeluaran sebulan}}{24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari}}$$

$$\text{biaya PLN perjam} = \frac{\text{Rp. 15.827.833,-}}{24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari}} = \text{Rp. 21.983,-}$$

$$\text{biaya Genset perjam} = \frac{\text{total pengeluaran sebulan}}{8 \text{ jam}}$$

$$\text{biaya Genset perjam} = \frac{\text{Rp. 11.305.392,-}}{8 \text{ jam}} = \text{Rp. 1.413.174,-}$$

Tabel. 4.35. Perbedaan Biaya PLN dan Genset Perjam

Sumber Listrik	Pengeluaran Perbulan	Waktu Pemakaian	Pengeluaran Perjam
PLN	Rp. 15.827.833,-	720 jam	Rp. 21.983,-

Generator set	Rp. 11.305.392	8 jam	Rp. 1.413.174,-
---------------	----------------	-------	-----------------

Berdasarkan tabel 4.35, dapat dilihat biaya pengeluaran sumber listrik PLN sebesar per jam Rp. 21.983,- dan pengeluaran sumber listrik genset perjam Rp.1.413.174,-. Berdasarkan data tersebut biaya pengeluaran sumber listrik PLN per jam lebih murah dibandingkan dengan biaya pengeluaran sumber listrik generator set.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kinerja *power house* daya listrik yang dilakukan di Gerbang Tol Bekasi Barat, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tegangan yang dihasilkan oleh sumber listrik PLN pada Gerbang Tol Bekasi Barat sesuai dengan standar PUIL 2011 yaitu drop tegangan tidak lebih dari 4% dari voltase normal atau pada sistem satu fasa tidak kurang dari 213 volt dan pada sistem tiga fasa tidak kurang dari 365 volt, sehingga tegangan pada Gerbang Tol Bekasi Barat dapat dikatakan baik.
2. Perbaikan faktor daya dari 0,86 menjadi 0,95 dapat menggunakan kapasitor bank dengan kapasitas kapasitor antara 15,6 μF sampai 89,63 μF .
3. Rata-Rata frekuensi sumber listrik PLN sudah sesuai dengan standar yaitu tidak lebih dan kurang antara 49,5Hz – 50,5 Hz, namun kadang kala frekuensi mengalami kenaikan.
4. Waktu yang dibutuhkan ATS untuk transisi dari sumber listrik PLN ke sumber listrik generator pada Gerbang Tol Bekasi Barat sesuai dengan standar PUIL 2011 yaitu tidak lebih dari 15 detik, sehingga ATS pada Gerbang Tol Bekasi Barat dapat dikatakan baik.
5. Tegangan generator yang dihasilkan oleh Generator pada Gerbang Tol Bekasi Barat sesuai dengan Standar PUIL 2011 yaitu pada saat beban penuh drop tegangan tidak kurang dari 5 % dari voltase nominal atau tidak kurang dari

209 volt, sehingga tegangan output generator pada Gerbang Tol Bekasi Barat dapat dikatakan baik.

6. Nilai putaran generator yang dihasilkan oleh Generator Set pada Gerbang Tol Bekasi Barat masih di atas nilai yang tertera pada *nameplat* Generator yaitu sebesar 1500 rpm, sehingga putaran generator pada Gerbang Tol Bekasi Barat dapat dikatakan baik.
7. Frekuensi sumber listrik generator set sesuai dengan yang tertera pada *nameplat* generator yaitu sebesar 50Hz. Sehingga frekuensi generator set dapat dikatakan baik.
8. Biaya Sumber listrik PLN lebih efisien dibandingkan dengan sumber listrik genset karena biaya pengeluaran sumber listrik PLN per jam lebih murah dibandingkan dengan biaya pengeluaran sumber listrik generator set.

5.2. Saran

1. Untuk mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta skripsi ini dapat digunakan untuk menambah wawasan mengenai kinerja pada *Power House*.
2. Untuk pembaca, skripsi ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan alat ukur yang lebih memadai.
3. Untuk perusahaan PT. Jasamarga, peneliti menyarankan apabila perusahaan ingin memperbaiki faktor daya di Gerbang Tol Bekasi Barat dapat digunakan kapasitor bank dengan nilai antara 15,6 μF dan 89,63 μF .

DAFTAR PUSTAKA

- Alfith. (2013). Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tangga Dengan Pemakaian Lebih Dari 10 Tahun Di Kanagarian Nanggalo Kecamatan Koto XI Tarusan Kabupaten Pesisir Selatan. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 2: 63-70.
- Antono, dkk. (1985). *Istilah Teknik Listrik Inggris-Indonesia*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Aprilawati, Hidayah. (2007). Perancangan Unit Instalasi Genset Di PT Aichi Tex Indonesia. [tugas akhir]. Bandung: Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Bandung.
- Badan Standar Nasional. (2011). PUIL 2011. Jakarta: BSN.
- Budhiarsa, D. A. (2009). Kinerja Kantor Pertahanan Dalam Pelayanan sertifikat Tanah (Studi Deskriptif Atas Pelayanan Sertifikasi Peralihan Atas tanah di Kantor Pertahanan Kota Surakarta 2008-2009) [skripsi]. Surakarta: Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Sebelas Maret.
- Cekdin, Cekmas & Taufik Barlian. (2013). *Rangkaian Listrik*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Cekdin, Cekmas & Taufik Barlian. (2013). *Trasmisi Daya Listrik*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Direktorat Pendidikan Nasional. (2003). Instalasi Listrik Dasar.
- Giek, J. (1985). *Kumpulan Rumus Teknik*. Terjemahan oleh R. Slamet Brotodirejo & Heryanto Slamet. 2000. Jakarta: PT Paradnya Paramita.
- Guntoro, Hanif. (2008). Keandalan Dan Kualitas Listrik. <http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2008/09/keandalan-dan-kualitas-listrik.html>. Diakses 18 September 2008.
- Ismansyah. (2009). Perancangan Instalasi Listrik Pada Rumah Dengan Daya Listrik Besar. [skripsi]. Depok: Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Jackson, K.G. (1981). *Kamus Teknik Listrik*. Terjemahan oleh Mukhlison Mas'udi & Jaka Sundan. 1994. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- Linsley, Trevor. (2004). *Instalasi Listrik Dasar*. Terjemahan oleh Mirza Satriawan, Ph.D.; editor oleh Wayan Santika, ST MM & Wibi Hardani, ST MM. 2004. Jakarta: Erlangga.

- Nurhaya, S. P. 2009. Kinerja Lembaga Legislatif (Studi: Analisis Kinerja DPRD Kota Medan Periode 2004-2009)[skripsi]. Medan: Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Sumatera Utara.
- [PLN] Perusahaan Listrik Negara. (2010). *Standar Konstruksi Gardu Distribusi Dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*. Buku 4. Jakarta: PT PLN (Persero).
- Scaddan, Brian. (1991). *Sistem Pengawatan dan Pencarian Kesalahan untuk Instalasi Listrik*. Terjemahan oleh Ir. Zulkifli Harahap. 2004. Jakarta: PT Gelora Aksara Pratama.
- Setiadi, J.S., Machmudsyah, T., & Isnanto, Y. (2006). Pengaruh ketidak seimbangan beban terhadap arus dan Losses pada Trafo Distribusi. *Jurnal Teknik Elektro*, 6: 68-73.
- Sidehabi, S. W. & St. Nurhayati Jabir. Pengontrolan Genset Jarak Jauh Melalui Website Berbasis Mikrokontroler Arduino MEGA 2560-16AU. [Prosiding] Seminar Nasional ke-9 Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STTNAS) Yogyakarta. Hlm. 249-254.
- Standar Konstruksi Bangunan. (2009). Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Jakarta: Alfabeta.
- Sumardjati, Pih, dkk. (2008). *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Widoyoko, Eko Putro. (2011). *Evaluasi Program Pembelajaran*. Jakarta : Buku Beta.
- Yudisthesia, Reny. (2012). Analisis Kinerja Aparatur Sekretariat Daerah Kabupaten Balangan. *Jurnal Ilmu Politik dan Pemerintahan Lokal*, 2: 148-168.

Lampiran 1 Perhitungan Persentase Drop Tegangan dari PLN

Perhitungan persentase drop tegangan menggunakan rumus :

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$$

A. Senin, 30 Januari 2017

1. Hasil Pengukuran

Tabel 1.1 Hasil Pengukuran Senin, 30 Januari 2017

Waktu (WIB)			14.00	16.00	19.00
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	217	223	216
		SN	219	222	216
		TN	222	223	221
	Line To Line	RS	388	391	387
		RT	389	384	383
		ST	384	392	387

2. Perhitungan drop voltage

a. Pukul 14.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 217}{220} \times 100\% = 1,36 \%$$

$$SN = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = 0,45 \%$$

$$TN = \frac{220 - 222}{220} \times 100\% = -0,91 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 388}{380} \times 100\%$$

$$= -2,11 \%$$

$$RT = \frac{380 - 389}{380} \times 100\% = -2,37 \%$$

$$ST = \frac{380 - 384}{380} \times 100\% = -1,05 \%$$

b. Pukul 16.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 223}{220} \times 100\% = -1,36 \%$$

$$SN = \frac{220 - 222}{220} \times 100\% = -0,91 \%$$

$$TN = \frac{220 - 223}{220} \times 100\% = -1,36 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 391}{380} \times 100\%$$

$$= -2,89 \%$$

$$RT = \frac{380 - 384}{380} \times 100\% = -1,05 \%$$

$$ST = \frac{380 - 392}{380} \times 100\% = -3,16 \%$$

c. Pukul 19.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 216}{220} \times 100\% = 1,82 \%$$

$$SN = \frac{220 - 216}{220} \times 100\% = 1,82 \%$$

$$TN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0,45 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 387}{380} \times 100\%$$

$$= -1,84 \%$$

$$RT = \frac{380 - 383}{380} \times 100\% = -0,79 \%$$

$$ST = \frac{380 - 397}{380} \times 100\% = -1,84 \%$$

B. Selasa, 31 Januari 2017

1. Hasil Pengukuran

Tabel 1.2 Hasil Pengukuran Selasa, 31 Januari 2017

Waktu (WIB)			14.00	16.00	19.00
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	220	218	219
		SN	214	219	216
		TN	221	222	221
	Line To Line	RS	387	391	383
		RT	388	389	381
		ST	382	393	387

2. Perhitungan drop voltage

d. Pukul 14.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$SN = \frac{220 - 214}{220} \times 100\% = 2.73 \%$$

$$TN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 387}{380} \times 100\%$$

$$= -1.84 \%$$

$$RT = \frac{380 - 388}{380} \times 100\% = -2.11 \%$$

$$ST = \frac{380 - 382}{380} \times 100\% = -0.53\%$$

e. Pukul 16.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 218}{220} \times 100\% = 0.91 \%$$

$$SN = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = 0.45\% \quad RT = \frac{380 - 389}{380} \times 100\% = -2.37\%$$

$$TN = \frac{220 - 222}{220} \times 100\% = -0.91\% \quad ST = \frac{380 - 393}{380} \times 100\% = -3.42\%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 391}{380} \times 100\% \\ = -2,89\%$$

f. Pukul 19.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = 0.45\%$$

$$SN = \frac{220 - 216}{220} \times 100\% = 1.82\%$$

$$TN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0,45\%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 383}{380} \times 100\%$$

$$= -0.79\%$$

$$RT = \frac{380 - 381}{380} \times 100\% = -0.26\%$$

$$ST = \frac{380 - 387}{380} \times 100\% = -1.84\%$$

C. Rabu, 1 Februari 2017

1. Hasil Pengukuran

Tabel 1.3 Hasil Pengukuran Rabu, 1 Februari 2017

Waktu (WIB)			14.00	16.00	19.00
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	221	217	220
		SN	215	220	220
		TN	223	221	223
	Line To Line	RS	389	388	388
		RT	388	391	388
		ST	390	388	397

2. Perhitungan drop voltage

g. Pukul 14.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

$$SN = \frac{220 - 215}{220} \times 100\% = 2.27 \%$$

$$TN = \frac{220 - 223}{220} \times 100\% = -1.36 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 389}{380} \times 100\%$$

$$= -2.37 \%$$

$$RT = \frac{380 - 388}{380} \times 100\% = -2.11 \%$$

$$ST = \frac{380 - 390}{380} \times 100\% = -2.63 \%$$

h. Pukul 16.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 217}{220} \times 100\% = 1.36\%$$

$$SN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$TN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 388}{380} \times 100\% \\ = -2.11 \%$$

$$RT = \frac{380 - 391}{380} \times 100\% = -2.89 \%$$

$$ST = \frac{380 - 388}{380} \times 100\% = -2.11 \%$$

i. Pukul 19.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$SN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$TN = \frac{220 - 223}{220} \times 100\% = -1.36 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 388}{380} \times 100\%$$

$$= -2.11 \%$$

$$RT = \frac{380 - 388}{380} \times 100\% = -2.11 \%$$

$$ST = \frac{380 - 397}{380} \times 100\% = -4.47 \%$$

D. Kamis, 2 Februari 2017

1. Hasil Pengukuran

Tabel 1.4 Hasil Pengukuran Kamis, 2 Februari 2017

Waktu (WIB)			14.00	16.00	19.00
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	220	224	219
		SN	218	221	214
		TN	223	224	220
	Line To Line	RS	389	390	382
		RT	387	393	380
		ST	388	387	383

2. Perhitungan drop voltage

j. Pukul 14.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00\%$$

$$SN = \frac{220 - 218}{220} \times 100\% = 0.91\%$$

$$TN = \frac{220 - 223}{220} \times 100\% = -1.36\%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 389}{380} \times 100\%$$

$$= -2.37\%$$

$$RT = \frac{380 - 387}{380} \times 100\% = -1.84\%$$

$$ST = \frac{380 - 388}{380} \times 100\% = -2.11\%$$

k. Pukul 16.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 224}{220} \times 100\% = -1.82\%$$

$$SN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45\%$$

$$TN = \frac{220 - 224}{220} \times 100\% = -1.82\%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 390}{380} \times 100\%$$

$$= -2.63\%$$

$$RT = \frac{380 - 393}{380} \times 100\% = -3.42\%$$

$$ST = \frac{380 - 387}{380} \times 100\% = -1.84 \%$$

1. Pukul 19.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = 0.45 \%$$

$$SN = \frac{220 - 214}{220} \times 100\% = 2.73 \%$$

$$TN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 382}{380} \times 100\%$$

$$= -0.53 \%$$

$$RT = \frac{380 - 380}{380} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$ST = \frac{380 - 383}{380} \times 100\% = -0.79 \%$$

E. Jum'at, 3 Februari 2017

1. Hasil Pengukuran

Tabel 1.5 Hasil Pengukuran Jum'at, 3 Februari 2017

Waktu (WIB)	14.00	16.00	19.00
-------------	-------	-------	-------

Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	222	224	218
		SN	220	222	219
		TN	223	225	222
	Line To Line	RS	390	381	392
		RT	388	380	390
		ST	390	387	393

2. Perhitungan drop voltage

m. Pukul 14.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 222}{220} \times 100\% = -0.91 \%$$

$$SN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$TN = \frac{220 - 223}{220} \times 100\% = -1.36 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 390}{380} \times 100\%$$

$$= -2.63 \%$$

$$RT = \frac{380 - 388}{380} \times 100\% = -2.11 \%$$

$$ST = \frac{380 - 390}{380} \times 100\% = -2.63 \%$$

n. Pukul 16.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 224}{220} \times 100\% = -1.82 \%$$

$$SN = \frac{220 - 222}{220} \times 100\% = -0.91 \%$$

$$TN = \frac{220 - 225}{220} \times 100\% = -2.27 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 381}{380} \times 100\%$$

$$= -2.60 \%$$

$$RT = \frac{380 - 380}{380} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$ST = \frac{380 - 387}{380} \times 100\% = -1.84 \%$$

o. Pukul 19.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 218}{220} \times 100\% = 0.91 \%$$

$$SN = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = 0.45 \%$$

$$TN = \frac{220 - 222}{220} \times 100\% = -0.91 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 392}{380} \times 100\%$$

$$= -3.16 \%$$

$$RT = \frac{380 - 390}{380} \times 100\% = -2.63 \%$$

$$ST = \frac{380 - 393}{380} \times 100\% = -3.42 \%$$

F. Sabtu, 4 Februari 2017

1. Hasil Pengukuran

Tabel 1.6 Hasil Pengukuran Sabtu, 4 Februari 2017

Waktu (WIB)	14.00	16.00	19.00

Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	220	220	217
		SN	221	220	216
		TN	221	221	219
	Line To Line	RS	387	389	382
		RT	388	384	380
		ST	391	390	385

2. Perhitungan drop voltage

p. Pukul 14.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$SN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

$$TN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 387}{380} \times 100\%$$

$$= -1.84 \%$$

$$RT = \frac{380 - 388}{380} \times 100\% = -2.11 \%$$

$$ST = \frac{380 - 391}{380} \times 100\% = -2.89 \%$$

q. Pukul 16.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$SN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$TN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 389}{380} \times 100\%$$

$$= -2.37 \%$$

$$RT = \frac{380 - 384}{380} \times 100\% = -1.05 \%$$

$$ST = \frac{380 - 390}{380} \times 100\% = -2.63 \%$$

r. Pukul 19.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 217}{220} \times 100\% = 1.36 \%$$

$$SN = \frac{220 - 216}{220} \times 100\% = 1.82 \%$$

$$TN = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 382}{380} \times 100\%$$

$$= -0.53 \%$$

$$RT = \frac{380 - 380}{380} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$ST = \frac{380 - 385}{380} \times 100\% = -1.32 \%$$

G. Minggu, 5 Februari 2017

1. Hasil Pengukuran

Tabel 1.7 Hasil Pengukuran Minggu, 5 Februari 2017

Waktu (WIB)	14.00	16.00	19.00
-------------	-------	-------	-------

Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	217	220	216
		SN	219	221	216
		TN	221	221	220
	Line To Line	RS	382	381	389
		RT	388	382	387
		ST	387	389	391

2. Perhitungan drop voltage

s. Pukul 14.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 217}{220} \times 100\% = 1.36 \%$$

$$SN = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = 0.45 \%$$

$$TN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 382}{380} \times 100\%$$

$$= -0.53 \%$$

$$RT = \frac{380 - 388}{380} \times 100\% = -2.11 \%$$

$$ST = \frac{380 - 387}{380} \times 100\% = -1.84 \%$$

t. Pukul 16.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$SN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

$$TN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 381}{380} \times 100\%$$

$$= -0.26 \%$$

$$RT = \frac{380 - 382}{380} \times 100\% = -0.53 \%$$

$$ST = \frac{380 - 389}{380} \times 100\% = -2.37 \%$$

u. Pukul 19.00

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 216}{220} \times 100\% = 1.82\%$$

$$SN = \frac{220 - 216}{220} \times 100\% = 1.82\%$$

$$TN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00\%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 389}{380} \times 100\%$$

$$= -2.37\%$$

$$RT = \frac{380 - 387}{380} \times 100\% = -1.84\%$$

$$ST = \frac{380 - 391}{380} \times 100\% = -2.89\%$$

Lampiran 2 Perhitungan Persentase Drop Tegangan dari *Generator Set*

Perhitungan persentase drop tegangan menggunakan rumus :

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$$

Tabel 1.8 Hasil Pengukuran *Generator Set*

Waktu (WIB)			Selasa, 31 Januari 2017	Kamis, 2 Februari 2017	Sabtu, 4 Februari 2017
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	219	216	217
		SN	219	220	222
		TN	221	217	221
	Line To Line	RS	378	383	382
		RT	380	381	387
		ST	382	384	382

v. Selasa, 31 Januari 2017

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = 0.45 \%$$

$$SN = \frac{220 - 219}{220} \times 100\% = 0.45 \%$$

$$TN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45 \%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 378}{380} \times 100\%$$

$$= 0.53 \%$$

$$RT = \frac{380 - 380}{380} \times 100\% = 0.00 \%$$

$$ST = \frac{380 - 382}{380} \times 100\% = -0.53 \%$$

w. Kamis, 2 Februari 2017

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 216}{220} \times 100\% = 1.82\%$$

$$SN = \frac{220 - 220}{220} \times 100\% = 0.00\%$$

$$TN = \frac{220 - 217}{220} \times 100\% = -1.36\%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 383}{380} \times 100\%$$

$$= -0.79\%$$

$$RT = \frac{380 - 381}{380} \times 100\% = -0.26\%$$

$$ST = \frac{380 - 384}{380} \times 100\% = -1.05\%$$

x. Sabtu, 4 Februari 2017

- Line to Netral

$$RN = \frac{220 - 217}{220} \times 100\% = 1.36\%$$

$$SN = \frac{220 - 222}{220} \times 100\% = -0.91\%$$

$$TN = \frac{220 - 221}{220} \times 100\% = -0.45\%$$

- Line to Line

$$RS = \frac{380 - 382}{380} \times 100\%$$

$$= -0.53\%$$

$$RT = \frac{380 - 387}{380} \times 100\% = -1.84\%$$

$$ST = \frac{380 - 382}{380} \times 100\% = -0.53\%$$

Lampiran 3 Perhitungan Daya Listrik

Perhitungan daya listrik menggunakan rumus :

$$P = V \times I \times \cos\theta$$

Perhitungan pemakaian total daya tiap jam :

$$P_{Total} = P_R + P_S + P_T$$

Perhitungan daya Rata-rata haraian :

$$P_{harian} = \frac{P_{total1} + P_{total2} + P_{total3}}{3}$$

✓ Senin, 30 Januari 2017

- Hasil Pengukuran

Tabel 3.1 Hasil Pengukuran Senin, 30 Januari 2017

Waktu (WIB)			14.00	16.00	19.00
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	217	223	216
		SN	219	222	216
		TN	222	223	221
	Line To Line	RS	388	391	387
		RT	389	384	383
		ST	384	392	387
Arus (ampere)	R	21.8	22	27	
	S	24.6	28.3	37	
	T	20.2	20.4	30.9	

- Hasil Perhitungan

➤ Pukul 14.00 WIB

- Fasa R

$$P = 217 \times 21,8 \times 0,86 = 4068,32 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 219 \times 24,6 \times 0,86 = 4219,16 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 222 \times 20,2 \times 0,86 = 5015,52 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 14.00 WIB

$$P = 4068,32 + 4219,16 + 5015,52 = 13.303 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 16.00 WIB

- Fasa R

$$P = 223 \times 22 \times 0,86 = 4633,16 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 222 \times 28,3 \times 0,86 = 5403,04 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 223 \times 20,4 \times 0,86 = 6873,12 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 16.00 WIB

$$P = 4633,16 + 5403,04 + 6873,12 = 16909,32 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 19.00 WIB

- Fasa R

$$P = 216 \times 27 \times 0,86 = 3856,58$$

- Fasa S

$$P = 216 \times 37 \times 0,86 = 3912,31 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 221 \times 30,9 \times 0,86 = 5872,85 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 19.00 WIB

$$P = 3856,58 + 3912,31 + 5872,85 = 13.641,75 \text{ Watt}$$

➤ Rata-Rata Harian

$$P = \frac{13303 + 16909,32 + 13641,75}{3} = 14618,02 \text{ Watt}$$

✓ Selasa, 31 Januari 2017

- Hasil Pengukuran

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Senin, 30 Januari 2017

Waktu (WIB)			14.00	16.00	19.00
Faktor Daya			0.86	0.86	0.86
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	220	218	219
		SN	214	219	216

	Line To Line	TN	221	222	221
		RS	387	391	383
		RT	388	389	381
		ST	382	393	387
Arus (ampere)		R	21.4	21.9	22.2
		S	19.7	24.5	30.7
		T	20.7	20.6	28.4

- Hasil Perhitungan

- Pukul 14.00 WIB

- Fasa R

$$P = 220 \times 21.4 \times 0,86 = 4048,88 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 214 \times 19,7 \times 0,86 = 4105,81 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 221 \times 20,7 \times 0,86 = 4181,15 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 14.00 WIB

$$P = 4048,88 + 4105,81 + 4181,15 = 12335,84 \text{ Watt}$$

- Pukul 16.00 WIB

- Fasa R

$$P = 218 \times 24,5 \times 0,86 = 3625,58 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 219 \times 24,5 \times 0,86 = 4614,33 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 222 \times 20,6 \times 0,86 = 5702,83 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 16.00 WIB

$$P = 3625,58 + 4614,33 + 5702,83 = 13.942,75 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 19.00 WIB

- Fasa R

$$P = 219 \times 22,2 \times 0,86 = 3934,24 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 216 \times 30,7 \times 0,86 = 3932,95 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 221 \times 28,4 \times 0,86 = 5397,7 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 19.00 WIB

$$P = 3934,24 + 3932,95 + 5397,7 = 13.264,9 \text{ Watt}$$

➤ Rata-Rata Harian

$$P = \frac{12335,84 + 13942,75 + 13264,9}{3} = 13.181,16 \text{ Watt}$$

✓ Rabu, 1 Februari 2017

- Hasil Pengukuran

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Senin, 30 Januari 2017

Waktu (WIB)			14	16	19
Faktor Daya			0.86	0.86	0.86
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	221	217	220
		SN	215	220	220
		TN	223	221	223
	Line To Line	RS	389	388	388
		RT	388	391	388
		ST	390	388	397
Arus (ampere)		R	20.2	21.2	26.9
		S	23.7	19.6	18.4
		T	17.1	18.3	24.1

- Hasil Perhitungan

➤ Pukul 14.00 WIB

- Fasa R

$$P = 221 \times 20,2 \times 0,86 = 3839,21 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 215 \times 23,7 \times 0,86 = 3956,34 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 223 \times 17,1 \times 0,86 = 5089,48 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 14.00 WIB

$$P = 3839,21 + 3956,34 + 5089,48 = 12885,03 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 16.00 WIB

- Fasa R

$$P = 217 \times 21,2 \times 0,86 = 4382,13 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 220 \times 19,6 \times 0,86 = 3708,32 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 221 \times 18,3 \times 0,86 = 3481,28 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 16.00 WIB

$$P = 4382,13 + 3708,32 + 3481,28 = 11571,73 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 19.00 WIB

- Fasa R

$$P = 220 \times 26,9 \times 0,86 = 3279,44 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 220 \times 18,4 \times 0,86 = 3478,1 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 223 \times 24,1 \times 0,86 = 4621,9 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 19.00 WIB

$$P = 3279,44 + 3478,1 + 4621,9 = 11379,43 \text{ Watt}$$

➤ Rata-Rata Harian

$$P = \frac{12885,03 + 11571,73 + 11379,43}{3} = 11945,4 \text{ Watt}$$

✓ Kamis, 2 Februari 2017

- Hasil Pengukuran

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Senin, 30 Januari 2017

Waktu (WIB)			14	16	19
Faktor Daya			0.86	0.86	0.86
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	220	224	219
		SN	218	221	214
		TN	223	224	220
	Line To Line	RS	389	390	382
		RT	387	393	380
		ST	388	387	383
Arus (ampere)		R	15.1	17.2	20.7
		S	24.1	27.7	32.3
		T	14.4	20.3	24.2

- Hasil Perhitungan

➤ Pukul 14.00 WIB

- Fasa R

$$P = 220 \times 15,1 \times 0,86 = 2856,92 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 218 \times 24,1 \times 0,86 = 3313,41 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 223 \times 14,4 \times 0,86 = 3898,64 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 14.00 WIB

$$P = 2856,92 + 3313,41 + 3898,64 = 10068,97 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 16.00 WIB

- Fasa R

$$P = 224 \times 17,2 \times 0,86 = 4518,27 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 221 \times 27,7 \times 0,86 = 5264,67 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 224 \times 20,3 \times 0,86 = 5944,5 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 16.00 WIB

$$P = 4518,27 + 5264,67 + 5944,5 = 15727,42 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 19.00 WIB

- Fasa R

$$P = 219 \times 20,7 \times 0,86 = 2761,63 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 214 \times 32,3 \times 0,86 = 3910,6 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 220 \times 24,2 \times 0,86 = 4578,64 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 19.00 WIB

$$P = 2761,63 + 3910,6 + 4578,64 = 11250,86 \text{ Watt}$$

➤ Rata-Rata Harian

$$P = \frac{10068,97 + 15727,42 + 11250,86}{3} = 12349,08 \text{ Watt}$$

✓ Jumat, 3 Februari 2017

- Hasil Pengukuran

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Senin, 30 Januari 2017

Waktu (WIB)	14	16	19
Faktor Daya	0.86	0.86	0.86

Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	222	224	218
		SN	220	222	219
		TN	223	225	222
	Line To Line	RS	390	381	392
		RT	388	380	390
		ST	390	387	393
Arus (ampere)	R	17.3	13.5	20.8	
	S	19.8	32.1	25.6	
	T	20.3	27.8	24.3	

- Hasil Perhitungan

- Pukul 14.00 WIB

- Fasa R

$$P = 222 \times 17,3 \times 0,86 = 3302,9 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 220 \times 19,8 \times 0,86 = 2600,64 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 223 \times 20,3 \times 0,86 = 3899,58 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 14.00 WIB

$$P = 3302,9 + 2600,64 + 3899,58 = 9803,14 \text{ Watt}$$

- Pukul 16.00 WIB

- Fasa R

$$P = 224 \times 13,5 \times 0,86 = 3746,16 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 222 \times 32,1 \times 0,86 = 6128,53 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 225 \times 27,8 \times 0,86 = 4821,5 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 16.00 WIB

$$P = 3746,16 + 6128,53 + 4821,5 = 14696,2 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 19.00 WIB

- Fasa R

$$P = 218 \times 20,8 \times 0,86 = 3893,13 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 219 \times 25,6 \times 0,86 = 5379,3 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 222 \times 24,3 \times 0,86 = 4639,35 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 19.00 WIB

$$P = 3893,13 + 5379,3 + 4639,35 = 13911,79 \text{ Watt}$$

➤ Rata-Rata Harian

$$P = \frac{9803,14 + 14696,2 + 13911,79}{3} = 12803,71 \text{ Watt}$$

✓ Sabtu, 4 Februari 2017

- Hasil Pengukuran

Waktu (WIB)			14	16	19
Faktor Daya			0.86	0.86	0.86
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	220	220	217
		SN	221	220	216
		TN	221	221	219
	Line To Line	RS	387	389	382
		RT	388	384	380
		ST	391	390	385
Arus (ampere)		R	20.5	20.8	29.7
		S	19.8	20.1	23.9
		T	21.4	26.7	30.3

- Hasil Perhitungan

➤ Pukul 14.00 WIB

- Fasa R

$$P = 220 \times 20,5 \times 0,86 = 3878.6Watt$$

- Fasa S

$$P = 221 \times 19,8 \times 0,86 = 3935.36Watt$$

- Fasa T

$$P = 221 \times 21,4 \times 0,86 = 5542.614 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 14.00 WIB

$$P = 3878.6 + 3935.36 + 5542.614 = 13356.57 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 16.00 WIB

- Fasa R

$$P = 220 \times 20,8 \times 0,86 = 3763.188 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 220 \times 20,1 \times 0,86 = 3802.92 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 221 \times 26,7 \times 0,86 = 4439.664 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 16.00 WIB

$$P = 3763.188 + 3802.92 + 4439.664 = 12005.77 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 19.00 WIB

- Fasa R

$$P = 217 \times 29,7 \times 0,86 = 4067.284 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 216 \times 23,9 \times 0,86 = 5074.602 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 219 \times 30,3 \times 0,86 = 5706.702 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 19.00 WIB

$$P = 4067.284 + 5074.602 + 5706.702 = 14848.59 \text{ Watt}$$

➤ Rata-Rata Harian

$$P = 13356.57 + 12005.77 + 14848.59 = 13403.64 \text{ Watt}$$

✓ Minggu, 5 Februari 2017

- Hasil Pengukuran

Waktu (WIB)			14	16	19
Faktor Daya			0.86	0.86	0.86
Tegangan (volt)	Line To Netral	RN	217	220	216
		SN	219	221	216
		TN	221	221	220
	Line To Line	RS	382	381	389
		RT	388	382	387
		ST	387	389	391
Arus		R	21.2	22.7	26.1

(ampere)	S	17.5	19.9	22.6
	T	18.2	25.4	26.9

- Hasil Perhitungan

➤ Pukul 14.00 WIB

- Fasa R

$$P = 217 \times 21.2 \times 0,86 = 3956.344 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 219 \times 17,5 \times 0,86 = 4294.84 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 221 \times 18,2 \times 0.86 = 4848.336 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 14.00 WIB

$$P = 3956.344 + 4294.84 + 4848.336 = 13099.52 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 16.00 WIB

- Fasa R

$$P = 220 \times 22,7 \times 0,86 = 3295.95 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 221 \times 19,9 \times 0,86 = 3782.194 \text{ Watt}$$

- Fasa T

$$P = 221 \times 25,4 \times 0,86 = 4198.176 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 16.00 WIB

$$P = 3295.95 + 3782.194 + 4198.176 = 11276.32 \text{ Watt}$$

➤ Pukul 19.00 WIB

- Fasa R

$$P = 216 \times 26,1 \times 0,86 = 3459.092 \text{ Watt}$$

- Fasa S

$$P = 216 \times 22,6 \times 0,86 = 4827.524 \text{ Watt}$$

- Fasa T

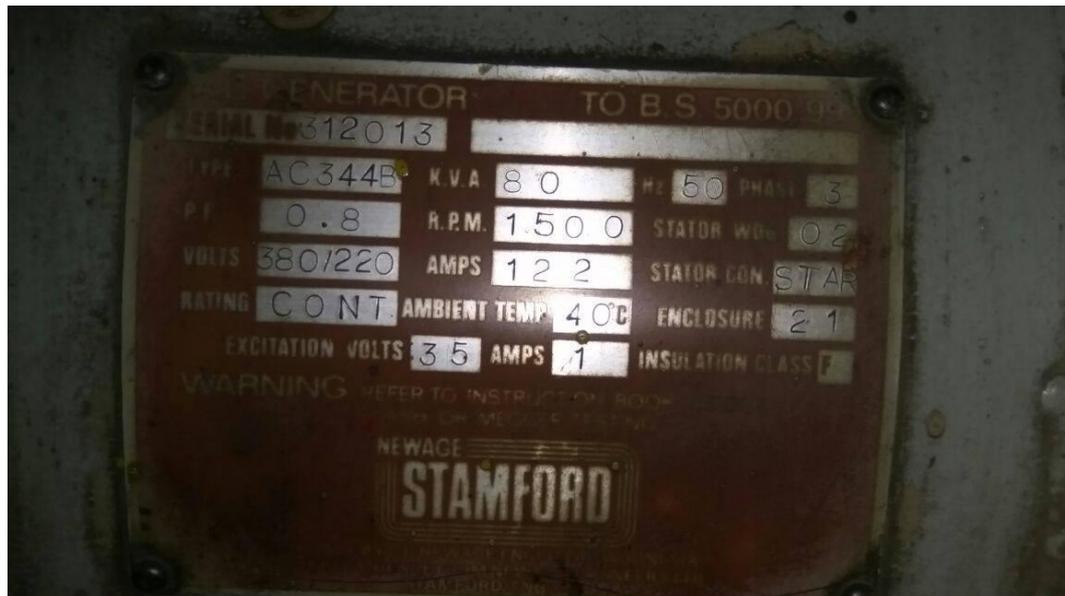
$$P = 220 \times 26,9 \times 0,86 = 5089.48 \text{ Watt}$$

- Total Daya Pukul 19.00 WIB

$$P = 3459.092 + 4827.524 + 5089.48 = 13376.1 \text{ Watt}$$

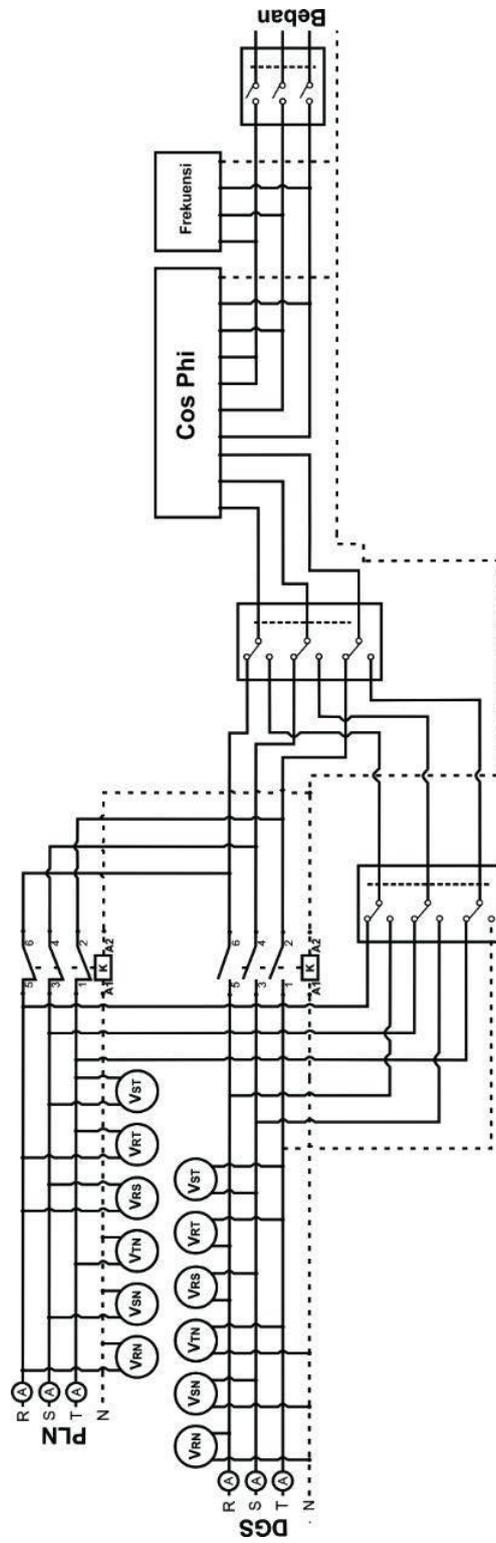
➤ Rata-Rata Harian

$$P = 13099.52 + 11276.32 + 13376.1 = 12583.98 \text{ Watt}$$

LAMPIRAN 4**SPEKIFIKASI GENERATOR**

LAMPIRAN 5

GAMBAR PENGUKURAN



LAMPIRAN 6

TARIF DAYA LISTRIK



PT PLN (Persero)

Jalan Trunojoyo Blok M I/135 Kebayoran Baru – Jakarta 12160

Telepon : (021) 7261875, 7261122, 7262234

Facsimile : (021) 7221330

Website : www.pln.co.id

(021) 7251234, 7250550

**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)**

BULAN FEBRUARI & MARET 2017

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.467,28	1.467,28
2.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.467,28	1.467,28
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.467,28	1.467,28
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	1.467,28	1.467,28
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVArh = 996,74 ****)	-
9.	P-1/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.467,28	1.467,28
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVArh = 1.114,74 ****)	-
11.	P-3/TR		*)	1.467,28	1.467,28
12.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Catatan :

- *) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.
- ***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
- ****) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
RM3 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.
Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
- *****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).
- K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

WBP : Waktu Beban Puncak.
LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

LAMPIRAN 7**TARIF PASANG DAYA BARU****DAFTAR BIAYA PASANG BARU LISTRIK PASCABAYAR**

NO	DAYA (VA)	BIAYA PB	PHASA
1	6600	RP 7.800.000,00	3
2	7700	RP 9.200.000,00	1
3	10600	RP 13.000.000,00	3
4	11000	RP 13.500.000,00	1
5	13200	RP 16.000.000,00	3
6	16500	RP 19.400.000,00	3
7	23000	RP 27.500.000,00	3
8	33000	RP 41.200.000,00	3
9	41500	RP 53.500.000,00	3
10	53000	RP 68.000.000,00	3
11	66000	RP 84.700.000,00	3
12	82500	RP 115.000.000,00	3
13	105000	RP 135.000.000,00	3
14	131000	RP 165.000.000,00	3
15	147000	RP 196.000.000,00	3
16	164000	RP 225.000.000,00	3
17	197000	RP 255.000.000,00	3

LAMPIRAN 8

TARIF KONSUL

**TABEL BIAYA PEMERIKSAAN INSTALASI LISTRIK
KONSUMEN TEGANGAN RENDAH 220 / 380 VOLT**

DAYA	PER VA	BIAYA PEMERIKSAAN	PPN ID %	TOTAL
450		Rp. 60.000	Rp. 6.000	Rp. 66.000
900		Rp. 70.000	Rp. 7.000	Rp. 77.000
1300		Rp. 85.000	Rp. 8.500	Rp. 93.500
2200		Rp. 95.000	Rp. 9.500	Rp. 104.500
3500		Rp. 105.000	Rp. 10.500	Rp. 115.500
4400		Rp. 132.000	Rp. 13.200	Rp. 145.200
5500	Rp. 30	Rp. 165.000	Rp. 16.500	Rp. 181.500
6600		Rp. 198.000	Rp. 19.800	Rp. 217.800
7700		Rp. 231.000	Rp. 23.100	Rp. 254.100
10600		Rp. 265.000	Rp. 26.500	Rp. 291.500
11000		Rp. 275.000	Rp. 27.500	Rp. 302.500
13200	Rp. 25	Rp. 330.000	Rp. 33.000	Rp. 363.000
16500		Rp. 412.500	Rp. 41.250	Rp. 453.750
23000		Rp. 575.000	Rp. 57.500	Rp. 632.500
33000	-	Rp. 660.000	Rp. 66.000	Rp. 726.000
41500	Rp. 20	Rp. 830.000	Rp. 83.000	Rp. 913.000
53000		Rp. 1.060.000	Rp. 106.000	Rp. 1.166.000
66000		Rp. 1.320.000	Rp. 132.000	Rp. 1.452.000
82500		Rp. 1.443.750	Rp. 144.375	Rp. 1.588.125
105000		Rp. 1.837.500	Rp. 183.750	Rp. 2.021.250
131000	Rp. 17.50	Rp. 2.292.500	Rp. 229.250	Rp. 2.521.750
147000		Rp. 2.572.500	Rp. 257.250	Rp. 2.829.750
197000		Rp. 3.447.500	Rp. 344.750	Rp. 3.792.250

LAMPIRAN 9
DOKUMENTASI



Pengukuran Arus



Melakukan Pengukuran



Pengukuran Tegangan



Pengukuran Putaran Generator



Melakukan Pengukuran Putaran Generator

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Silvia Fajriani, lahir di Tangerang, 26 Oktober 1994. Penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SDN Petir IV di Tangerang pada tahun 2000 dan lulus pada tahun 2006. Kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di MTs Negeri 8 Jakarta pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2009, lalu melanjutkan Pendidikannya di SMAN 33 Jakarta pada tahun 2009 dan lulus pada tahun 2012. Penulis melanjutkan pendidikan ke Universitas Negeri Jakarta dengan program studi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik.

Penulis melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Komisi Nasional untuk Keselamatan Instalasi Listrik (KONSUIL) area Gambir di Cempaka Putih pada tanggal 1-28 Februari 2015 dan melaksanakan Praktek Keterampilan Mengajar (PKM) di SMK Negeri 1 Jakarta dari bulan September-November 2015.