

**ANALISIS KONDISI PERANGKAT HUBUNG BAGI  
TEGANGAN RENDAH (PHB-TR) GARDU DISTRIBUSI  
WILAYAH CILEDUG**



**SKRIPSI**

**Disajikan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi S1 Pendidikan Vokasional Teknik Elektro**

**Oleh :**

**Lestari Nurreta Hartanti**

**5115134261**

**PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN VOKASIONAL TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

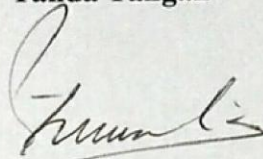
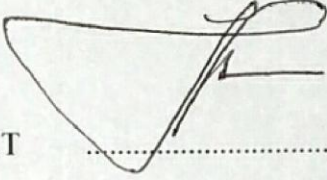
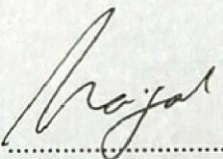
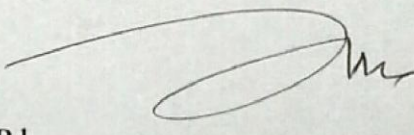
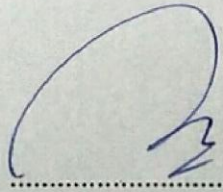
**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KONDISI PERANGKAT HUBUNG BAGI TEGANGAN  
RENDAH (PHB-TR) GARDU DISTRIBUSI WILAYAH CILEDUG**

**LESTARI NURRETA HARTANTI / 5115134261**

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

<b>Nama Dosen</b>	<b>Tanda Tangan</b>	<b>Tanggal</b>
Drs. Purwanto G.,M.T ( Ketua Penguji )		14.02.2018
Massus Subekti, S.Pd.,M.T ( Sekretaris )		14.02.2018
Nur Hanifah Y.,M.T ( Dosen Ahli )		15-02-2018
Prof. Dr. Suyitno, M.Pd ( Pembimbing I )		15.02.2018
Aris Sunawar, M.T ( Pembimbing II )		14.02.2018

Tanggal Lulus : 13 Februari 2018



## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

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

Jakarta, Januari 2018

Yang membuat pernyataan



Lestari Nureta Hartanti  
5115134261

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

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

Jakarta, Januari 2018

Yang membuat pernyataan

Lestari Nureta Hartanti  
5115134261

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS KONDISI PERANGKAT HUBUNG BAGI TEGANGAN RENDAH (PHB-TR) GARDU DISTRIBUSI WILAYAH CILEDUG” yang merupakan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Pembuatan Skripsi ini tidak dapat terwujud tanpa adanya bantuan dan dukungan dari pihak lain. Dengan ini, penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dorongan, do'a, saran-saran dan bantuan yang telah diberikan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan kali ini, izinkan saya untuk menyampaikan ucapan teria kasih kepada :

1. Massus Subekti, S.Pd., M.T selaku Kepala Program Pendidikan Teknik Elektro.
2. Pegawai PLN Area Bintaro, bapak Wahyu, Mas Reza, Bapak Dedi, Bapak Idul, dan Bapak Yahya yang membantu dalam penelitian ini.
3. Prof. Dr. Suyitno Muslim, M.Pd selaku Dosen Pembimbing I
4. Bapak Aris Sunawar, S.Pd, M.T selaku Dosen Pembimbing II
5. Seluruh Dosen-Dosen Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
6. Keluarga saya tercinta, Bapak Haryanto dan Ibu Yuli Supriati, kakak saya Muhammad Widzat Yulianto dan adik saya Nuraida Rahmawati yang selalu memberi dukungan baik moral maupun materil dan do'a yang tiada henti.
7. Teman-teman terdekat saya sejak SMA Yaumadina Larasati, Siti Nur Fitriani, Muhammad Yoga Arifiyanto, dan Mangesti Ayu Pratiwi yang selalu memberi dukungan, mendoakan, dan menyemangati penulis hingga saat ini.
8. Teman-teman terdekat saya sejak awal kuliah Novia Fidianti, Azelia Puteri, Luthfiah Mamluatul I, Nabila Dwi Asty, dan Gina Aini Rahman yang selalu menemani sejak awal kuliah hingga semester akhir, memberikan dukungan dan saling membantu hingga penyelesaian skripsi ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan Pendidikan Teknik Elektro UNJ 2013

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu namun ikut serta membantu saya dalam menyelesaikan penelitian serta dalam penyusunan skripsi ini.

Jakarta, 2 Januari 2018

Lestari Nurreta Hartanti

5115134261

## **ABSTRAK**

**Lestari Nurreta Hartanti. ANALISIS KONDISI PERANGKAT HUBUNG BAGI TEGANGAN RENDAH (PHB-TR) GARDU DISTRIBUSI WILAYAH CILEDUG.** Skripsi. Jakarta : Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta 2018. Pembimbing : Prof. Dr. Suyitno Muslim, M.Pd dan Aris Sunawar, S.Pd, M.T.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kesesuaian kondisi PHB TR pada Gardu Distribusi milik PT.PLN (Persero) wilayah Ciledug dengan SPLN D3.016-2:2013. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung. Untuk mengetahui kondisi PHB TR yang diteleti, dilakukan pengukuran dan pengamatan terhadap aspek konstruksi, proteksi, pengawatan, dan penandaan. Kemudian data pengukuran dan pengamatan dibandingkan dengan standar PLN yang berlaku (SPLN D3.016-2:2013) dengan tujuan mengetahui kondisi PHB TR Gardu sampel.

Hasil penelitian dari kelima PHB TR Gardu CD 354, CD 144, CD 302, CD 304, dan CD 183 menunjukkan PHB TR CD 354 dan CD 183 kesesuaiannya pada aspek konstruksi lebih rendah dibandingkan 3 gardu sampel lainnya. PHB TR CD 354 kesesuaiannya pada aspek proteksi lebih rendah dibandingkan 4 gardu sampel lainnya. PHB TR CD 354 kesesuaiannya pada aspek pengawatan lebih rendah dari 4 gardu sampel lainnya. PHB TR CD 144 kesesuaiannya pada aspek penandaan lebih rendah dibandingkan 4 gardu sampel lainnya. Gardu sampel dengan tingkat kesesuaian PHB TR tertinggi didapatkan pada CD 304 dan CD 302 dengan tingkat kesesuaian sebesar 82,5 %, sedangkan gardu sampel dengan kesesuaian terendah didapatkan pada CD 354 dengan tingkat kesesuaian 69,8%.

**Kata kunci : Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah, Kesesuaian.**

## **ABSTRACT**

**Lestari Nurreta Hartanti. ANALYSIS OF CONDITION OF LOW VOLTAGE DISTRIBUTION BOARD FOR SUBSTATION DISTRIBUTIONS OF CILEDUG AREA.** Essay. Jakarta: Faculty of Engineering, Jakarta State University 2018. Supervisor Prof. Dr. Suyitno Muslim, M. Pd and Aris Sunawar, S.Pd, M.T.

The purpose of this research is to know the suitability of LV-DB condition on Distribution Substation that owned by PT.PLN (Persero) of Ciledug area with SPLN D3.016-2:2013. The method used is descriptive analysis. The data collection is conducted through direct observation. To know the condition of LV-DB that has been research, conducted measurement and observation on aspects of construction, protection, wiring, and tagging. Then the measurement and observation data is compared with the applicable PLN standard (SPLN D3.016-2: 2013) with the aim of knowing the condition of LV-DB at distribution substation.

The results of the LV-DB Substation CD 354, CD 144, CD 302, CD 304, and CD 183 showed that the suitability at CD 354 and CD 183 LVDB is in the lower construction interiors compared to 3 other sample substances. LV-DB CD 354 compliance to the protection aspect is lower than 4 other sample substations. LVDB CD 354 compliance to the wiring aspect is lower than 4 other sample substations. All LVDB substations sampled on the area of the marking label on CD 144 is only 27 mm. The sample substance with the level of LVDB falls fell on CD 304 and CD 302 with the suitability level of 82,5%, while the sample substation with conformity value on CD 354 with the suitability rate of 69,8%.

**Keywords: Low Voltage Distribution Board, Suitability.**



## DAFTAR ISI

### Halaman

<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	3
1.3. Pembatasan Masalah .....	4
1.4. Perumusan Masalah .....	4
1.5. Tujuan Penelitian .....	4
1.6. Kegunaan Penelitian.....	4
<b>BAB II    KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1. Landasan Teori.....	5
2.1.1. Analisis.....	5
2.1.2. PHB TR.....	5
2.1.3. Gardu Distribusi .....	20
2.1.4. Sistem Distribusi Sekunder .....	24
2.2. Penelitian yang Relevan.....	24
2.3. Kerangka Berfikir.....	25
<b>BAB III    Metodologi Penelitian</b>	
3.1. Tempat, Waktu dan Subjek Penelitian .....	27
3.2. Populasi dan Sampel .....	27
3.3. Metode Penelitian.....	27
3.4. Diagram Penelitian.....	28
3.5. Instrumen Penelitian.....	29

3.6. Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.7. Teknik Analisis Data.....	34
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHSAN</b>	
4.1. Hasil Penelitian .....	35
4.1.1. Data Hasil Pengamatan dan Pengukuran PHB TR.....	35
4.2. Pembahasan.....	57
4.2.1. Analisis Data Kesesuaian Konstruksi PHB TR .....	58
4.2.2. Analisis Data Kesesuaian Proteksi PHB TR.....	67
4.2.3. Analisis Data Kesesuaian Pengawatan PHB TR.....	74
4.2.4. Analisis Data Kesesuaian Penandaan PHB TR.....	78
4.2.5. Analisis Data Kondidi Kelistrikan PHB TR .....	81
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan.....	90
5.2. Saran.....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>93</b>
<b>LAMPIRAN – LAMPIRAN.....</b>	<b>94</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Unit Masukan (Incoming) PHB TR .....	6
Gambar 2.2. Unit Keluaran (Outgoing) PHB TR .....	7
Gambar 2.3. NH Fuse.....	9
Gambar 2.4. NH Fuse Puller .....	9
Gambar 2.5. Busbar Tembaga.....	12
Gambar 2.6. Saklar Utama/LBS.....	14
Gambar 2.7. Sirkuit Bantu PHB TR.....	16
Gambar 2.8. Gardu Portal SUTM .....	21
Gambar 2.9. Gardu Portal SKTM .....	22
Gambar 2.10. Gardu Beton .....	23
Gambar 2.11. Gardu Kios .....	23
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian.....	28
Gambar 3.2. Jangka Sorong .....	31
Gambar 3.3. Sepatu 20 kV .....	32
Gambar 3.4. Sarung Tangan 20 kV.....	32
Gambar 3.5. Meteran.....	33
Gambar 3.6. Apmeremeter .....	33
Gambar 4.1. Diagram Kesesuaian Konstruksi PHB TR Gardu CD 354.....	58
Gambar 4.2. Diagram Kesesuaian Konstruksi PHB TR Gardu CD 144.....	60
Gambar 4.3. Diagram Kesesuaian Konstruksi PHB TR Gardu CD 304.....	62
Gambar 4.4. Diagram Kesesuaian Konstruksi PHB TR Gardu CD 302.....	63
Gambar 4.5. Diagram Kesesuaian Konstruksi PHB TR Gardu CD 183.....	65
Gambar 4.6. Diagram Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu CD 354 .....	67
Gambar 4.7. Diagram Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu CD 144 .....	69
Gambar 4.8. Diagram Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu CD 302 .....	70
Gambar 4.9. Diagram Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu CD 304 .....	71
Gambar 4.10. Diagram Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu CD 183 .....	72
Gambar 4.11. Diagram Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu CD 354.....	74

Gambar 4.12. Diagram Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu CD 144.....	75
Gambar 4.13. Diagram Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu CD 304.....	75
Gambar 4.14. Diagram Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu CD 302.....	76
Gambar 4.15. Diagram Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu CD 183.....	77
Gambar 4.16. Diagram Kesesuaian Penandaan PHB TR Gardu CD 354.....	78
Gambar 4.17. Diagram Kesesuaian Penandaan PHB TR Gardu CD 144.....	78
Gambar 4.18. Diagram Kesesuaian Penandaan PHB TR Gardu CD 302.....	79
Gambar 4.19. Diagram Kesesuaian Penandaan PHB TR Gardu CD 304.....	80
Gambar 4.20. Diagram Kesesuaian Penandaan PHB TR Gardu CD 183.....	80
Gambar 4.21. Grafik Kondisi Beban PHB TR Gardu CD 354.....	81
Gambar 4.22. Grafik Kerusakan Komponen PHB TR Gardu CD 354.....	81
Gambar 4.23. Grafik Kondisi Beban PHB TR Gardu CD 144.....	82
Gambar 4.24. Grafik Kerusakan Komponen PHB TR Gardu CD 144.....	83
Gambar 4.25. Grafik Kondisi Beban PHB TR Gardu CD 302.....	84
Gambar 4.26. Grafik Kerusakan Komponen PHB TR Gardu CD 302.....	85
Gambar 4.27. Grafik Kondisi Beban PHB TR Gardu CD 304.....	86
Gambar 4.28. Grafik Kerusakan Komponen PHB TR Gardu CD 304.....	87
Gambar 4.29. Grafik Kondisi Beban PHB TR Gardu CD 183.....	88
Gambar 4.30. Grafik Kerusakan Komponen PHB TR Gardu CD 183.....	88

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1. Nilai Pengenal Pengaman Lebur .....	8
Tabel 2.2. Ukuran Busbar Tembaga .....	13
Tabe; 2.3. Tipe PHB TR Pasangan Dalam.....	15
Tabel 3.1. Kisi-kisi Instrumen Konstruksi PHB TR .....	29
Tabel 3.2. Kisi-kisi Instrumen Proteksi PHB TR.....	29
Tabel 3.3. Kisi-kisi Instrumen Pengawatan PHB TR .....	30
Tabel 3.4. Kisi-kisi Instrumen Penandaan PHB TR .....	30
Tabel 3.5. Kisi-Kisi Instrumen Kondisi Kelistrikan PHB TR .....	31
Tabel 4.1. Tabel Data Hasil Penelitian Konstruksi Gardu CD 354 .....	35
Tabel 4.2. Tabel Data Hasil Penelitian Konstruksi Gardu CD 144 .....	36
Tabel 4.3. Tabel Data Hasil Penelitian Konstruksi Gardu CD 302 .....	38
Tabel 4.4. Tabel Data Hasil Penelitian Konstruksi Gardu CD 304 .....	39
Tabel 4.5. Tabel Data Hasil Penelitian Konstruksi Gardu CD 183 .....	40
Tabel 4.6. Rekapitulasi Data Hasil Penelitian Konstruksi 5 Gardu .....	41
Tabel 4.7. Tabel Data Hasil Penelitian Proteksi Gardu CD 354.....	42
Tabel 4.8. Tabel Data Hasil Penelitian Proteksi Gardu CD 144.....	43
Tabel 4.9. Tabel Data Hasil Penelitian Proteksi Gardu CD 302.....	44
Tabel 4.10. Tabel Data Hasil Penelitian Proteksi Gardu CD 304.....	45
Tabel 4.11. Tabel Data Hasil Penelitian Proteksi Gardu CD 183.....	46
Tabel 4.12. Rekapitulasi Data Hasil Penelitian Proteksi 5 Gardu .....	46
Tabel 4.13. Tabel Data Hasil Penelitian Pengawatan Gardu CD 354.....	47
Tabel 4.14. Tabel Data Hasil Penelitian Pengawatan Gardu CD 144.....	48
Tabel 4.15. Tabel Data Hasil Penelitian Pengawatan Gardu CD 302.....	48
Tabel 4.16. Tabel Data Hasil Penelitian Pengawatan Gardu CD 304.....	49
Tabel 4.17. Tabel Data Hasil Penelitian Pengawatan Gardu CD 183.....	49
Tabel 4.18. Rekapitulasi Data Hasil Penelitian Pengawatan 5 Gardu .....	50
Tabel 4.19. Tabel Data Hasil Penelitian Penandaan Gardu CD 354.....	51
Tabel 4.20. Tabel Data Hasil Penelitian Penandaan Gardu CD 144.....	51



Tabel 4.21. Tabel Data Hasil Penelitian Penandaan Gardu CD 302.....	52
Tabel 4.22. Tabel Data Hasil Penelitian Penandaan Gardu CD 304.....	52
Tabel 4.23. Tabel Data Hasil Penelitian Penandaan Gardu CD 183.....	53
Tabel 4.24. Rekapitulasi Data Hasil Penelitian Penandaan 5 Gardu .....	53
Tabel 4.25. Tabel Data Kondisi Kelistrikan PHB TR CD 354 .....	54
Tabel 4.26. Tabel Data Kondisi Kelistrikan PHB TR CD 144 .....	55
Tabel 4.27. Tabel Data Kondisi Kelistrikan PHB TR CD 302 .....	55
Tabel 4.28. Tabel Data Kondisi Kelistrikan PHB TR CD 304 .....	56
Tabel 4.29. Tabel Data Kondisi Kelistrikan PHB TR CD 183 .....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi .....	95
Lampiran 2. Surat-surat Penelitian .....	101

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Listrik merupakan sebuah bentuk energi yang dapat dikonversikan menjadi bentuk energi lain seperti panas, cahaya, magnet, dan lain-lain. Konversi energi listrik sendiri dapat diartikan sebagai penggunaan energi listrik dengan efisien tinggi melalui langkah-langkah penurunan berbagai rugi-rugi (*loss*) energi listrik pada semua taraf pengolahan, mulai dari pembangkitan, pengiriman (transmisi), sampai dengan pemanfaatan (Rois, 2009:3).

Banyaknya ragam bentuk energi yang dapat dihasilkan dari listrik dan seiring dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat membuat setiap aspek kehidupan manusia menjadi bergantung padanya. Dampaknya, kebutuhan masyarakat akan listrik semakin meningkat. Peningkatan konsumsi energi listrik setiap tahunnya diperkirakan terus bertambah. Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) tahun 2010-2019 menyebutkan, kebutuhan listrik diperkirakan mencapai 55.000 MW. Jadi rata-rata peningkatan kebutuhan listrik pertahun adalah 5.500 MW. Dari total daya tersebut sebanyak 32.000 MW (57%) dibangun sendiri oleh PLN, sedangkan sisanya yakni 23.500 MW akan dipenuhi oleh pengembang listrik swasta (Arief, 2012:1 dikutip dari Rachmawat, 2011). Pemerintah Indonesia pun terus menerus memperluas jaringan listrik demi memenuhi kebutuhan listrik tersebut. Hal ini dapat terlihat dari banyaknya pembangunan pusat-pusat pembangkit listrik baru dengan memanfaatkan berbagai macam energi sebagai penggerak mulanya (*prime mover*).

Dikarenakan listrik yang dibangkitkan bertegangan sangat tinggi, maka untuk dapat mencapai konsumen dengan tegangan yang telah disesuaikan, jaringan (*grid*) listrik yang diterapkan menjadi sangat kompleks. *Grid* listrik yang kompleks tersebut harus berkualitas handal guna meminimalisir kecelakaan atau kerugian yang tidak diinginkan, terutama korban jiwa. Untuk itulah Perusahaan Listrik Negara atau PT PLN (persero) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bertanggung jawab untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat, telah mengeluarkan standar-standar konstruksi listrik, seperti IEC, Buku PLN, SNI, dan lain-lain.

Dimulai dari pusat pembangkit listrik hingga proses pendistribusian tegangan rendah, setiap komponen dan prosesnya mempunyai standar-standar yang berlaku dan mutlak dipatuhi. Tak terkecuali komponen-komponen yang berada pada sisi sekunder trafo distribusi yaitu Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB – TR) hingga tiang distribusi sekunder.

Standar-standar berfungsi sebagai patokan atau acuan dalam melaksanakan kegiatan di lapangan. Namun kenyataannya masih banyak ditemukan penyimpangan yang dilakukan oleh para teknisi listrik di lapangan, standar yang berlaku pun diabaikan. Tak heran kerap ditemukannya gangguan-gangguan pada komponen gardu distribusi. PHB TR merupakan salah satu komponen pada gardu distribusi yang tak jarang menjadi sumber terjadinya gangguan. PHB TR sendiri merupakan suatu kombinasi dari satu atau lebih peralatan *switching* tegangan rendah dengan peralatan kontrol, ukur, pengaman dan pengaturan yang saling berhubungan. Keseluruhannya dirakit lengkap dengan sistem pengawatan dan interkoneksi mekanis pada bagian-bagian penyangganya (SPLN D3.016-1 : 2013).

Peran PHB TR sangat krusial karena berfungsi sebagai pengaman dan pembagi arus listrik jaringan tegangan rendah. Dapat dikatakan PHB TR merupakan komponen dari jaringan distribusi sekunder yang letaknya paling dekat dengan konsumen. PHB TR terdiri dari beberapa jurusan yang akan dibagi ke pelanggan. Tegangan yang akan dialirkan ke pelanggan pada PHB TR, disalurkan dari sisi sekunder trafo menggunakan kabel *single core* TR dengan diameter 240mm<sup>2</sup> (Aprilian, 2013:3). Apabila kinerja PHB TR terganggu, maka *supply* listrik ke konsumen tegangan rendah akan otomatis terhenti, yang juga akan menimbulkan kerugian pada PT. PLN (Persero).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian kondisi PHB TR perlu dilakukan untuk mengetahui kesesuaiannya dengan standar PT. PLN (Persero) nomor D3.016-1 : 2013 dan diharapkan bisa memberikan kontribusi atau masukan bagi PT. PLN (persero) untuk penanganan komponen PHB TR di masa yang akan datang.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi yaitu:

1. Bagaimana Kesesuaian Kondisi PHB - TR Gardu distribusi dengan SPLN D3.016-1 : 2013 dari aspek konstruksi, proteksi, pengawatan, dan penandaan ?
2. Berapa banyak PHB – TR yang sesuai dengan SPLN D3.016-1 : 2013?
3. Bagaimana standar komponen PHB TR gardu distribusi berdasarkan besar arus beban ?
4. Adakah pengaruh besar arus beban dengan ketahanan komponen PHB – TR ?



### **1.3 Pembatasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah dan untuk memfokuskan pembahasan serta mengingat adanya keterbatasan waktu, dana, dan kemampuan maka peneliti membatasi masalah kesesuaian kondisi PHB TR yang berdasar dari Standar PT.PLN SPLN D3.016-1 : 2013 dan kondisi komponen PHB TR berdasarkan besar arus beban PHB TR pada gardu distribusi wilayah Ciledug milik PT. PLN (Persero) area Bintaro dan Tangerang.

### **1.4 Perumusan Masalah**

Dari masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya, maka perumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana kesesuaian kondisi PHB-TR Gardu Distribusi wilayah Ciledug dengan SPLN D3.016-1 : 2013 dan kondisi komponen PHB TR berdasarkan besar arus beban PHB TR.

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kesesuaian kondisi PHB-TR Gardu Distribusi wilayah Ciledug dengan SPLN D3.016-1 : 2013 dan kondisi komponen PHB TR berdasarkan besar arus beban PHB TR pada gardu distribusi milik PT. PLN (Persero) wilayah Ciledug.

### **1.6 Kegunaan Penelitian**

Kegunaan penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan masukan untuk memberikan pertimbangan mengenai kondisi PHB – TR gardu distribusi milik PT. PLN (Persero) wilayah Ciledug.
2. Dapat menambah pengetahuan serta referensi bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, khususnya pada mata kuliah Sistem Distribusi Tenaga Listrik.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1. Landasan Teori**

##### **2.1.1. Analisis**

Analisis merupakan suatu kegiatan berfikir untuk menguraikan suatu keseluruhan menjadi komponen sehingga bisa mengenal tanda-tanda komponen, hubungan satu dengan yang lain dan fungsi masing-masing dalam satu keseluruhan yang terpadu (Komaruddin : 2004).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kondisi PHB Tegangan Rendah Gardu Distribusi yang ada di lapangan apakah sudah sesuai dengan standar yang berlaku. Standar yang digunakan untuk penelitian ini merupakan standar PLN nomor D3.016-2 tahun 2010.

Pada Penelitian ini proses analisis data dilakukan dengan mengumpulkan data yang didapatkan melalui observasi dan dokumentasi. Setelah itu, data dipilah untuk menentukan data yang relevan dengan penelitian. Hasil dari pemilahan data tersebut nantinya akan disajikan dalam bentuk tulisan, gambar, tabel, dan grafik agar bisa lebih mudah dalam menarik kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

##### **2.1.2. Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)**

Perangkat Hubung Bagi (PHB) Tegangan Rendah adalah suatu kombinasi dari satu atau lebih perlengkapan hubung bagi tegangan rendah dengan peralatan kontrol, peralatan ukur, pengaman dan kendali yang saling berhubungan. Keseluruhannya dirakit lengkap dengan sistem pengawatan dan mekanis pada bagian-bagian penyangganya.

Perangkat Hubung Bagi dipasang pada sisi Tegangan Rendah (TR) atau sisi sekunder Trafo sebuah gardu Distribusi baik Gardu Beton, Gardu Kios, Gardu Portal maupun Gardu Cantol.

Jumlah jurusan per transformator atau gardu distribusi sebanyak-banyaknya 8 jurusan, disesuaikan dengan besar daya transformator dan Kemampuan Hantar Arus (KHA) Penghantar JTR (Jaringan Tegangan Rendah) yang digunakan. Pada PHB-TR harus dicantumkan diagram satu garis, arus pengenal gawai proteksi dan kendali serta nama jurusan JTR (PT. PLN 2010 : 8).

#### **2.1.2.1. Fungsi PHB-TR**

Fungsi atau kegunaan PHB TR adalah sebagai penghubung dan pembagi atau pendistribusian tenaga listrik dari output trafo sisi sekunder (TR) ke Rel pembagi dan diteruskan ke Jaringan Tegangan Rendah (JTR) melalui kabel jurusan (*Opstyg Cable*) yang diamankan oleh pengaman lebur jurusan masing-masing.

#### **2.1.2.2. Bagian-bagian PHB TR**

##### **A. Unit masukan (*Incoming*)**



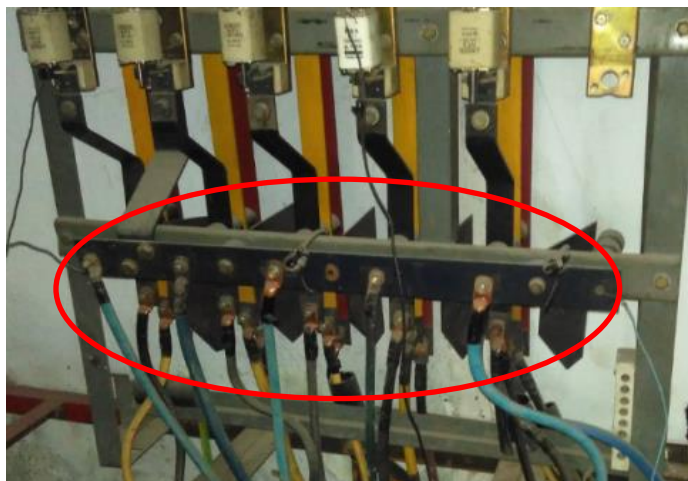
**Gambar 2.1. Unit Masukan (*Incoming*) PHB TR**

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Unit masukan adalah suatu unit fungsional yang dimaksudkan untuk menyalurkan tenaga listrik ke dalam PHB TR. Sirkuit unit masukan dilengkapi dengan saklar pemutus beban tiga kutub yang didesain untuk tegangan nominal 500 V dengan unit-unit pemutus yang dapat terlihat atau dengan unit-unit pemutus di dalam suatu kotak tertutup dengan indikator posisi buka/tutup yang dapat dijamin keandalannya. Untuk hubungan kabel dari transformator harus dilengkapi pelat/terminal penghubung.

Saklar pemutus beban dalam posisi terbuka dapat dikunci dan dapat dioperasikan buka/tutup dengan tangkai operasi (*handle*) yang terletak didepan atau disebelah kanan jika dilihat dari depan saklar. Dalam posisi tertutup ujung tangkai operasi tidak boleh lebih tinggi 1,8 m dari dasar untuk PHB TR pasangan dalam dan 0,5 m untuk PHB TR pasangan luar. Tangkai operasi dalam posisi tertutup harus membentuk sudut tidak kurang dari 30° dengan vertikal.

#### **B. Unit Keluaran (*Outgoing*)**



**Gambar 2.2. Unit Keluaran (*Outgoing*) PHB TR**

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Unit keluaran adalah suatu unit fungsional yang dimaksudkan untuk menyalurkan tenaga listrik ke satu atau lebih sirkit keluaran. Setiap unit keluaran dilengkapi dengan tiga buah pengaman lebur HRC (*High Rupturing Capacity*) dan satu buah pengaman netral.

- Pengaman lebur HRC (*High Rupturing Capacity*)

Setiap rakitan pengaman lebur HRC kutub tunggal terdiri dari dua penjepit untuk mata pisau pelebur. Kesejajaran bukaan penjepit harus tetap, ujung mata pisau pelebur tertahan kuat pada jepitan hanya dengan tekanan jepitan, penyetelan kekencangan mur ditempatkan pada sebelah kanan pengaman lebur dilihat dari depan pelebur. Nilai pengenal pengaman lebur sesuai tabel 2.1 :

**Tabel 2.1 Nilai Pengenal Pengaman Lebur**

Jenis PHB	630A	1000A
Nilai nominal pengaman lebur	160 A	250 A
Tipe unit pengaman lebur	00	1
Nilai pengenal pengaman lebur	10-160A	63-250A

Pengaman lebur yang biasa digunakan adalah pengaman lebur *NH Fuse* (*Nieder Spannung Horc Leistung Fuse*). PHB TR menggunakan *NH Fuse* sebagai pengaman lebur terhadap arus lebih, dalam pemilihan besar rating *NH Fuse* disesuaikan dengan kapasitas transformator. Kepanjangan dari *NH* adalah :

N = *Nieder Spannung* = tegangan rendah

H = *Hoch Leistung* = arus besar





**Gambar 2.3. NH Fuse**

(Sumber : *HRC Fuse catalogue Larsen & Toubro*)

*NH fuse* yang digunakan untuk tegangan rendah dengan arus besar. *NH Fuse* diidentifikasi dari 2 huruf yang didasarkan dari penggunaannya. *gG* (*general use*) melindungi sirkit dari beban lebih dan arus pendek. Untuk mempermudah memasang dan membuka *NH Fuse*, dapat menggunakan *NH Fuse Puller* yang berfungsi sebagai alat untuk memasang dan membuka *NH Fuse* pada penjepit (*Fuse Bash*) atau dudukan *NH fuse*.



**Gambar 2.4. NH Fuse Puller**

(Sumber : *HRC Fuse catalogue Larsen & Toubro*)

- Penghubung netral

Nilai pada pengenal arus dan penghubung netral harus sama dengan

nilai pengenalan nominal unit pengamanan lebur untuk fasa. Jepitan pengamanan harus sama juga dengan unit pengamanan lebur untuk fasa.

- Hubungan keluaran

Hubungan keluaran melalui bagian bawah dari perangkat hubung bagi (PHB) dan harus terdiri dari tiga terminal penghubung fase dan satu terminal penghubung netral. Terminal penghubung harus didesain sehingga dapat digunakan untuk kabel Tembaga dengan luas penampang maksimum  $150 \text{ mm}^2$  dan harus disediakan lubang yang sesuai dengan diameter 13 mm lengkap dengan ring dan mur baut ukuran M12.

- Pemisah isolasi

Setiap dua atau lebih unit-unit pengamanan lebur kutub tunggal fasa yang sama, harus dipisahkan dari fasa-fasa lainnya dengan pemisah isolasi. Di bagian bawah PHB, pemisah vertikal harus dipasang untuk memisahkan setiap keluaran. Pemisah vertikal tersebut dapat dipindahkan sepanjang palang isolasi dan terbuat dari bahan yang kokoh dan tahan air.

- Penghalang

Penghalang didesain untuk menutup setiap keluaran utama jika tiga buah pelebur HRC dilepas. Terbuat dari bahan yang kokoh dan tahan air serta dapat dikunci untuk pengamanan.

- Pemeriksaan

Pemeriksaan harus dapat dilakukan dengan memasukkan tang-ampere meter pada setiap fasa keluaran, tepat di bawah setelah penjepit bawah unit pengamanan lebur. Untuk maksud tersebut harus tersedia ruang bebas sepanjang 50 mm.

- Penandaan

Peraturan pemberian warna selubung penghantar dan warna isolasi inti penghantar harus diperhatikan pada saat pemasangan. Hal tersebut diperlukan untuk mendapatkan kesatuan pengertian mengenai penggunaan sesuatu warna atau warna loreng yang digunakan untuk mengenal penghantar guna keseragaman dan mempertinggi keamanan (Daryanto 2010 : 161 ).

- **Penggunaan warna loreng hijau-kuning** : warna hijau-kuning hanya boleh digunakan untuk menandai penghantar pembumian, pengaman dan penghantar yang menghubungkan ikatan penyama tegangan ke bumi.
- **Penggunaan warna biru** : warna biru digunakan untuk menandai penghantar netral atau kawat tengah, pada instalasi listrik dengan penghantar netral. Untuk menghindarkan kesalahan, warna biru tersebut tidak boleh digunakan untuk menandai penghantar lainnya. Warna biru hanya dapat digunakan untuk maksud lain jika pada instalasi tersebut tidak terdapat penghantar netral atau kawat tengah. Warna biru tidak untuk kabel pentanahan.
- **Penggunaan warna merah, kuning, dan hitam** : warna merah digunakan untuk menandai penghantar fasa R, warna kuning untuk fasa S, dan warna hitam untuk fasa T.

Selain menggunakan warna, kabel netral dan fase dari setiap keluaran juga bisa diberi penandaan N ; 1 ; 2 ; 3 / N ; R ; S ; T. Penulisan tanda harus ditempatkan dekat dengan terminal kabel dan harus tetap terlihat jika konektor kabel terpasang pada terminal keluaran. Di atas setiap unit

keluaran harus terpasang tempat label/penandaan yang terbuat dari bahan tahan karat dengan ukuran 80 x 30 mm.

### C. Sistem Busbar/Rel



**Gambar 2.5 Busbar Tembaga**

(Sumber : <https://en.wikipedia.org/wiki/Busbar>)

Sistem busbar terbuat dari Tembaga Elektrolit. Pemasangan dan penyambungan hanya dapat dilakukan dengan mur-baut. Pemboran lubang berulir pada tembaga tidak dianjurkan. Kerangka harus disesuaikan untuk pemasangan busbar sebagai berikut :

- Empat busbar kolektor (Netral ditempatkan paling bawah atau paling kiri), khusus untuk PHB pasangan dalam setiap ujung busbar disebelah kanan di bor dengan 4 buah lubang untuk kemungkinan perluasan dengan empat keluaran PHB tambahan. Penyambungan dua PHB tersebut dapat dilakukan sebagai berikut:
  - Menggunakan busbar tembaga ukuran yang sama dengan busbar kolektor.
  - Menggunakan pelat/pita tembaga anyaman dengan ukuran yang sama dengan busbar kolektor.
  - Atau menggunakan kabel dengan kolektor.

Untuk mencegah kecelakaan yang disebabkan oleh sentuhan dengan busbar kolektor, pada ujung akhir busbar kolektor harus diisolasi sepanjang 50 mm.

- Tiga busbar penghubung untuk menghubungkan busbar kolektor ke saklar pemutus beban. Busbar netral ditempatkan paling kiri jika dilihat dari depan PHB.
- Setiap keluaran tertuju ke dasar kerangka dengan tiga busbar fasa vertikal. Dalam hal ini konduktor netral tersambung pada bagian bawah penjepit pemisah netral keluaran.

Ukuran busbar tembaga sesuai tabel 2.2 :

**Tabel 2.2 Ukuran Busbar Tembaga**

Busbar	630 A	1000 A
Fasa	50 mm x 5 mm	80 mm x 10 mm
Fasa Keluaran	30 mm x 5 mm	40 mm x 10 mm

Jarak bebas dan jarak rambat untuk busbar tembaga dan hubungannya sekurang-kurangnya harus sesuai dengan jarak bebas dan jarak rambat pada peralatan yang langsung berhubungan dengannya (sebagai contoh : sakelar utama). Jarak tersebut harus tetap dipertahankan sepanjang bingkai dan harus terpasang kuat padaudukannya sehingga tidak akan berubah jika terjadi gaya dinamis dan termis akibat hubungan singkat. Busbar tembaga harus di cat dengan warna sebagai berikut :

Busbar Fase : Merah, Kuning, Hitam

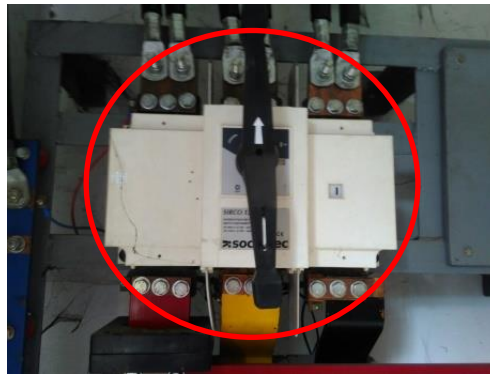


Busbar Netral : Biru

Setiap sambungan busbar harus diberi lapisan timah atau perak.

#### D. Saklar utama (*Load Break Switch*)

Seperti halnya saklar pada umumnya, saklar utama yang terdapat pada PHB – TR berfungsi untuk membuka sirkuit tegangan dari trafo (keluaran 220/380 V) ke peralatan listrik di dalam lemari PHB dan ke konsumen. Cara pengoperasiannya ada dua yaitu dengan tarik – dorong dan putar kiri – kanan.



**Gambar 2.6. Saklar Utama/ LBS**

(Sumber : Dokumentasi PKL Juli 2016)

#### 2.1.2.3. PHB TR Pasangan Dalam

PHB tegangan rendah pasangan dalam (tidak berselungkup) atau ditempatkan secara khusus dalam suatu bangunan Gardu Distribusi sehingga harus sesuai untuk pemasangan diatas lantai dan dinding beton/tembok. Untuk daerah yang berpolusi berat dapat dipasang selungkup dengan tingkat perlindungan IP 50 (terlindungi dari masuknya debu terbatas). Tipe PHB TR dinotasikan sebagai berikut :

AA	-	BBBB	-	C	-	DDDD
----	---	------	---	---	---	------

AA : desain pemasangan PHB TR. Pada standar ini desain pemasangan adalah PD (Pasangan Dalam)

BBBB: arus pengenal dalam satuan Amphere, terdiri dari 630 atau 1000 A

C : jumlah jurusan terdiri dari 4, 6 atau 8

DDDD: jenis sakelar utama terdiri dari LBS, MCCB atau FS (*fuse switch*)

#### Contoh PD-630-4-LBS

Menyatakan PHB TR pasangan dalam dengan arus pengenal 630 A yang memiliki sirkit keluaran 4 jurusan, dengan jenis sakelar utama pemutus beban (LBS). Pada tabel 2.3 dilampirkan tipe-tipe PHB TR pasangan dalam :

**Tabel 2.3. Tipe PHB TR Pasangan Dalam**

Tipe	Arus Pengenal (A)	Jumlah Jurusan	Kapasitas Transformator Maksimum (kVa)	Ketahanan hubung-singkat 1 detik (kA)
1	2	3	4	5
PD-630-4-LBS	630	4	400	$\geq 16$
PD-630-4-MCCB				
PD-630-4-FS				
PD-1000-6-LBS	1000	6	630	$\geq 25$
PD-1000-6-MCCB				
PD-1000-8-LBS	1000	8	630	$\geq 25$
PD-1000-8-MCCB				

Catatan : ketahanan hubung singkat ( $I_{cw} = \text{Short-time withstand current}$ ) dari tipe-tipe PHB TR pada kolom 5 diperhitungkan berdasarkan kapasitas maksimum transformator tersebut pada kolom 4. Berdasarkan ketahanan hubung-singkat ini, menghubungkan keluaran sebuah transformator dengan dua buah PHB TR diijinkan.

#### 2.1.2.4. Kontruksi PHB TR

Kerangka PHB TR terbuat dari besi siku, kanal U atau baja cetakan. Ukuran minimum komponen yang digunakan untuk kerangka PHB adalah :

Pelat baja : 3 mm

Besi Siku : 50 x 50 x 3 mm (*indoor*)

Besi Kanal U : 50 x 38 x 5 mm

Unit kerangka harus cukup kuat untuk menahan perlakuan normal operasi dan gerakan-gerakan lainnya tanpa menunjukkan adanya kelemahan/kerusakan. Khususnya jika saklar utama dioperasikan atau pada saat penghubung pengaman lebur dimasukkan atau dikeluarkan.

Untuk mencegah terjadinya loop magnet pada kerangka, dapat dipilih sistem pencegahan seperti pemakaian bahan anti magnet atau menyisipkan isolator diantara komponen baja. Penopang silang dibagian bawah kerangka juga diperlukan untuk tempat penyangga ujung kabel keluaran, lengkap dengan klem kabel.

#### 2.1.2.4. Sirkit Bantu



**Gambar 2.7 Sirkit Bantu PHB TR**

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Sirkit bantu adalah semua bagian penghantar dari suatu rangkaian PHB yang termasuk dalam suatu sirkit yang dimaksudkan untuk kontrol, pengukuran, sinyal, pengaturan dan lain-lain. Sirkit bantu terdiri dari :

#### A. Ampere-meter

Satu buah Ampere meter kebutuhan maksimum harus terpasang pada setiap fase dari unit masukan melalui transformator arus dilengkapi jarum penunjuk cadangan yang dapat terbawa maju oleh jarum penunjuk utama dan tetap tinggal pada posisi maksimumnya serta dilengkapi alat penyetel kembali ke posisi nol yang dapat diatur dari luar.

#### B. Sakelar Lampu

Sakelar merupakan perangkat yang digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan aliran listrik. Jadi sakelar pada dasarnya adalah suatu alat yang dapat atau berfungsi menghubungkan atau memutus aliran listrik (arus listrik) baik itu pada jaringan arus listrik kuat maupun pada jaringan arus listrik lemah.

#### C. Kontaktor

Alat elektro magnetik yang prinsip kerjanya memanfaatkan teori bahwa arus listrik yang mengalir pada sebuah tembaga akan menghasilkan medan magnet. Biasanya kontaktor digunakan untuk sistem listrik 3 fasa.

#### D. Sakelar waktu

Sakelar yang digunakan untuk mengatur arus listrik yang mengalir penerangan lampu jalan.

#### E. Pengaman Lebur

Fuse atau Pengaman Lebur (PL) berfungsi sebagai pengaman pada sistem distribusi terhadap arus gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi atau trafo distribusi

#### **2.1.2.5. Proteksi PHB TR Terhadap Korosi**

Untuk melindungi kerangka PHB TR dari korosi, semua bagian kerangka harus dilindungi cat anti karat (*Zinc Chromate* atau *Red Lead*). Selain itu semua tembaga dan mur baut untuk hubungan listrik harus dilapisi timah atau perak.

#### **2.1.2.6. Proteksi Rangkaian PHB TR**

Agar suatu sistem distribusi dapat berfungsi secara baik, gangguan-gangguan yang terjadi pada tiap bagian harus dapat dideteksi dan dipisahkan dari sistem lainnya dalam waktu yang secepatnya, bahkan kalau mungkin pada awal terjadinya gangguan. Peralatan utama yang digunakan terdiri atas sekering (fuse), saklar daya yang dilengkapi proteksi dengan misalnya relasi arus lebih, dan arester petir. Keberhasilan berfungsinya proteksi memerlukan adanya suatu koordinasi antara berbagai alat proteksi yang dipakai.

#### **2.1.2.7. Hubungan pembumian**

Salah satu faktor kunci dalam setiap usaha pengamanan (perlindungan) rangkaian listrik adalah pentanahan. Apabila suatu tindakan pengamanan/perlindungan yang baik akan dilaksanakan, maka harus ada sistem pentanahan yang dirancang dengan benar (Pabla 1994 :154). Agar sistem pentanahan dapat berjalan efektif, harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

- A. Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personil dan peralatan , menggunakan rangkaiann yang efektif.
- B. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (*surge currents*).

C. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk meyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi.

D. Menggunakan system mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanan.

Beberapa patokan/standar yang telah disepakati adalah bahwa saluran transmisi substansion harus direncanakan sedemikian rupa, sehingga tahanan pentanahan tidak melebihi harga 1 Ohm. Dalam substansion-substansion distribusi, harga tahanan maksimum yang diperbolehkan adalah 5 Ohm (Pabla 1994 : 155).

Terminal pentanahan pada Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah harus terpasang pada kerangka menggunakan mur baut M14 yang terbuat dari Tembaga atau kuningan dan dilengkapi dengan dua buah mur dan tiga buah ring, sesuai untuk hubungan konduktor pembumian tembaga 50 mm<sup>2</sup>. Terminal pembumian tersebut ditempatkan dipermukaan bagian depan salah satu dari kerangka penopang pada ketinggian 30 cm dari dasar PHB TR.

#### **2.1.2.8. Pengawatan**

Bahan untuk kabel dan kabel tanah pada umumnya terdiri atas tembaga atau alumunium. Sebagai isolasi dipergunakan bahan-bahan berupa kertas serta perlindungan mekanikal berupa timah hitam. Untuk tegangan menengah sering dipakai juga minyak sebagai isolasi. Jenis kabel demikian dinamakan GPLK (*Gewapend Papier Lood Kabel*) yang merupakan standar Belanda, atau NKBA (*Normalkabel mit Bleimantel Aussenumheullung*), standar Jerman.

Pada saat ini bahan isolasi buatan berupa PVC (*Polyvinyl Chloride*) dan

XLPE (*Cross-Linked Polyethylene*) telah berkembang dengan pesat dan merupakan bahan isolasi yang andal. Karena kabel berisolasi bahan buatan lebih murah, sangat andal dan penggunaannya juga lebih mudah, jenis-jenis kabel berisi minyak seperti GPLK dan NKBA banyak ditinggalkan. Kabel berisolasi XLPE adalah lebih mahal dan dipergunakan untuk tegangan menengah dan tegangan tinggi. (Abdul Kadir 2006 : 39)

Kabel tembaga berisolasi PVC sekurang-kurangnya 2,5 mm<sup>2</sup> digunakan untuk rangkaian kontrol dan 4 mm<sup>2</sup> untuk pengukuran harus digunakan untuk semua instalasi pada PHB TR. Kabel tembaga harus memiliki warna yang sama atau penandaan yang sama dengan penandaan fasa/label yang dihubungkan (SPLN 1996 : 10).

### **2.1.3. Gardu Distribusi**

Sebuah gardu distribusi pada dasarnya merupakan tempat memasang transformator distribusi beserta perlengkapannya. Sebagaimana diketahui, transformator distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah (di Indonesia 20 kV) menjadi tegangan rendah (di Indonesia 220/380 V). Dengan demikian transformator distribusi merupakan suatu penghubung antara jaringan tegangan menengah dan jaringan rendah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa di dalam sebuah gardu distribusi akan “masuk” saluran tegangan menengah, dan “keluar” saluran tegangan rendah.

Terbanyak gardu distribusi hanya berisi 1 Transformator. Kabel tegangan menengah memasuki gardu dan melalui sebuah saklar atau pemisah dihubungkan pada transformator. Saklar atau pemisah pada sisi tegangan rendah sering tidak terpasang, dan langsung dihubungkan pada proteksi yang berupa sekering. Gardu

distribusi yang lebih besar dapat berisi dua transformator, dan pemilihan lokasi gardu distribusi harus sedemikian hingga memiliki jarak jangkauan yang optimal.

(Abdul Kadir 2006 : 164-166)

### 2.1.3.1. Jenis Gardu Distribusi

#### A. Gardu Tiang / Portal

Gardu tiang atau portal menggunakan beton, besi, atau kayu untuk konstruksi tiangnya.

- Gardu Portal SUTM

Umumnya konfigurasi gardu tiang yang dicatu dari Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) adalah T-section dengan peralatan pengaman Pengaman Lebur *Cut-Out* (FCO) sebagai pengaman hubung singkat transformator dengan elemen pelebur dan *Lightning Arrester* (LA) sebagai sarana pencegah naiknya tegangan pada transformator akibat surja petir.



**Gambar 2.8 Gardu Portal SUTM**



(Sumber : PLN Buku 4 Standar Konstruksi Gradu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik)

- Gardu Portal SKTM

Sedikit berbeda dari gardu portal SUTM yang menggunakan *Lighting Arrester (LA)*, peralatan *switching incoming-outgoing* (proteksi) gardu portal Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SUTM) berupa Pemutus Beban atau LBS (*Load Break Switch*) atau Pemutus Beban Otomatis (PBO) atau CB (*Circuit Breaker*) yang bekerja secara manual (atau digerakkan dengan *remote control*).



**Gambar 2.9. Gardu Portal SKTM**

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Konfigurasi peralatan adalah  $\pi$  section dimana transformator distribusi dapat di catu dari arah berbeda yaitu posisi PMT *incoming – outgoing* atau dapat sebaliknya.

## **B. Gardu Beton**

Seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan *switching/proteksi*, terangkai di dalam bangunan sipil yang dirancang, dibangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton (*masonry wall building*).



**Gambar 2.10. Gardu Beton**

(Sumber : PLN Buku 4 Standar Konstruksi Gradu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik)

Konstruksi ini dimaksudkan untuk pemenuhan persyaratan terbaik bagi keselamatan ketenagalistrikan.

### **C. Gardu Kios**

Gardu dengan tipe kios adalah bangunan yang dibuat dipabrik (prefabricated) dari konstruksi baja, fiberglass, atau kombinasinya yang dapat dirangkai di lokasi rencana pembangunan gardu distribusi. Ada beberapa jenis dari kombinasi gardu kios diantaranya kios kompak dan kios bertingkat.



**Gambar 2.11. Gardu Kios**

(Sumber : PLN Buku 4 Standar Konstruksi Gradu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik)

Gardu ini dibangun pada tempat-tempat yang tidak diperbolehkan membangun gardu beton. Karena sifat mobilitasnya, maka kapasitas transformator distribusi yang terpasang terbatas. Kapasitas maksimum adalah 400 kVA, dengan 4 jurusan tegangan rendah.

#### **2.1.4. Sistem Distribusi Sekunder**

Sistem distribusi sekunder merupakan salah satu bagian dalam sistem distribusi, yaitu mulai dari gardu trafo sampai pemakai akhir atau konsumen. Sistem distribusi ini merupakan bagian yang langsung berhubungan dengan konsumen, jadi sistem ini selain berfungsi menerima daya listrik dari sumber daya (trafo distribusi), juga akan mengirimkan serta mendistribusikan daya tersebut ke konsumen. Mengingat bagian ini berhubungan langsung dengan konsumen, maka kualitas listrik selayaknya harus sangat diperhatikan.

saluran sekunder atau saluran tegangan rendah dan sambungan rumah merupakan sistem sekunder. Saluran sekunder ini pada saluran tiga fasa biasanya terdiri atas 4 kawat, yaitu tiga kawat fasa dan 1 kawat netral. Hal ini pada umumnya terdapat di Indonesia. Sedangkan pada saluran satu fasa dengan sendirinya terdapat dua kawat : satu kawat fasa dan satu kawat netral.

### **2.2. Penelitian yang Relevan**

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Budi Prayitno mahasiswa jurusan Teknik Elektro Universitas Indonesia (UI) pada 2010 dengan judul "*Analisa Pemeliharaan Peralatan Utama Sistem Kelistrikan Universitas Indonesia Kampus Depok*". Pada Penelitiannya, penulis menyimpulkan bahwa untuk menghindari terjadinya kebakaran pada PHB TR maka harus dilakukan

*Infrared Thermographi* minimal 2 kali dalam satu tahun, hal ini untuk mengetahui suhu pada sambungan-sambungan yang terdapat pada PHB TR.

- 2) Penelitian yang dilakukan oleh Putu Rusdi Ariawan mahasiswa jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana pada 2010 dengan judul “*Spesifikasi Perangkat Hubung Bagi (PHB) Tegangan Rendah Gardu Listrik ditinjau dari Aspek Keamanan dan Kesehatan Manusia Disekitar*”. Pada Penelitiannya, penulis menyimpulkan bahwa Lemari PHB TR dipasang minimal 1,2 meter diatas permukaan tanah atau 1,5 meter pada daerah yang sering terkena banjir dan PHB TR ditempatkan minimal 10 meter dari rumah warga.

### **2.3. Kerangka Berfikir**

Sistem jaringan pada Gardu Distribusi dimulai dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), lalu dilanjutkan ke Transformator Distribusi (TD) untuk diturunkan tegangannya dari 20 kV menjadi 230/400 V, dan selanjutnya tegangan tersebut dihantarkan ke Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk dibagi kedalam beberapa jurusan. Kabel dari *Output* PHB TR setiap jurusan dialirkan ke tiang-tiang distribusi dan akan berakhir di kWh meter konsumen tegangan rendah.

Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) merupakan komponen Gardu Distribusi yang hubungannya paling dekat dengan konsumen, sehingga bila terjadi gangguan pada PHB TR maka pengaruhnya akan lebih cepat sampai ke jaringan listrik pada rumah-rumah pelanggan. Gangguan yang terjadi biasanya ditimbulkan dari kerusakan atau ketidaksesuaian komponen PHB TR yang dibiarkan dan tidak dilakukan tindakan *Maintenance*.

Pada SPLN D3.016-2:2013 dibahas mengenai standar Perlengkapan

Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB TR), standar ini merupakan persyaratan yang harus dipenuhi PHB TR agar dapat beroperasi. PHB TR sendiri terdiri dari beberapa komponen, dan setiap komponennya memegang peranan penting dalam kinerja yang dihasilkan. Apabila setiap komponennya tidak diperhatikan dan dilakukan pemeliharaan, kinerja yang dihasilkan PHB TR akan terhambat dan lama kelamaan akan menimbulkan gangguan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat, Waktu dan Subjek Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB – TR) di beberapa Gardu Distribusi milik PT.PLN (Persero), yaitu Gardu Ditribusi Beton wilayah Ciledug dan waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2017.

#### **3.2. Populasi dan Sampel**

##### **3.2.1. Populasi**

Populasi dalam penelitian ini yaitu PHB TR Gardu Distribusi wilayah Ciledug.

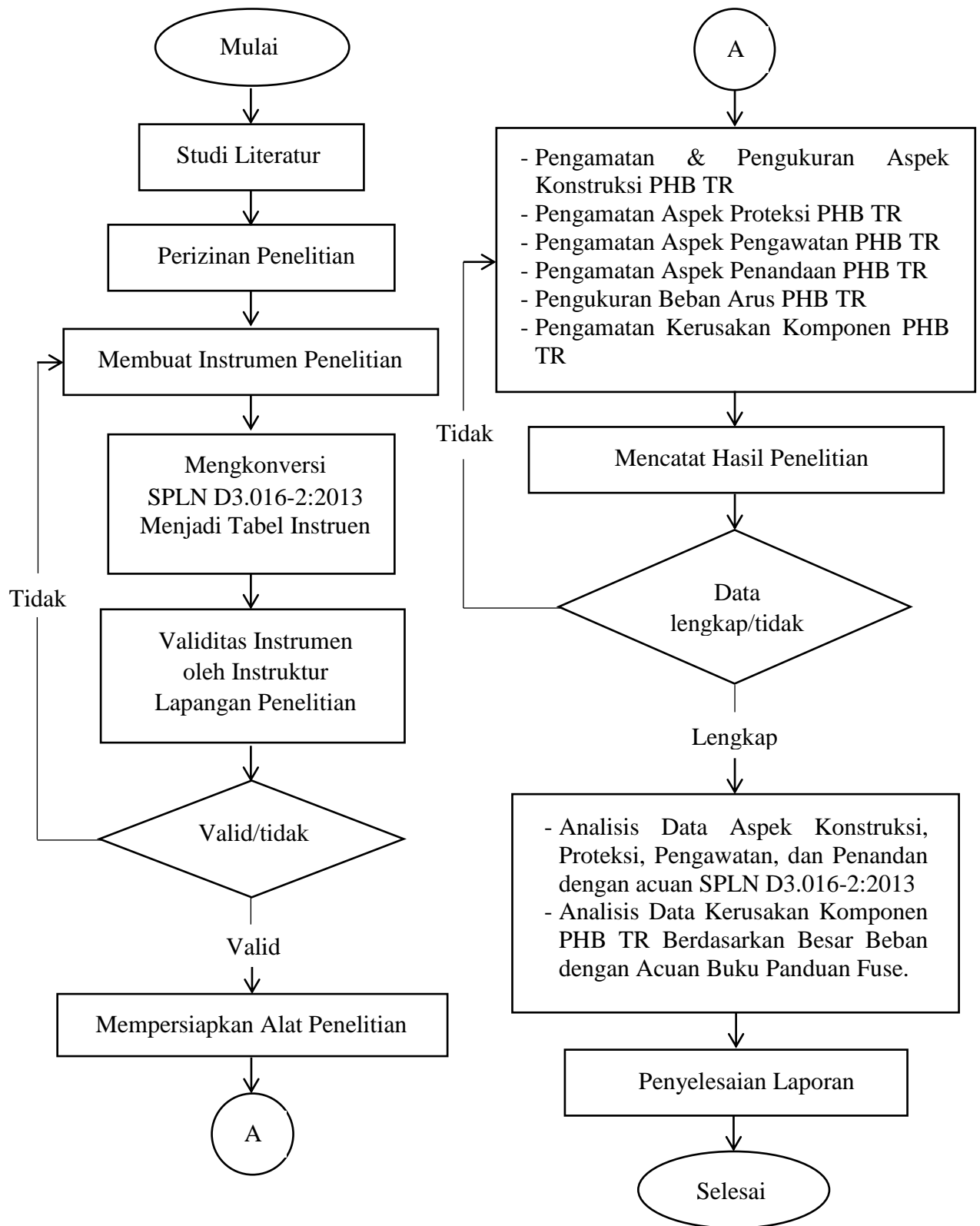
##### **3.2.2. Sampel**

Berdasarkan dari populasi yang sudah dipertimbangkan, maka sampel yang digunakan yaitu PHB TR Gardu Distribusi Beton wilayah Ciledug dengan kapasitas daya transformator sebesar 630 kV pada penyulang Kurikulum (gambar dilampiran 1 halaman 96), dikarenakan pada penyulang ini tingkat terjadinya masalah termasuk tinggi.

#### **3.3. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif. Penelitian dilakukan dengan cara mengamati dan mengukur komponen-komponen PHB TR, dan selanjutnya data dicatat pada tabel. Dari data yang sudah didapatkan selanjutnya peneliti membuat grafik berdasarkan data yang sudah dikumpulkan.

### 3.4. Diagram Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

### 3.5. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian kesesuaian kondisi yang digunakan berbentuk tabel yang sumber datanya menggunakan Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) D3.016-2 : 2013 Tentang Spesifikasi PHB TR Gardu Distribusi. Dalam proses pengumpulan data, menggunakan lembar pengamatan (observasi) seperti di bawah ini :

**Tabel 3.1 Kisi-Kisi Instrumen Konstruksi PHB TR**

No	Komponen Konstruksi PHB TR	SPLN D3.016-2 : 2013	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Besi siku (indoor)	50x50x3mm		
2.	Kerangka	- Kokoh - Anti karat		
3.	Bahan busbar	Tembaga		
4.	Pemasangan busbar	Mur baut		
5.	Jumlah busbar	4		
6.	Luas busbar (1000 A)			
	Busbar kolektor	80x10mm		
	Busbar penghubung	80x10mm		
	Busbar keluaran	40x10mm		
7.	Posisi netral pada busbar	Bawah/kiri		
8.	Tinggi terminal pbumian	30 cm		
Jumlah Kesesuaian				

**Tabel 3.2 Kisi-Kisi Instrumen Proteksi PHB TR**

No	Komponen Konstruksi PHB TR	SPLN D3.016-2 : 2013	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Lapisan mur dan baut	Perak/timah		
2.	Saklar pemutus	LBS/mccb/FS		
3.	Pengaman lebur			
	Jumlah pengaman lebur	3		



**Tabel 3.2 (lanjutan)**

No	Komponen Konstruksi PHB TR	SPLN D3.016-2 : 2013	Temuan di Lapangan	Keterangan
	Jenis PHB (1000 A)	250 A		
4.	Pemisah pengaman lebur	Bahan isolasi		
5.	Pemisah keluaran	Bahan kokoh & tahan air		
Jumlah Kesesuaian				

**Tabel 3.3 Kisi-Kisi Pengawatan PHB TR**

No	Komponen Pengawatan PHB TR	SPLN D3.016-2 : 2013	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Hubungan Kabel dari Trafo	Dilengkapi plat /terminal penghubung		
2.	Konduktor pembumian	50 mm <sup>2</sup>		
3.	Diameter kabel fuse	95 mm <sup>2</sup>		
4.	Diameter netral	95 mm <sup>2</sup>		
Jumlah Kesesuaian				

**Tabel 3.4 Kisi-Kisi Instrumen Penandaan PHB TR**

No	Komponen Penandaan PHB TR	SPLN D3.016-2 : 2013	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Cat Busbar - Fasa - Netral - Pembumian	Merah;Kuning;Hijau Biru Hijau Strip Kuning		
2.	Fasa	1;2;3		
3.	Netral	N		
4.	Luas tempat label penandaan	80x30 mm		
Jumlah Kesesuaian				

**Tabel 3.5 Kisi – Kisi Instrumen Kondisi Kelistrikan PHB TR**

Jur.	Penampang kabel (mm <sup>2</sup> )	Beban			Rating NH Fuse	Kerusakan Komponen
		R	S	T	A	
A						
B						
C						
D						

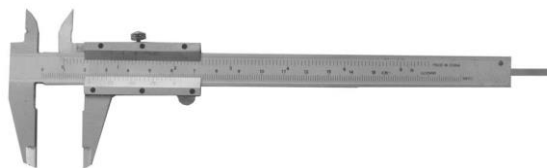
### 3.4. Teknik Pengumpulan Data

Proses pengumpulann data penelitian dilakukan menggunakan metode observasi langsung. Metode observasi langsung diartikan sebagai pengamatan, pengukuran dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala yang tampak pada obyek penelitian. Pengamatan, pengukuran, dan pencatatan dilakukan terhadap obyek di tempat berlangsungnya peristiwa, sehingga peneliti berada bersama obyek yang sedang diteliti.

Pada pengamatan dan pengukuran akan dilakukan dengan mencocokkan dan melihat peristiwa apa yang terdapat pada obyek, dan selanjutnya akan dibandingkan dengan standar yang ada. Pada proses pengumpulan data digunakan beberapa alat bantu seperti :

#### 1. Jangka sorong

Jangka sorong merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besar kerangka dan komponen pada PHB TR dengan ketelitian 0,1 mm.



**Gambar 3.2. Jangka Sorong**

## 2. Sepatu 20 kv

Sepatu yang terbuat dari bahan karet dan campuran bahan lain yang kekuatan / ketahanan sengatan listrik maximal 20 kv,



**Gambar 3.3. Sepatu 20 kv**

## 3. Sarung Tangan 20 kv

Sarung tangan berbahan karet tebal yang dapat digunakan untuk melindungi diri pemakainya dari sengatan listrik max 20 kv. Sangat cocok digunakan untuk pekerjaan yang bersentuhan langsung dengan medan listrik bertegangan tinggi.



**Gambar 3.4. Sarung tangan 20 kv**

## 4. Meteran

Sebagai pita ukur atau tape atau bisa disebut juga sebagai Roll Meter ialah alat ukur panjang yang bisa digulung, dengan panjang 25 – 50 meter. Meteran ini digunakan untuk mengukur jarak antar penghantar fasa dan ketinggian

grounding. Ketelitian pengukuran dengan rollmeter hingga 0,5 mm.



**Gambar 3.5. Meteran**

#### 5. Amperemeter

Amperemeter digunakan untuk mengukur kuat arus listrik pada rangkaian PHB TR dengan cara menyisipkan amperemeter secara langsung di busbar keluaran PHB TR.



**Gambar 3.6 Amperemeter**

### 3.4. Teknik Analisis Data

Metode analisis data adalah cara mengolah data yang telah diperoleh untuk kemudian dapat memberikan suatu jawaban atau kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Metode analisis yang digunakan adalah metode deskriptif. Metode analisis data deskriptif yaitu dengan cara mendeskripsikan kondisi komponen PHB Tr berdasarkan beban yang diampu dan tingkat kesesuaian desain PHB TR Gardu

Distribusi yang ada dilapangan dengan ketentuan yang sudah ditetapkan dari SPLN D3.16-2:2013. Yaitu meliputi :

1. Konstruksi PHB TR
2. Proteksi PHB TR
3. Pengawatan PHB TR
4. Penandaan PHB TR

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

##### 4.1.1. Data Hasil Pengamatan dan Pengukuran Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)

Data penelitian diperoleh dari proses pengamatan dan pengukuran dengan instrumen yang sudah disiapkan. PHB TR yang digunakan sebagai sampel, dalam penelitian ini dipilih 5 buah dari jenis gardu distribusi beton penyulang kurikulum. Data hasil pengamatan dan pengukuran tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan konstruksi, proteksi, pengawatan, penandaan untuk kondisi desain PHB TR yang akan dibandingkan dengan standar PLN untuk mengetahui tingkat kesesuaiannya dan kelistrikan untuk mengetahui kondisi dari beban atau gangguan kelistrikan yang terjadi pada PHB TR

##### 4.1.1.1. Data Hasil Pengamatan dan Pengukuran Konstruksi PHB TR

###### A. Gardu CD 354

4.1. Tabel Data Hasil Penelitian Konstruksi Gardu CD 354

No	Komponen Konstruksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Besi siku (indoor)	50x50x5mm	50x50x6,6mm	Tidak sesuai
2.	Kerangka	- Kokoh - Anti karat	Kokoh Anti karat	Sesuai Sesuai
3.	Bahan busbar	Tembaga	Tembaga	Sesuai
4.	Pemasangan busbar	Mur baut	Mur baut	Sesuai
5.	Jumlah busbar	4	4	Sesuai
6.	Luas busbar			
	Busbar kolektor	80x10mm	80x10,07 mm	Tidak sesuai

**Tabel 4.1. (lanjutan)**

No	Komponen Konstruksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
	Busbar penghubung	80x10mm	80x10,07 mm	Tidak sesuai
	Busbar keluaran	40x10mm	40x10,01 mm	Tidak sesuai
7.	Posisi netral pada busbar	Bawah/kiri	Bawah	Sesuai
8.	Tinggi terminal pbumian	24 cm	-	Tidak sesuai
Jumlah Kesesuaian				6 butir

Catatan : Suhu Pada PHB TR didapatkan sebesar 48,6°C

Data yang didapatkan pada konstruksi gardu CD 354 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2010 hanya mencapai mencapai 6 butir dari 11 poin yang diamati. Pada kesesuaian gardu yaitu gardu CD 354 memiliki kerangka besi yang kokoh dan anti karat, bahan busbar yang digunakan terbuat dari tembaga, pemasangan busbar PHB TR menggunakan mur dan baut dengan jumlah busbar 4 buah, dan juga peletakan busbar netral terdapat pada bagian kiri PHB TR. Sedangkan pada ketidaksesuain gardu yaitu besi siku kerangka PHB TR yang didapatkan sebesar 50x50x6,6 mm. luas pada busbar kolektor, busbar penghubung, dan busbar keluaran didapatkan 80x10.07mm, 80x10.07mm, dan 40x10.01mm dan PHB TR tidak memiliki terminal pbumian.

## B. Gardu CD 144

**4.2. Tabel Data Hasil Penelitian Konstruksi Gardu CD 144**

No	Komponen Konstruksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Besi siku (indoor)	50x50x5mm	54x54x5,75mm	Tidak sesuai
2.	Kerangka	- Kokoh - Anti karat	Kokoh Anti karat	Sesuai Sesuai
3.	Bahan busbar	Tembaga	Tembaga	Sesuai

Tabel 4.2. (lanjutan)

No	Komponen Konstruksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
4.	Pemasangan busbar	Mur baut	Mur baut	Sesuai
5.	Jumlah busbar	4	4	Sesuai
6.	Luas busbar			
	Busbar kolektor	80x10mm	80x10,003 mm	Tidak sesuai
	Busbar penghubung	80x10mm	80x10,003 mm	Tidak sesuai
	Busbar keluaran	40x10mm	40x10,003 mm	Tidak sesuai
7.	Posisi netral pada busbar	Bawah/kiri	Kiri	Sesuai
8.	Tinggi terminal pbumian	24 cm	31	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				7 butir

Catatan : Suhu pada PHB TR sebesar 42,8°C

Data yang didapatkan pada konstruksi gardu CD 144 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2010 hanya mencapai mencapai 7 butir dari 11 poin yang diamati. Pada kesesuaian gardu yaitu gardu CD 144 memiliki kerangka besi yang kokoh dan anti karat, bahan busbar yang digunakan terbuat dari tembaga, pemasangan busbar PHB TR menggunakan mur dan baut dengan jumlah busbar 4 buah, dan juga peletakan busbar netral terdapat pada bagian bawah PHB TR, tinggi terminal pbumian 31 cm. Sedangkan pada ketidaksesuaian gardu yaitu besi siku kerangka PHB TR yang didapatkan sebesar 54x54x5.75 mm. luas pada busbar kolektor, busbar penghubung, dan busbar keluaran didapatkan 80x10,003 mm, 80x10,003 mm, dan 40x10,02 mm dan PHB TR.



### C. Gardu CD 302

**4.3. Tabel Data Hasil Penelitian Konstuksi Gardu CD 302**

No	Komponen Konstruksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Besi siku (indoor)	50x50x5mm	41x41x5,5mm	Tidak sesuai
2.	Kerangka	- Kokoh - Anti karat	Kokoh Anti karat	Sesuai Sesuai
3.	Bahan busbar	Tembaga	Tembaga	Sesuai
4.	Pemasangan busbar	Mur baut	Mur baut	Sesuai
5.	Jumlah busbar	4	4	Sesuai
6.	Luas busbar			
	Busbar kolektor	80x10mm	80x10,074 mm	Tidak sesuai
	Busbar penghubung	80x10mm	80x10,074 mm	Tidak sesuai
	Busbar keluaran	40x10mm	40x10,011 mm	Tidak sesuai
7.	Posisi netral pada busbar	Bawah/kiri	Bawah	Sesuai
8.	Tinggi terminal pbumian	24 cm	1,5 m	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				7 butir

Catatan : Suhu pada PHB TR sebesar 42,8°C

Data yang didapatkan pada konstruksi gardu CD 302 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2010 hanya mencapai mencapai 6 butir dari 11 poin yang diamati. Pada kesesuaian gardu yaitu gardu CD 302 memiliki kerangka besi yang kokoh dan anti karat, bahan busbar yang digunakan terbuat dari tembaga, pemasangan busbar PHB TR menggunakan mur dan baut dengan jumlah busbar 4 buah, terminal pbumian dipasang pada ketinggian 1.5 m, dan juga peletakan busbar netral terdapat pada bagian kiri PHB TR. Sedangkan pada ketidaksesuaian gardu yaitu besi siku kerangka

PHB TR yang didapatkan sebesar 41x41x5.5 mm. luas pada busbar kolektor, busbar penghubung, dan busbar keluaran didapatkan 80x10.074 mm, 80x10.074 mm, dan 40x10.011 mm.

#### D. Gardu CD 304

##### 4.4. Tabel Data Hasil Penelitian Konstuksi Gardu CD 304

No	Komponen Konstruksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Besi siku (indoor)	50x50x5mm	51x50x4mm	Tidak sesuai
2.	Kerangka	- Kokoh - Anti karat	Kokoh Anti karat	Sesuai Sesuai
3.	Bahan busbar	Tembaga	Tembaga	Sesuai
4.	Pemasangan busbar	Mur baut	Mur baut	Sesuai
5.	Jumlah busbar	4	4	Sesuai
6.	Luas busbar			
	Busbar kolektor	80x5mm	80x10,002 mm	Tidak sesuai
	Busbar penghubung	80x5mm	80x10,002 mm	Tidak sesuai
	Busbar keluaran	40x5mm	40x10,017 mm	Tidak sesuai
7.	Posisi netral pada busbar	Bawah/kiri	Bawah	Sesuai
8.	Tinggi terminal pbumian	24 cm	32 cm	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				7 butir

Catatan : Suhu pada PHB TR sebesar 42,6°C

Data yang didapatkan pada konstruksi gardu CD 304 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2010 hanya mencapai mencapai 6 butir dari 11 poin yang diamati, hasil ini didasari dengan temuan di lapangan yang sesuai dan tidak sesuai dengan standar. Pada kesesuaian gardu yaitu gardu CD 304 memiliki kerangka besi yang kokoh dan anti karat, bahan busbar yang digunakan terbuat dari tembaga, terminal pbumian dipasang dengan

ketinggian 32 cm, pemasangan busbar PHB TR menggunakan mur dan baut dengan jumlah busbar 4 buah, dan juga peletakan busbar netral terdapat pada bagian kiri PHB TR. Sedangkan pada ketidaksesuaian gardu yaitu besi siku kerangka PHB TR yang didapatkan sebesar 51x50x4 mm dan kerangka tidak terdapat isolator. luas pada busbar kolektor, busbar penghubung, dan busbar keluaran didapatkan 80x10.002 mm, 80x10.002 mm, dan 40x10.017 mm.

### E. Gardu CD 183

4.5. Tabel Data Hasil Penelitian Konstruksi Gardu CD 183

No	Komponen Konstruksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Besi siku (indoor)	50x50x5mm	49x48x4.59mm	Tidak sesuai
2.	Kerangka	- Kokoh - Anti karat	Kokoh Anti karat	Sesuai Sesuai
3.	Bahan busbar	Tembaga	Tembaga	Sesuai
4.	Pemasangan busbar	Mur baut	Mur baut	Sesuai
5.	Jumlah busbar	4	4	Sesuai
6.	Luas busbar			
	Busbar kolektor	80x10mm	80x10,086 mm	Tidak sesuai
	Busbar penghubung	80x10mm	80x10,086 mm	Tidak sesuai
	Busbar keluaran	40x10mm	40x10,015 mm	Tidak sesuai
7.	Posisi netral pada busbar	Bawah/kiri	Bawah kiri	Sesuai
8.	Tinggi terminal pbumian	24 cm	23 cm	Tidak sesuai
Jumlah Kesesuaian				6 butir

Catatan : Suhu pada PHB TR sebesar 46,8°C

Data yang didapatkan pada konstruksi gardu CD 183 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2010 hanya mencapai mencapai 6 butir dari 11 poin

yang diamati. Pada kesesuaian, gardu CD 183 memiliki kerangka besi yang kokoh dan anti karat, bahan busbar yang digunakan terbuat dari tembaga, pemasangan busbar menggunakan mur dan baut dengan jumlah busbar 4 buah, dan juga peletakan busbar netral terdapat pada bagian kiri PHB TR. Pada ketidaksesuaian gardu yaitu besi siku kerangka PHB TR yang didapatkan sebesar 49x48x4,59mm. luas pada busbar kolektor, busbar penghubung, dan busbar keluaran didapatkan 80x10,086mm, 80x10,086mm, dan 40x10,015mm dan terminal pembumian dipasang pada ketinggian 23 cm.

**Tabel 4.6. Rekapitulasi Data Hasil Penelitian Konstruksi 5 Gardu**

No	Komponen Konstruksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan				
			CD 354	CD 144	CD 302	CD 304	CD 183
1.	Besi siku (indoor)	50x50x3 mm	50x50x 6,6 mm	54x54x 5,8 mm	41x41x 5,5 mm	51x50x4 mm	49x48x4, 6 mm
2.	Kerangka	- Kokoh - Anti karat	Kokoh Anti karat	Kokoh Anti karat	Kokoh Anti karat	Kokoh Anti karat	Kokoh Anti karat
3.	Bahan busbar	Tembaga	Tembaga	Tembaga	Tembaga	Tembaga	Tembaga
4.	Pemasangan busbar	Mur baut	Mur baut	Mur baut	Mur baut	Mur baut	Mur baut
5.	Jumlah busbar	4	4	4	4	4	4
6.	Luas busbar						
	Busbar kolektor	50x5mm	80x10,07 mm	80x10,00 3 mm	80x10,074 mm	80x10,00 2 mm	80x10,08 6 mm
	Busbar penghubung	50x5mm	80x10,07 0 mm	80x10,00 3 mm	80x10,074 mm	80x10,00 2mm	80x10,08 6 m
	Busbar keluaran	30x5mm	40x10,01 mm	40x10,02 mm	40x10,011 mm	40x10,01 7 mm	40x10,01 5 mm
7.	Posisi netral pada busbar	Bawah/ kiri	Bawah	Kiri	bawah	Bawah	Bawah kiri
8.	Tinggi terminal pembumian	24 cm	-	31 cm	1,5 m	32 cm	23 cm
Jumlah Komponen yang Sesuai			6	7	7	7	6

#### 4.1.1.2. Data Hasil Pengamatan Proteksi PHB TR

##### A. Gardu CD 354

4.7. Tabel Data Hasil Penelitian Proteksi Gardu CD 354

No	Komponen Proteksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Lapisan mur dan baut	Perak/timah	Timah	Sesuai
2.	Saklar Pemutus	LBS/mccb	LBS	Sesuai
3.	Pengaman Lebur			
	Jumlah pengaman lebur	3	3	Sesuai
	Jenis PHB 1000 A	250 A	315 A	Tidak sesuai
4.	Pemisah Pengaman Lebur	Bahan Isolasi	Tidak ada	Tidak sesuai
5.	Pemisah keluaran	Bahan kokoh & tahan air	Tidak ada	Tidak sesuai
Jumlah Kesesuaian				3 butir

Data yang didapatkan pada proteksi Perangkat Huubung Bagi Tegangan Rendah gardu CD 354 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai 3 butir dari 6 poin yang diamati. Pada kesesuain gardu yaitu gardu CD 354 memiliki mur dan baut yang dilapisisi perak dan timah, saklar pemutus menggunakan jenis LBS dan jumlah pengaman lebur pada tiap busbar 3 buah. Sedangkan ketidaksesuaian gardu didapatkan dari besar pengaman lebur yaitu 315 A untuk Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah untuk jenis 1000 A, tidak terdapat pemisah pengaman lebur dan pemisah keluaran pada Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah.

## B. Gardu CD 144

### 4.8. Tabel Data Hasil Penelitian Proteksi Gardu CD 144

No	Komponen Proteksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Lapisan mur dan baut	Perak/timah	Timah	Sesuai
2.	Saklar Pemutus	LBS/mccb	LBS	Sesuai
3.	Pengaman Lebur			
	Jumlah pengaman lebur	3	3	Sesuai
	Jenis PHB 1000 A	250 A	250 A	Sesuai
4.	Pemisah Pengaman Lebur	Bahan Isolasi	Tidak ada	Tidak sesuai
5.	Pemisah keluaran	Bahan kokoh & tahan air	Tidak ada	Tidak sesuai
Jumlah Kesesuaian				4 butir

Data yang didapatkan pada proteksi Perangkat Huubung Bagi Tegangan Rendah gardu CD 144 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai 4 butir dari 6 poin yang diamati. Pada kesesuain gardu, gardu CD 144 memiliki mur dan baut yang dilapisisi perak dan timah, saklar pemutus menggunakan jenis LBS (*Load Break Switch*), jumlah pengaman lebur pada tiap busbar terdapat 3 buah, besar pengaman lebur yaitu 250 A untuk Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah untuk jenis 1000 A,. Sedangkan pada ketidaksesuaian gardu distribusi sampel didapatkan dari tidak terdapat pemisah pengaman lebur dan pemisah keluaran pada Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah.

### C. Gardu CD 302

**4.9. Tabel Data Hasil Penelitian Proteksi Gardu CD 302**

No	Komponen Proteksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Lapisan mur dan baut	Perak/timah	Timah	Sesuai
2.	Saklar Pemutus	LBS/mccb	LBS	Sesuai
3.	Pengaman Lebur			
	Jumlah pengaman lebur	3	3	Sesuai
	Jenis PHB 1000 A	250 A	250 A	Sesuai
4.	Pemisah Pengaman Lebur	Bahan Isolasi	Tidak ada	Tidak sesuai
5.	Pemisah keluaran	Bahan kokoh & tahan air	Tidak ada	Tidak sesuai
Jumlah Kesesuaian				4 butir

Data yang didapatkan pada proteksi Perangkat Huubung Bagi Tegangan Rendah gardu CD 302 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai 4 butir dari 6 poin yang diamati. Pada kesesuain gardu yaitu gardu CD 302 memiliki mur dan baut yang dilapisi perak dan timah, saklar pemutus menggunakan jenis LBS (*Load Break Switch*) dan jumlah pengaman lebur pada tiap busbar terdapat 3 buah, dan besar pengaman lebur yaitu 250 A untuk Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah jenis 1000 A. Sedangkan pada ketidaksesuaian gardu distribusi sampel didapatkan dari tidak terdapatnya pemisah pengaman lebur dan pemisah keluaran pada Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah.

## D. Gardu CD 304

### 4.10. Tabel Data Hasil Penelitian Proteksi Gardu CD 304

No	Komponen Proteksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Lapisan mur dan baut	Perak/timah	Timah	Sesuai
2.	Saklar Pemutus	LBS/mccb	LBS	Sesuai
3.	Pengaman Lebur			
	Jumlah pengaman lebur	3	3	Sesuai
	Jenis PHB 1000 A	250 A	250 A	Sesuai
4.	Pemisah Pengaman Lebur	Bahan Isolasi	Tidak ada	Tidak sesuai
5.	Pemisah keluaran	Bahan kokoh & tahan air	Tidak ada	Tidak sesuai
Jumlah Kesesuaian				4 butir

Data yang didapatkan pada proteksi Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah gardu CD 304 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai mencapai 4 butir dari 6 poin yang diamati. Pada kesesuaian gardu distribusi sampel yaitu gardu CD 304 memiliki mur dan baut yang dilapisi perak dan timah, saklar pemutus menggunakan jenis LBS (*Load Break Switch*) dan jumlah pengaman lebur pada tiap busbar 3 buah, besar pengaman lebur yaitu 250 A untuk Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah jenis 1000 A.. Sedangkan ketidaksesuaian gardu distribusi sampel didapatkan dari tidak terdapat pemisah pengaman lebur dan pemisah keluaran pada Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah.



## E. Gardu CD 183

### 4.11. Tabel Data Hasil Penelitian Proteksi Gardu CD 183

No	Komponen Proteksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Lapisan mur dan baut	Perak/timah	Timah	Sesuai
2.	Saklar Pemutus	LBS/mccb	LBS	Sesuai
3.	Pengaman Lebur			
	Jumlah pengaman lebur	3	3	Sesuai
	Jenis PHB 1000 A	250 A	315 A	Tidak sesuai
4.	Pemisah Pengaman Lebur	Bahan Isolasi	Tidak ada	Tidak sesuai
5.	Pemisah keluaran	Bahan kokoh & tahan air	Tidak ada	Tidak sesuai
Jumlah Kesesuaian				3 butir

Data yang didapatkan pada proteksi gardu CD 183 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai mencapai 3 butir dari 6 poin yang diamati. Pada kesesuaian gardu yaitu gardu CD 183 memiliki, mur dan baut yang dilapisi perak dan timah, saklar pemutus menggunakan jenis LBS (*Load Break Switch*) dan jumlah pengaman lebur pada tiap busbar 3 buah,. Sedangkan ketidaksesuaian gardu didapatkan dari tidak terdapat pemisah pengaman lebur dan pemisah keluaran pada PHB TR dan besar pengaman lebur yaitu 315 A untuk PHB TR jenis 1000 A.

### Tabel 4.12. Rekapitulasi Data Hasil Penelitian Proteksi 5 Gardu

No	Komponen Proteksi PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan				
			CD 354	CD 144	CD 302	CD 304	CD 183
1.	Lapisan mur dan baut	Perak/timah	timah	timah	timah	timah	timah
2.	Saklar Pemutus	LBS/mccb	LBS	LBS	LBS	LBS	LBS

**Tabel 4.12. (lanjutan)**

No	Komponen PHB TR	Standar PLN	CD 354	CD 144	CD 302	CD 304	CD 183
3.	Pengaman Lebur						
	Jumlah pengaman lebur	3	3	3	3	3	3
	Jenis PHB 1000 A	250 A	315 A	250 A	250 A	250 A	315A
4.	Pemisah Pengaman Lebur	Bahan Isolasi	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
5.	Pemisah keluaran	Bahan kokoh & tahan air	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Jumlah Komponen yang sesuai			3	4	4	4	4

#### 4.1.1.3. Data Hasil Pengamatan Pengawatan PHB TR

##### A. Gardu CD 354

**4.13. Tabel Data Hasil Penelitian Pengawatan Gardu CD 354**

No	Komponen Pengawatan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Hubungan Kabel dari Trafo	Dilengkapi plat dan terminal penghubung	Dilengkapi plat dan terminal penghubung	Sesuai
2.	Konduktor pembumian	50 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	Tidak sesuai
3.	Diameter kabel fasa	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	Sesuai
4.	Diameter kabel netral	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				3 butir

Data yang didapatkan pada pengawatan gardu CD 354 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai mencapai 3 butir dari 4 poin yang diamati. Pada kesesuaian gardu CD 354 hubungan kabel dari trafo dilengkapi dengan plat atau terminal penghubung, diameter kabel yang digunakan untuk konduktor fasa sebesar 95 mm<sup>2</sup>, dan diameter kabel netral sebesar 95 mm<sup>2</sup>. Sedangkan ketidaksesuaian gardu 354 didapatkan karena tidak memiliki konduktor untuk pembumian.

## B. Gardu CD 144

**4.14. Tabel Data Hasil Penelitian Pengawatan Gardu CD 144**

No	Komponen Pengawatan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Hubungan Kabel dari Trafo	Dilengkapi plat /terminal penghubung	Dilengkapi plat dan terminal penghubung	Sesuai
2.	Konduktor pembumian	50 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	Sesuai
3.	Diameter kabel fasa	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	Sesuai
4	Diameter kabel netral	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				4 butir

Data yang didapatkan pada pengawatan gardu CD 144 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai mencapai 4 butir dari 4 poin yang diamati. Pada gardu CD 144 hubungan kabel dari trafo dilengkapi dengan plat atau terminal penghubung, konduktor untuk pembumian berukuran 50 mm<sup>2</sup>, diameter kabel yang digunakan untuk konduktor fasa sebesar 95 mm<sup>2</sup>, dan diameter kabel netral sebesar 4 mm<sup>2</sup>.

## C. Gardu CD 302

**4.15. Tabel Data Hasil Penelitian Pengawatan Gardu CD 302**

No	Komponen Pengawatan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Hubungan Kabel dari Trafo	Dilengkapi plat /terminal penghubung	Dilengkapi plat dan terminal penghubung	Sesuai
2.	Konduktor pembumian	50 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	Sesuai
3.	Diameter kabel fasa	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	Sesuai
4	Diameter kabel netral	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				4 butir

Data yang didapatkan pada pengawatan gardu CD 302 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai mencapai 4 butir dari 4 poin yang diamati. Pada gardu CD 302 hubungan kabel dari trafo dilengkapi dengan plat atau terminal penghubung, konduktor untuk pembumian berukuran  $50 \text{ mm}^2$ , diameter kabel yang digunakan untuk konduktor fasa sebesar  $95 \text{ mm}^2$ , dan diameter kabel netral sebesar  $95 \text{ mm}^2$ .

#### D. Gardu CD 304

**4.16. Tabel Data Hasil Penelitian Pengawatan Gardu CD 304**

No	Komponen Pengawatan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Hubungan Kabel dari Trafo	Dilengkapi plat /terminal penghubung	Dilengkapi plat dan terminal penghubung	Sesuai
2.	Konduktor pembumian	$50 \text{ mm}^2$	$50 \text{ mm}^2$	Sesuai
3.	Diameter kabel fasa	$95 \text{ mm}^2$	$95 \text{ mm}^2$	Sesuai
4.	Diameter kabel netral	$95 \text{ mm}^2$	$95 \text{ mm}^2$	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				4 butir

Data yang didapatkan pada pengawatan gardu CD 304 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai mencapai 4 butir dari 4 poin yang diamati. Pada gardu CD 304 hubungan kabel dari trafo dilengkapi dengan plat atau terminal penghubung, konduktor untuk pembumian berukuran  $50 \text{ mm}^2$ , diameter kabel fasa sebesar  $95 \text{ mm}^2$ , dan diameter kabel netral sebesar  $95 \text{ mm}^2$ .

#### E. Gardu CD 183

**4.17. Tabel Data Hasil Penelitian Pengawatan Gardu CD 183**

No	Komponen PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Hubungan Kabel dari Trafo	Dilengkapi plat /terminal penghubung	Dilengkapi plat dan terminal penghubung	Sesuai

Tabel 4.17 (lanjutan)

No	Komponen Pengawatan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
2.	Konduktor pembumian	50 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	Sesuai
3.	Diameter kabel fasa	95 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	Sesuai
4	Diameter kabel netral	95 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				4 butir

Data yang didapatkan pada pengawatan gardu CD 183 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai mencapai 4 butir dari 4 poin yang diamati. Pada gardu CD 183 hubungan kabel dari trafo dilengkapi dengan plat atau terminal penghubung, konduktor untuk pembumian berukuran 50 mm<sup>2</sup>, diameter kabel fasa sebesar 95 mm<sup>2</sup>, dan diameter kabel netral sebesar 95 mm<sup>2</sup>.

Tabel 4.18. Rekapitulasi Data Hasil Penelitian Pengawatan 5 Gardu

No	Komponen Pengawatan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan				
			CD 354	CD 144	CD 302	CD 304	CD 183
1.	Hubungan Kabel dari Trafo	Dilengkapi plat/ terminal penghubung	Dilengkapi plat & terminal penghubung	Dilengkapi plat & terminal penghubung	Dilengkapi plat & terminal penghubung	Dilengkapi plat & terminal penghubung	Dilengkapi plat & terminal penghubung
2.	Konduktor pembumian	50 mm <sup>2</sup>	Tidak ada	50 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>
3.	Diameter kabel fasa	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>
4	Diameter kabel netral	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>
Jumlah Komponen yang Sesuai			3	4	4	4	4

#### 4.1.1.4. Data Hasil Pengamatan dan Pengukuran Penandaan PHB TR

##### A. Gardu CD 354

4.19. Tabel Data Hasil Penelitian Penandaan Gardu CD 354

No	Komponen Penandaan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Cat Busbar - Fasa - Netral	Merah;Kuning; Hitam Biru	Merah;Kuning; Hitam Biru	Sesuai  Sesuai
2.	Luas tempat label penandaan	80x30 mm/sesuai busbar	80x10,70 mm	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				3 butir

Data yang didapatkan pada penandaan gardu CD 354 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai mencapai 3 poin, hasil ini didasari dengan temuan di lapangan yang sesuai dan tidak sesuai dengan standar. Didapatkan luas tempat label penandaan yang berukuran 80x10,70 mm., cat yang digunakan untuk penandaan busbar yaitu merah, kuning, dan hitam untuk fasa, dan biru untuk netral.

##### B. Gardu CD 144

4.20. Tabel Data Hasil Penelitian Penandaan Gardu CD 144

No	Komponen Penandaan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Cat Busbar - Fasa - Netral	Merah;Kuning; Hitam Biru	Merah;Kuning; Hitam Biru	Sesuai  Sesuai
2.	Luas tempat label penandaan	80x30 mm/sesuai busbar	27 x 27 mm	Tidak sesuai
Jumlah Kesesuaian				2 butir

Data yang didapatkan pada penandaan gardu CD 144 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai 2 butir dari 3 poin yang diamati. Pada

kesesuaian gardu CD 144 didapatkan cat yang digunakan untuk penandaan busbar yaitu merah, kuning, dan hitam untuk fasa, biru untuk netral. Sedangkan ketidaksesuaian didapatkan dari luas tempat label penandaan yang luasnya 27x27 mm.

### C. Gardu CD 302

4.21. Tabel Data Hasil Penelitian Penandaan Gardu CD 302

No	Komponen Penandaan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Cat Busbar - Fasa - Netral	Merah;Kuning; Hitam Biru	Merah;Kuning; Hitam Biru	Sesuai Sesuai
2.	Luas tempat label penandaan	80x30 mm/sesuai busbar	80x10,74 mm	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				3 butir

Data yang didapatkan pada penandaan gardu CD 302 adalah kesesuaiannya dengan SPLN D3.016-2 : 2013 mencapai 3 butir. Didapatkan luas tempat label penandaan yang berukuran 80x10,74 mm, cat yang digunakan untuk penandaan busbar yaitu merah, kuning, dan hitam untuk fasa, dan biru untuk netral.

### D. Gardu CD 304

4.22. Tabel Data Hasil Penelitian Penandaan Gardu CD 304

No	Komponen Penandaan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan	Keterangan
1.	Cat Busbar - Fasa - Netral	Merah;Kuning; Hitam Biru	Merah;Kuning; Hitam Biru	Sesuai Sesuai
2.	Luas tempat label penandaan	80x30 mm/sesuai busbar	76x10,02 mm	Sesuai
Jumlah Kesesuaian				3 butir





Tabel 4.24 (lanjutan)

No	Komponen Penandaan PHB TR	Standar PLN	Temuan di Lapangan				
			CD 354	CD 144	CD 302	CD 304	CD 183
2.	Luas tempat label penandaan	80x30 mm/sesuai busbar	80x10, 70 mm	27x27 mm	80x10, 74 mm	76x10, 02 mm	79,10,8 6 mm
Jumlah Kesesuaian			3	2	3	3	3

#### 4.1.1.5. Data Hasil Pengamatan dan Pengukuran Kondisi kelistrikan PHB TR

Data kondisi kelistrikan didapatkan dengan mengukur arus pada tiap jurusan PHB TR Gardu Distribusi menggunakan Ampheremeter yang di kaitkan pada busbar keluaran PHB TR.

##### A. Gardu CD 354

Tabel 4.25. Tabel Data Kondisi Kelistrikan PHB TR CD 354

Jur.	Penampang kabel (mm <sup>2</sup> )	Beban			Rating NH Fuse	Kerusakan pada komponen
		R	S	T		
					A	
	<b>CD354</b>					
A	4x95	68	48	48	315	Tidak ada
B	4x95	0	0	0	315	Tidak ada
C	4x95	0	0	0	315	Tidak ada
D	4x95	5	4	9	315	Tidak ada

Dari data yang didapatkan pada kondisi kelistrikan gardu CD 354, dapat diketahui beban pada tiap fasa jurusan PHB TR berbeda-beda. Jurusan A beban yang didapatkan adalah R:68, S:48, dan T:48 dengan NH Fuse 315 A. Jurusan B beban yang didapatkan adalah R:5, S:4, dan T:9 dengan NH Fuse 315 A. Tidak terjadi kerusakan pada komponen rangkaian PHB TR.

## B. Gardu CD 144

**Tabel 4.26. Tabel Data Kondisi Kelistrikan PHB TR CD 144**

Jur .	Penampang kabel (mm <sup>2</sup> )	Beban			Rating NH Fuse	Kerusakan pada komponen
		R	A	T		
					A	
	<b>CD 144</b>					
<b>A</b>	<b>4x95</b>	104	125	181	250 A	Ada
<b>B</b>	<b>4x95</b>	166	54	61	250 A	Tidak ada
<b>C</b>	<b>4x95</b>	162	54	61	250 A	Ada
<b>E</b>	<b>4x95</b>	0	0	0	250 A	Tidak ada
<b>F</b>	<b>4x95</b>	109	120	131	250 A	Ada

(Kerusakan komponen dilihat dilampiran Kerusakan NH Fuse hal 97 dan 98)

Dari data yang didapatkan pada kondisi kelistrikan gardu CD 144, dapat diketahui beban pada tiap fasa jurusan PHB TR berbeda-beda. Jurusan A beban yang didapatkan adalah R:104, S:125, dan T:181 dengan NH Fuse 250 A. Jurusan B beban yang didapatkan adalah R:166, S:54, dan T:61 dengan NH Fuse 250 A. Jurusan C beban yang didapatkan adalah R:162, S:54, dan T:61 dengan NH Fuse 250 A. Jurusan F beban yang didapatkan adalah R:109, S:120, dan T:131 dengan NH Fuse 250 A. Terjadi kerusakan pada komponen rangkaian PHB TR jurusan A, C, dan, F didapatkan NH Fuse terbakar.

## C. Gardu CD 302

**Tabel 4.27. Tabel Data Kondisi Kelistrikan PHB TR CD 302**

Jur .	Penampang kabel (mm <sup>2</sup> )	Beban			Rating NH Fuse	Kerusakan pada komponen
		R	S	T		
					A	
	<b>CD 302</b>					
<b>A</b>	<b>4x95</b>	67	109	80	250 A	Tidak ada

Tabel 4.27 (lanjutan)

Jur .	Penampang kabel (mm <sup>2</sup> )	Beban			Rating NH Fuse	Kerusakan pada komponen
		R	A	T		
	<b>CD 144</b>				A	
<b>B</b>	<b>4x95</b>	156	142	127	250 A	Ada
<b>F</b>	<b>4x95</b>	80	87	78	250 A	Tidak ada

(Kerusakan komponen dilihat dilampiran Kerusakan NH Fuse hal 99)

Dari data yang didapatkan pada kondisi kelistrikan gardu CD 302, dapat diketahui beban pada tiap fasa jurusan PHB TR berbeda-beda. Jurusan A beban yang didapatkan adalah R:67, S:109, dan T:80 l dengan NH Fuse 250 A. Jurusan B beban yang didapatkan adalah R:156, S:142, dan T:127 dengan NH Fuse 250 A. Jurusan C beban yang didapatkan adalah R:80, S:87, dan T:78 dengan NH Fuse 250 A. Terjadi kerusakan pada komponen rangkaian PHB TR jurusan B, karena NH Fuse terbakar.

#### D. Gardu CD 304

Tabel 4.28. Tabel Data Kondisi Kelistrikan PHB TR CD 304

Jur .	Penampang kabel (mm <sup>2</sup> )	Beban			Rating NH Fuse	Kerusakan pada komponen
		R	S	T		
	<b>CD 304</b>				A	
<b>A</b>	<b>4x95</b>	48	10	23	250 A	Tidak ada
<b>B</b>	<b>4x95</b>	75	75	76	250 A	Tidak ada
<b>C</b>	<b>4x95</b>	0	0	0	250 A	Tidak ada

Dari data yang didapatkan pada kondisi kelistrikan gardu CD 304, dapat diketahui beban pada tiap fasa jurusan PHB TR berbeda-beda. Jurusan A beban yang didapatkan adalah R:48, S:10, dan T:23 dengan NH fuse 250 A. Jurusan B

beban yang didapatkan adalah R:75, S:75, dan T:76 dengan NH fuse 250 A. Tidak terjadi kerusakan pada komponen rangkaian PHB TR.

#### E. Gardu CD 183

**Tabel 4.29. Tabel Data Kondisi Kelistrikan PHB TR CD 183**

Jur .	Penampang kabel (mm <sup>2</sup> )	Beban			Rating NH Fuse	Kerusakan pada komponen
		R	S	T	A	
	<b>CD 183</b>					
<b>A</b>	<b>4x95</b>	205	215	148	315	Tidak ada
<b>B</b>	<b>4x95</b>	30	20	10	315	Tidak ada
<b>C</b>	<b>4x95</b>	162	104	68	315	Tidak ada
<b>D</b>	<b>4x95</b>	72	89	188	315	Tidak ada

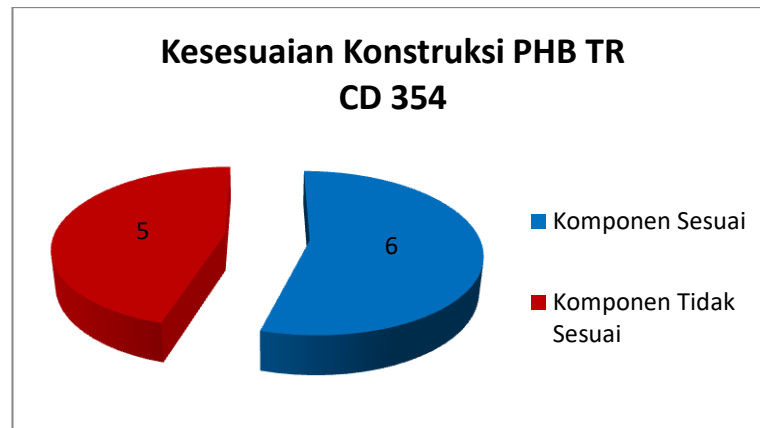
Dari data yang didapatkan pada kondisi kelistrikan gardu CD 183, dapat diketahui beban pada tiap fasa jurusan PHB TR berbeda-beda. Jurusan A beban yang didapatkan adalah R:205,S:215,dan T:148 lalu didapatkan keseimbangannya 14,67%. Jurusan B beban yang didapatkan adalah R:30,S:20,dan T:10 lalu didapatkan keseimbangannya 33,33%. Jurusan C beban yang didapat adalah R:162, S:104, dan T:68 lalu didapat keseimbangannya 30,67%. Jurusan D beban yang didapatkan adalah R:72, S:89, dan T:188 lalu didapatkan keseimbangannya 41%. Tidak terjadi kerusakan pada komponen rangkaian PHB TR.

#### 4.2. Pembahasan

Setelah dilakukannya pengamatan dan pengukuran pada PHB Tegangan Rendah pada sampel lalu didapatkan data yang akan dilihat kesesuaiannya dengan Standar PLN (SPLN D.3-016:2013).

#### 4.2.1. Analisis Data Kesesuaian Konstruksi PHB TR dengan Standar PLN

##### A. Analisis Kesesuaian Komponen Konstruksi PHB TR Gardu CD 354



**Gambar 4.1. Diagram kesesuaian konstruksi PHB TR Gardu CD354**

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa jumlah komponen PHB TR Gardu CD 354 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 6 komponen dari 11 komponen yang diamati. Sedangkan komponen yang tidak sesuai sebanyak 5 komponen, ketidaksesuaian ini dikarenakan pada kerangka PHB TR tidak dipasang konduktor pembumian, kerangka PHB TR yang tidak memiliki pembumian dapat disebabkan karena pada saat awal pengoperasian kabel pembumian tidak dipasang. PHB TR yang tidak memiliki pembumian akan riskan kerusakan apabila terjadi gangguan, untuk itu pengujian yang dilakukan sebelum PHB TR dipasang di Gardu perlu dilakukan agar semua komponen dipastikan kesesuaiannya dengan standar, selain itu maintenance dan pemeliharaan gardu juga lebih mendetail ke bagian-bagian yang sulit terlihat agar ketidaksesuaian seperti ini bisa segera diatasi.

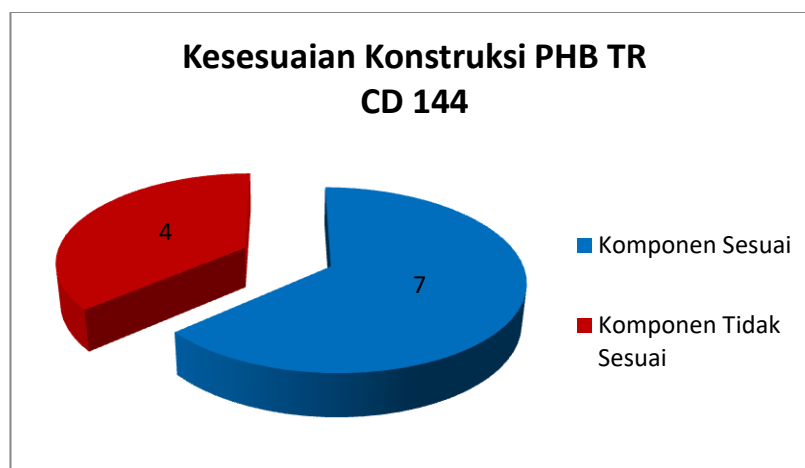
komponen lainnya yang menyebabkan konstruksi PHB TR Gardu CD 354 tidak sesuai dengan standar adalah ukuran kerangka PHB TR dan Busbar PHB TR yang lebih besar dari ukuran yang seharusnya. Ukuran kerangka yang dianjurkan

adalah 50x50x3 mm untuk PHB TR pemasangan dalam dan jenis besi yang digunakan untuk kerangka adalah besi siku. Ukuran besi siku kerangka PHB TR yang didapatkan sebesar 50x50x6,6 mm, dimana ukuran ini memiliki perbedaan 1,20% dengan ukuran yang seharusnya. Ukuran besi kerangka yang tidak sesuai ini bisa terjadi apabila busbar mengalami pemuaian yang kemungkinan dipengaruhi panas dari busbar. Namun, hasil dari perhitungan pemuaian besi, didapatkan ukuran besi tetap tidak sesuai dengan standar yaitu sebesar 50x50x6.59, dimana perbedaannya hanya 0,01 berdasarkan pertambahan besar suhu saat PHB TR beroperasi. Kemungkinan kerangka besi siku yang digunakan merupakan besi yang sudah didesain sejak awal dengan ukuran sebesar itu, sehingga tidak sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013.

Untuk PHB TR jenis 1000 A busbar yang digunakan berukuran 80x10mm untuk fasa kolektor dan penghubung, dan 40x10mm untuk busbar keluaran. Pada PHB TR gardu CD 354 didapatkan busbar kolektor dan penghubung adalah 80x10,07mm dan busbar keluaran adalah 40x10,01mm. Dari ukuran busbar yang sudah didapatkan dapat diketahui bahwa persentase perbedaannya dengan ukuran yang seharusnya cukup kecil, yaitu 0,007% untuk busbar kolektor dan penghubung 0,001% untuk busbar keluaran. Ukuran busbar yang tidak sesuai ini bisa terjadi apabila busbar mengalami pemuaian pada suhu tertentu, dengan koefisien muai tembaga sebesar  $0,000017/^{\circ}\text{C}$  sehingga terjadi sedikit perubahan dari ukuran yang seharusnya sudah ditentukan sebelumnya. Hasil dari perhitungan pemuaian busbar pada PHB TR didapatkan, Busbar Penghubung dan Kolektor sebesar 80x10,067 dan busbar keluaran 40x10,007. Perbedaan ukuran menjadi lebih kecil, sehingga perbedaan perbandingan dengan standar juga menjadi lebih

sedikit. Pemuaian yang terlalu besar pada kerangka besi dan busbar dapat dihindari dengan cara terus disesuaikan pembagian beban tiap jurusan agar tidak mengakibatkan panas berlebih apabila salah satu beban pada jaringan PHB TR lebih besar dari yang lainnya.

#### B. Analisis Kesesuaian Komponen Konstruksi PHB TR Gardu CD 144



**Gambar 4.2. Diagram Kesesuaian Konstruksi PHB TR Gardu CD 144**

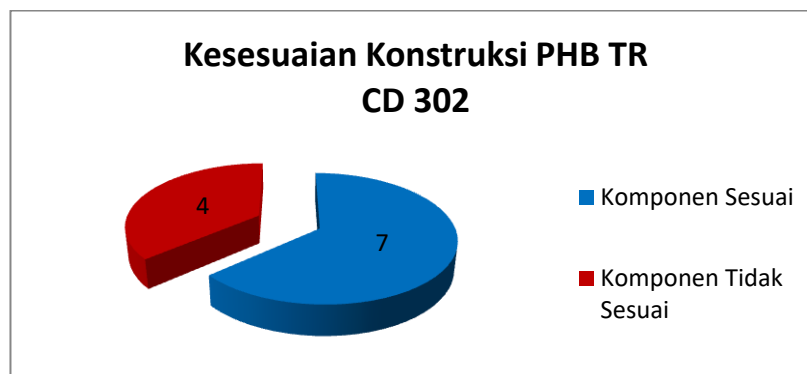
Pada gambar 4.2. dapat dilihat bahwa jumlah komponen Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Gardu CD 144 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 7 komponen dari 11 komponen yang diamati. Sedangkan komponen yang tidak sesuai sebanyak 4 komponen, ketidaksesuaian ini dikarenakan ukuran kerangka PHB TR dan Busbar PHB TR yang lebih besar dari ukuran yang seharusnya. Ukuran kerangka yang dianjurkan adalah 50x50x3 mm untuk Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah pemasangan dalam dan jenis besi yang digunakan untuk kerangka adalah besi siku. Ukuran besi siku kerangka Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah yang didapatkan sebesar 54x54x5,8 mm, dimana ukuran ini memiliki perbedaan 1,23% dengan ukuran yang seharusnya. Ukuran besi kerangka yang tidak sesuai ini bisa terjadi apabila busbar

mengalami pemuaian yang kemungkinan dipengaruhi panas dari busbar. Namun, hasil dari perhitungan pemuaian besi, didapatkan ukuran besi tetap tidak sesuai dengan standar yaitu sebesar 54x54x5,79, dimana perbedaannya hanya 0,01 berdasarkan pertambahan besar suhu saat PHB TR beroperasi. Kemungkinan kerangka besi siku yang digunakan merupakan besi yang sudah didesain sejak awal dengan ukuran sebesar itu, sehingga tidak sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013.

Untuk Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah jenis 1000 A busbar yang digunakan berukuran 80x10mm untuk fasa kolektor dan penghubung, dan 40x10mm untuk busbar keluaran. Pada PHB TR gardu CD 354 didapatkan busbar kolektor dan penghubung adalah 80x10,003mm dan busbar keluaran adalah 40x10,02mm. Dari ukuran busbar yang sudah didapatkan dapat diketahui bahwa persentase perbedaannya dengan ukuran yang seharusnya cukup kecil, yaitu 0,0003% untuk busbar kolektor dan penghubung dan 0,002% untuk busbar keluaran. Ukuran busbar yang tidak sesuai ini bisa terjadi apabila busbar mengalami pemuaian pada suhu tertentu, dengan koefisien muai tembaga sebesar  $0,000017/^{\circ}\text{C}$  sehingga terjadi sedikit perubahan dari ukuran yang seharusnya sudah ditentukan sebelumnya. Hasil dari perhitungan pemuaian busbar pada PHB TR didapatkan, Busbar Penghubung dan Kolektor sebesar 80x10,0025 dan busbar keluaran 40x10,016. Perbedaan ukuran menjadi lebih kecil, sehingga perbedaan perbandingan dengan standar juga menjadi lebih sedikit. Pemuaian yang terlalu besar pada kerangka besi dan busbar dapat dihindari dengan terus disesuaikannya pembagian beban tiap jurusan agar tidak mengakibatkan panas berlebih apabila salah satu beban pada jaringan PHB TR lebih besar dari yang lainnya.



### C. Analisis Kesesuaian Komponen Konstruksi PHB TR Gardu CD 302

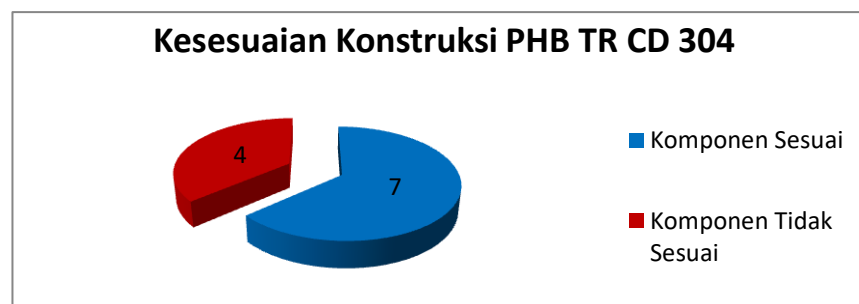


**Gambar 4.3. Diagram Kesesuaian Konstruksi PHB TR Gardu CD 302**

Pada gambar 4.3. dapat dilihat bahwa jumlah komponen PHB TR Gardu CD 302 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 7 komponen dari 11 komponen yang diamati. Sedangkan komponen yang tidak sesuai sebanyak 4 komponen, ketidaksesuaian ini dikarenakan ukuran kerangka PHB TR dan Busbar PHB TR yang lebih besar dari ukuran yang seharusnya. Ukuran kerangka yang dianjurkan adalah 50x50x3mm dan jenis besi yang digunakan untuk kerangka adalah besi siku. Ukuran besi siku kerangka Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah yang didapatkan sebesar 41x41x5,5mm, dimana ukuran ini memiliki perbedaan 0,23% dengan ukuran yang seharusnya. Ukuran besi kerangka yang tidak sesuai ini bisa terjadi apabila busbar mengalami pemuaian yang kemungkinan dipengaruhi panas dari busbar. Namun, hasil dari perhitungan pemuaian besi, didapatkan ukuran besi tetap tidak sesuai dengan standar yaitu sebesar 41x41x5,49mm, dimana perbedaannya hanya 0,01 berdasarkan penambahan besar suhu saat PHB TR beroperasi. Kemungkinan kerangka besi siku yang digunakan merupakan besi yang sudah didesain sejak awal dengan ukuran sebesar itu, sehingga tidak sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013.

Untuk PHB TR jenis 1000 A busbar yang digunakan berukuran 80x10mm untuk fasa kolektor dan penghubung, dan 40x10mm untuk busbar keluaran. Pada PHB TR gardu CD 354 didapatkan besar busbar kolektor dan penghubung adalah 80x10,074mm dan busbar keluaran adalah 40x10,011mm. Dari ukuran busbar yang sudah didapatkan dapat diketahui bahwa persentasenya dengan ukuran yang seharusnya cukup kecil, yaitu 0,0074% untuk busbar kolektor dan penghubung dan 0,0011% untuk busbar keluaran. Ukuran busbar yang tidak sesuai ini bisa terjadi apabila busbar mengalami pemuaian pada suhu tertentu, dengan koefisien muai tembaga sebesar  $0,000017/^{\circ}\text{C}$  sehingga terjadi sedikit perubahan dari ukuran yang seharusnya sudah ditentukan sebelumnya. Hasil dari perhitungan pemuaian busbar pada PHB TR didapatkan, Busbar Penghubung dan Kolektor sebesar 80x10,0736 dan busbar keluaran 40x10,0075. Perbedaan ukuran menjadi lebih kecil, sehingga perbedaan perbandingan dengan standar juga menjadi lebih sedikit. Pemuaian yang terlalu besar pada kerangka besi dan busbar dapat dihindari dengan terus disesuaikannya pembagian beban tiap jurusan agar tidak mengakibatkan panas berlebih apabila salah satu beban pada jaringan PHB TR lebih besar dari yang lainnya.

#### D. Analisis Kesesuaian Komponen Konstruksi PHB TR Gardu CD 304



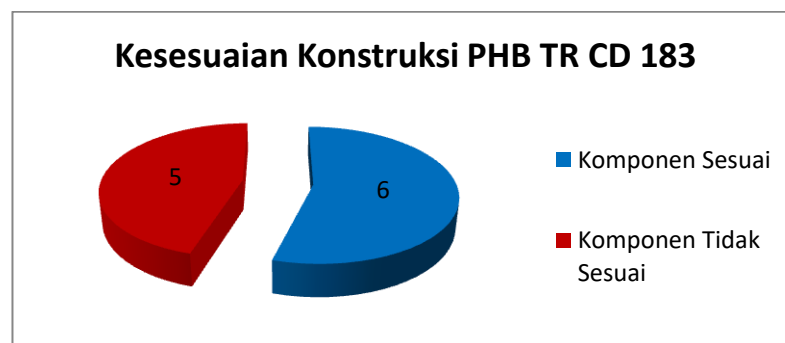
**Gambar 4.4. Diagram Kesesuaian Konstruksi PHB TR Gardu CD 304**

Pada gambar 4.4. dapat dilihat bahwa jumlah komponen Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Gardu CD 304 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 7 komponen dari 11 komponen yang diamati. Sedangkan komponen yang tidak sesuai sebanyak 4 komponen, ketidaksesuaian ini dikarenakan ukuran kerangka PHB TR dan Busbar PHB TR yang lebih besar dari ukuran yang seharusnya. Ukuran kerangka yang dianjurkan adalah 50x50x3mm dan jenis besi yang digunakan untuk kerangka adalah besi siku. Ukuran besi siku kerangka Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah yang didapatkan sebesar 51x50x4mm, dimana ukuran ini memiliki perbedaan 0,39% dengan ukuran yang seharusnya. Ukuran besi kerangka yang tidak sesuai ini bisa terjadi apabila busbar mengalami pemuaian yang kemungkinan dipengaruhi panas dari busbar. Namun, hasil dari perhitungan pemuaian besi, didapatkan ukuran besi tetap tidak sesuai dengan standar yaitu sebesar 51x50x3.99, dimana perbedaannya hanya 0,01 berdasarkan pertambahan besar suhu saat PHB TR beroperasi. Kemungkinan kerangka besi siku yang digunakan merupakan besi yang sudah didesain sejak awal dengan ukuran sebesar itu, sehingga tidak sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013.

Untuk PHB TR jenis 1000 A busbar yang digunakan berukuran 80x10mm untuk fasa kolektor dan penghubung, dan 40x10mm untuk busbar keluaran. Pada PHB TR gardu CD 354 didapatkan besar busbar kolektor dan penghubung adalah 80x10,002mm dan busbar keluaran adalah 40x10,017mm. Dari ukuran busbar yang sudah didapatkan dapat diketahui bahwa persentase perbedaannya dengan ukuran yang seharusnya cukup kecil, yaitu 0,0002% untuk busbar kolektor dan penghubung dan 0,0017% untuk busbar keluaran. Ukuran busbar yang tidak

sesuai ini bisa terjadi apabila busbar mengalami pemuaian pada suhu tertentu, dengan koefisien muai tembaga sebesar  $0,000017/^{\circ}\text{C}$  sehingga terjadi sedikit perubahan dari ukuran yang seharusnya sudah ditentukan sebelumnya. Hasil dari perhitungan pemuaian busbar pada PHB TR didapatkan, Busbar Penghubung dan Kolektor sebesar  $80 \times 10,0016$  dan busbar keluaran  $40 \times 10,014$ . Perbedaan ukuran menjadi lebih kecil, sehingga perbedaan perbandingan dengan standar juga menjadi lebih sedikit. Pemuaian yang terlalu besar pada kerangka besi dan busbar dapat dihindari dengan terus disesuaikannya pembagian beban tiap jurusan agar tidak mengakibatkan panas berlebih apabila salah satu beban pada jaringan PHB TR lebih besar dari yang lainnya.

#### E. Analisis Kesesuaian Komponen Konstruksi PHB TR Gardu CD 183



**Gambar 4.5. Diagram Kesesuaian Konstruksi PHB TR Gardu CD 183**

Pada gambar 4.5. dapat dilihat bahwa jumlah komponen PHB TR Gardu CD 183 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 6 komponen dari 11 komponen yang diamati. Sedangkan komponen yang tidak sesuai sebanyak 5 komponen, ketidaksesuaian ini dikarenakan pada kerangka PHB TR dipasang konduktor pbumian dengan ketinggian yang tidak sesuai, ketinggian penempatan konduktor pbumian berada pada jarak 23 cm (gambar dilampiran hal 99 ) dari dasar PHB TR, dimana jarak minimal yang seharusnya adalah 24

cm. Ketikadesuain ketinggian pembumian dapat disebabkan karena pada saat awal pengoprasian PHB TR terjadi kesalahan hitung pada saat menentukan letak mur dan baut yang akan dipasangkan untuk penyangga kabel pembumian, selain itu peninggian lantai gardu juga bisa terjadi apabila daerah pembangunan gardu merupakan daerah yang rawan banjir sehingga jarak antara dasar gardu dengan titik pemasangan konduktor pembumian menjadi semakin dekat. Untuk itu pengujian yang dilakukan sebelum PHB TR dipasang di Gardu perlu dilakukan agar semua komponen dipastikan kesesuaiannya dengan standar, selain itu maintenance dan pemeliharaan gardu juga lebih mendetail ke bagian-bagian yang sulit terlihat agar ketidaksesuaian seperti ini bisa segera diatasi.

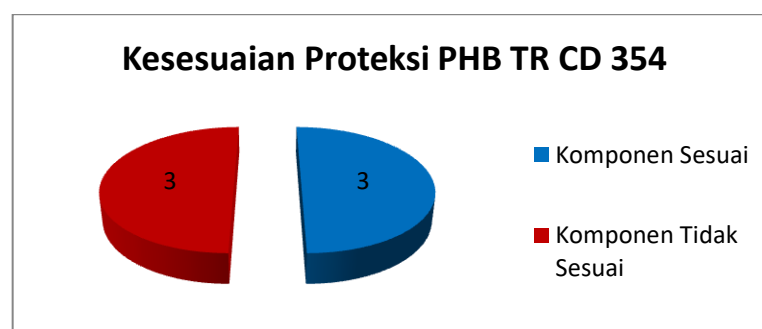
komponen lainnya yang menyebabkan konstruksi PHB TR Gardu CD 183 tidak sesuai dengan standar adalah ukuran kerangka PHB TR dan Busbar PHB TR yang lebih besar dari ukuran yang seharusnya. Ukuran kerangka yang dianjurkan adalah 50x50x3 mm untuk PHB TR pemasangan dalam dan jenis besi yang digunakan untuk kerangka adalah besi siku. Ukuran besi siku kerangka PHB TR yang didapatkan sebesar 49x48x4,59 mm, dimana ukuran ini memiliki perbedaan 0,44% dengan ukuran yang seharusnya. Ukuran besi kerangka yang tidak sesuai ini bisa terjadi apabila busbar mengalami pemuaiian yang terus menerus, sehingga terjadi perubahan dari ukuran yg seharusnya sudah ditentukan.

Untuk PHB TR jenis 1000 A busbar yang digunakan berukuran 80x10mm untuk fasa kolektor dan penghubung, dan 40x10mm untuk busbar keluaran. Pada PHB TR gardu CD 183 didapatkan besar busbar kolektor dan penghubung adalah 80x10,086mm dan busbar keluaran adalah 40x10,015mm. Dari ukuran busbar yang sudah didapatkan dapat diketahui bahwa persentase perbedaannya dengan

ukuran yang seharusnya cukup kecil, yaitu 0,0086% untuk busbar kolektor dan penghubung dan 0,0015% untuk busbar keluaran. Ukuran busbar yang tidak sesuai ini bisa terjadi apabila busbar mengalami pemuaian pada suhu tertentu, dengan koefisien muai tembaga sebesar  $0,000017/^\circ\text{C}$  sehingga terjadi sedikit perubahan dari ukuran yang seharusnya sudah ditentukan sebelumnya. Hasil dari perhitungan pemuaian busbar pada PHB TR didapatkan, Busbar Penghubung dan Kolektor sebesar  $80 \times 10,0855$  dan busbar keluaran  $40 \times 10,0109$ . Perbedaan ukuran menjadi lebih kecil, sehingga perbedaan perbandingan dengan standar juga menjadi lebih sedikit. Pemuaian yang terlalu besar pada kerangka besi dan busbar dapat dihindari dengan cara menjaga sirkulasi udara didalam gardu agar suhu gardu tidak mempengaruhi komponen PHB TR dan juga terus disesuaikan pembagian beban tiap jurusan agar tidak mengakibatkan panas berlebih apabila salah satu beban pada jaringan PHB TR lebih besar dari yang lainnya.

#### 4.2.2. Analisis Data Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu Distribusi

##### A. Analisis Kesesuaian Komponen Proteksi PHB TR gardu CD 354



**Gambar 4.6. Diagram Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu CD 354**

Pada gambar 4.6. dapat dilihat bahwa jumlah komponen proteksi Perangkat Hubung Bagi TR Gardu CD 354 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 3 komponen dari 6 komponen yang diamati. Sedangkan komponen yang

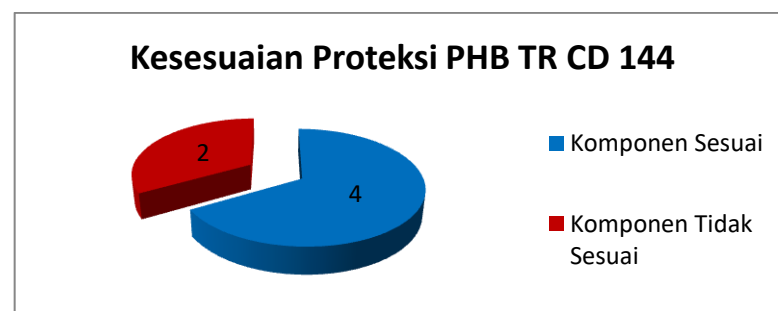
tidak sesuai sebanyak 3 komponen, ketidaksesuaian ini mencakup NH Fuse dengan rating 315 A, Pemisah pengaman lebur antar fasa, dan Pemisah keluaran. Pada tiap jurusan PHB TR gardu CD 354 menggunakan NH Fuse sebagai pengaman lebur dengan rating 315 A, dimana rating tersebut tidak sesuai dengan standar karena diatas dari rating NH Fuse yang seharusnya digunakan pada PHB TR jenis 1000A yaitu 250 A. Hal ini dapat terjadi apabila Arus yang dilalui tiap jurusan sudah terlalu besar dan penggunaan NH fuse dengan rating 315 A biasanya digunakan untuk pencegahan sebelum dilakukannya penjadwalan ulang untuk membagi beban agar kembali stabil.

Penggunaan kapasitas NH Fuse yang lebih besar dari yang seharusnya digunakan tidak dianjurkan oleh standar, dengan penggunaan kapasitas yang lebih besar tersebut apabila terjadi arus lebih pada tiap jurusan maka hal ini akan memakan waktu lebih lama untuk dibaca oleh NH Fuse dan nantinya akan membuat arus yang dialiri tiap jurusan semakin tidak stabil dan dapat merusak komponen lainnya yang ada di PHB TR. Untuk itu perlu dilakukan inspeksi gardu lebih sering, agar dapat segera diketahui apakah besar tegangan tiap jurusan masih stabil atau tidak dan bisa dilakukan penjadwalan untuk pecah beban lebih cepat sehingga dapat menghindari hal yang tidak diinginkan.

Tidak ditemukan pemisah pengaman lebur pada PHB TR gardu CD 354, hal ini dikarenakan sejak awal dioperasikan PHB TR ini tidak memiliki pemisah pengaman lebur yang difungsikan untuk melindungi NH Fuse antar fasa agar tidak terjadi hubung singkat apabila salah satu NH Fuse dicabut atau mengalami kerusakan. Sama halnya dengan pemisah keluaran yang sejak awal PHB TR beroperasi tidak terdapat pemisah untuk keluaran kabel tiap jurusan PHB TR.

Dimana pemisah ini dibutuhkan agar terhindar dari hubung singkat yang bisa terjadi antar kabel dan untuk membuat kabel lebih tertata rapih sehingga memudahkan tim inspeksi saat melakukan pemeriksaan tegangan. Untuk itu pengujian yang dilakukan sebelum PHB TR dipasang di Gardu perlu dilakukan agar semua komponen dipastikan kesesuaiannya dengan standar, selain itu maintenance dan pemeliharaan gardu juga lebih mendetail agar ketidaksesuaian seperti ini bisa segera diatasi.

#### B. Analisis Kesesuaian Komponen Proteksi PHB TR gardu CD 144



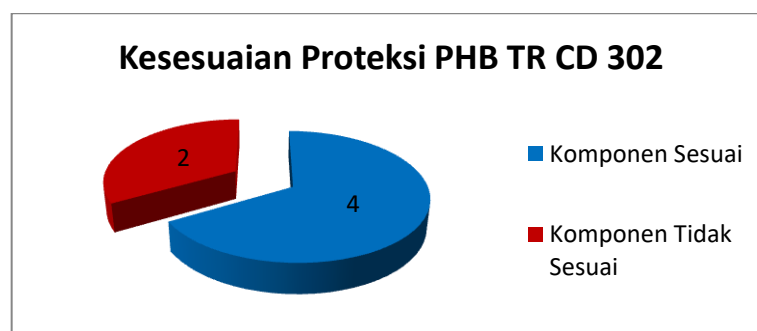
**Gambar 4.7. Diagram Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu CD 144**

Pada gambar 4.7. dapat dilihat bahwa jumlah komponen proteksi Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Gardu CD 144 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 4 komponen dari 6 komponen yang diamati. Sedangkan terdapat 2 komponen yang tidak sesuai, ketidaksesuaian ini mencakup pemisah pengaman lebur antar fasa dan Pemisah keluaran. Tidak ditemukan pemisah pengaman lebur pada PHB TR gardu CD 144, hal ini dikarenakan sejak awal dioperasikan PHB TR ini tidak memiliki pemisah pengaman lebur yang difungsikan untuk melindungi NH Fuse antar fasa agar tidak terjadi hubung singkat apabila salah satu NH Fuse dicabut atau mengalami kerusakan. Sama halnya dengan pemisah keluaran yang sejak awal PHB TR beroperasi tidak terdapat pemisah untuk keluaran kabel tiap jurusan PHB TR. Dimana pemisah ini



dibutuhkan agar terhindar dari hubung singkat yang bisa terjadi antar kabel dan untuk membuat kabel lebih tertata rapih sehingga memudahkan tim inspeksi saat melakukan pemeriksaan tegangan. Untuk itu pengujian yang dilakukan sebelum PHB TR dipasang di Gardu perlu dilakukan agar semua komponen dipastikan kesesuaiannya dengan standar, selain itu maintenance dan pemeliharaan gardu juga lebih mendetail agar ketidaksesuaian seperti ini bisa segera diatasi.

### C. Analisis Kesesuaian Komponen Proteksi PHB TR gardu CD 302

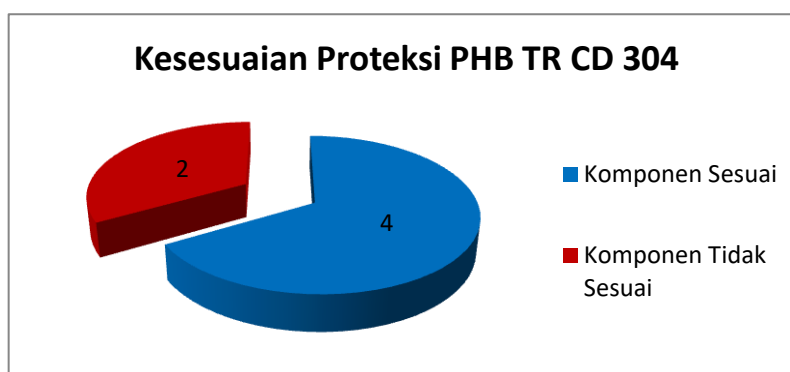


**Gambar 4.8. Diagram Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu CD 302**

Pada gambar 4.8. dapat dilihat bahwa jumlah komponen proteksi Perangkat Hubung Bagi TR Gardu CD 302 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 4 komponen dari 6 komponen yang diamati. Sedangkan terdapat 2 komponen yang tidak sesuai, ketidaksesuaian ini mencakup Pemisah pengaman lebur antar fasa dan Pemisah keluaran. Tidak ditemukan pemisah pengaman lebur pada PHB TR gardu CD 302, hal ini dikarenakan sejak awal dioperasikan PHB TR ini tidak memiliki pemisah pengaman lebur yang difungsikan untuk melindungi NH Fuse antar fasa agar tidak terjadi hubung singkat apabila salah satu NH Fuse dicabut atau mengalami kerusakan. Sama halnya dengan pemisah keluaran yang sejak awal PHB TR beroperasi tidak terdapat pemisah untuk keluaran kabel tiap jurusan PHB TR. Dimana pemisah ini dibutuhkan agar

terhindar dari hubung singkat yang bisa terjadi antar kabel dan untuk membuat kabel lebih tertata rapih sehingga memudahkan tim inspeksi saat melakukan pemeriksaan tegangan. Untuk itu pengujian yang dilakukan sebelum PHB TR dipasang di Gardu perlu dilakukan agar semua komponen dipastikan kesesuaiannya dengan standar, selain itu maintenance dan pemeliharaan gardu juga lebih mendetail agar ketidaksesuaian seperti ini bisa segera diatasi.

#### D. Analisis Kesesuaian Komponen Proteksi PHB TR gardu CD 304

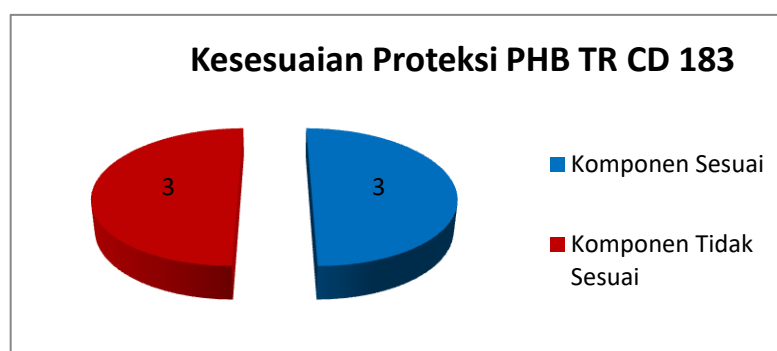


**Gambar 4.9. Diagram Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu CD 304**

Pada gambar 4.9. dapat dilihat bahwa jumlah komponen proteksi Perangkat Hubung Bagi TR Gardu CD 304 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 4 komponen dari 6 komponen yang diamati. Sedangkan terdapat 2 komponen yang tidak sesuai, ketidaksesuaian ini mencakup pemisah pengaman lebur antar fasa dan Pemisah keluaran. Tidak ditemukan pemisah pengaman lebur pada PHB TR gardu CD 304, hal ini dikarenakan sejak awal dioperasikan PHB TR ini tidak memiliki pemisah pengaman lebur yang difungsikan untuk melindungi NH Fuse antar fasa agar tidak terjadi hubung singkat apabila salah satu NH Fuse dicabut atau mengalami kerusakan. Sama halnya dengan pemisah keluaran yang sejak awal PHB TR beroperasi tidak terdapat pemisah untuk

keluaran kabel tiap jurusan PHB TR. Dimana pemisah ini dibutuhkan agar terhindar dari hubung singkat yang bisa terjadi antar kabel dan untuk membuat kabel lebih tertata rapih sehingga memudahkan tim inspeksi saat melakukan pemeriksaan tegangan. Untuk itu pengujian yang dilakukan sebelum PHB TR dipasang di Gardu perlu dilakukan agar semua komponen dipastikan kesesuaiannya dengan standar, selain itu maintenance dan pemeliharaan gardu juga lebih mendetail agar ketidaksesuaian seperti ini bisa segera diatasi.

#### E. Analisis Kesesuaian Komponen Proteksi PHB TR gardu CD 183



**Gambar 4.10. Diagram Kesesuaian Proteksi PHB TR Gardu CD 183**

Pada gambar 4.10. dapat dilihat bahwa jumlah komponen proteksi Perangkat Hubung Bagi TR Gardu CD 183 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 3 komponen dari 6 komponen yang diamati. Sedangkan terdapat 3 komponen yang tidak sesuai, ketidaksesuaian ini mencakup pemisah pengaman lebur antar fasa, pemisah keluaran dan besar rating NH Fuse yang digunakan. Pada tiap jurusan PHB TR gardu CD 183 menggunakan NH Fuse sebagai pengaman lebur dengan rating 315 A, dimana rating tersebut tidak sesuai dengan standar karena diatas dari rating NH Fuse yang seharusnya digunakan pada PHB TR jenis 1000A yaitu 250 A. Hal ini dapat terjadi apabila Arus yang dilalui tiap jurusan sudah terlalu besar dan penggunaan NH fuse dengan rating

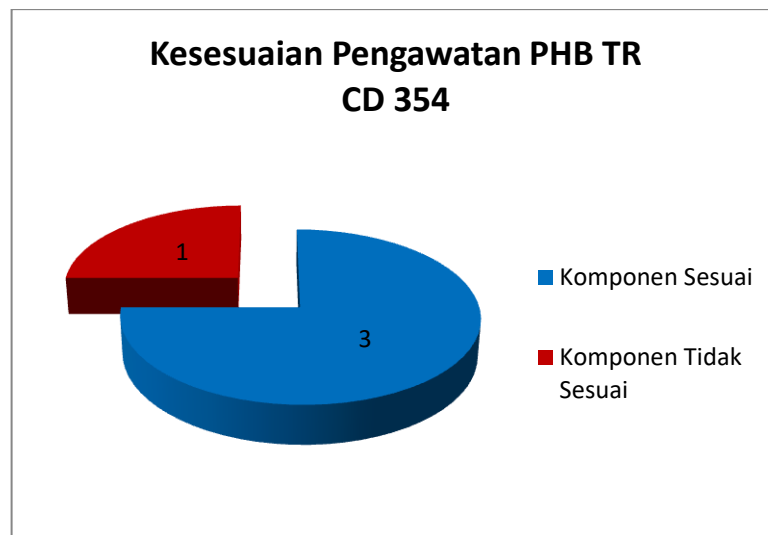
315 A biasanya digunakan untuk pencegahan sebelum dilakukannya penjadwalan ulang untuk membagi beban agar kembali stabil.

Penggunaan kapasitas NH Fuse yang lebih besar dari yang seharusnya digunakan tidak dianjurkan oleh standar, dengan penggunaan kapasitas yang lebih besar tersebut apabila terjadi arus lebih pada tiap jurusan maka hal ini akan memakan waktu lebih lama untuk dibaca oleh NH Fuse dan nantinya akan membuat arus yang dialiri tiap jurusan semakin tidak stabil dan dapat merusak komponen lainnya yang ada di PHB TR. Untuk itu perlu dilakukan inspeksi gardu lebih sering, agar dapat segera diketahui apakah besar tegangan tiap jurusan masih stabil atau tidak dan bisa dilakukan penjadwalan untuk pecah beban lebih cepat sehingga dapat menghindari hal yang tidak diinginkan.

Tidak ditemukan pemisah pengaman lebur pada PHB TR gardu CD 183, hal ini dikarenakan sejak awal dioperasikan PHB TR ini tidak memiliki pemisah pengaman lebur yang difungsikan untuk melindungi NH Fuse antar fasa agar tidak terjadi hubung singkat apabila salah satu NH Fuse dicabut atau mengalami kerusakan. Sama halnya dengan pemisah keluaran yang sejak awal PHB TR beroperasi tidak terdapat pemisah untuk keluaran kabel tiap jurusan PHB TR. Dimana pemisah ini dibutuhkan agar terhindar dari hubung singkat yang bisa terjadi antar kabel dan untuk membuat kabel lebih tertata rapih sehingga memudahkan tim inspeksi saat melakukan pemeriksaan tegangan. Untuk itu pengujian yang dilakukan sebelum PHB TR dipasang di Gardu perlu dilakukan agar semua komponen dipastikan kesesuaiannya dengan standar, selain itu maintenance dan pemeliharaan gardu juga lebih mendetail agar ketidaksesuaian seperti ini bisa segera diatasi.

### 4.2.3. Analisis Data Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu Distribusi

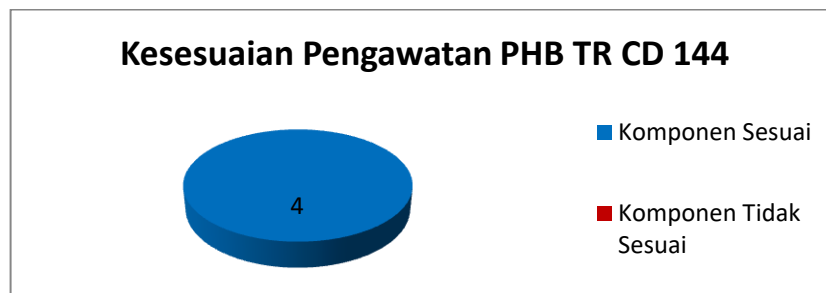
#### A. Analisis Kesesuaian Komponen Pengawatan PHB TR Gardu CD 354



**Gambar 4.11. Diagram Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu CD 354**

Pada gambar 4.11. dapat dilihat bahwa jumlah komponen pengawatan Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Gardu CD 354 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 3 komponen dari 4 komponen yang diamati. Sedangkan terdapat 1 komponen yang tidak sesuai, ketidaksesuaian disebabkan karena PHB Tegangan Rendah pada CD 354 tidak memiliki konduktor pembumian. Hal ini sudah terjadi sejak PHB Tegangan Rendah ini pertama dioperasikan, maka akan sangat riskan keadaan PHB Tegangan Rendah saat terjadi kerusakan. Untuk itu pengujian yang dilakukan sebelum PHB TR dipasang di Gardu perlu dilakukan agar semua komponen dipastikan kesesuaiannya dengan standar, selain itu maintenance dan pemeliharaan gardu juga lebih mendetail ke bagian-bagian yang sulit terlihat agar ketidaksesuaian seperti ini bisa segera diatasi dengan cara memasang pembumian pada PHB TR pada saat revisi gardu.

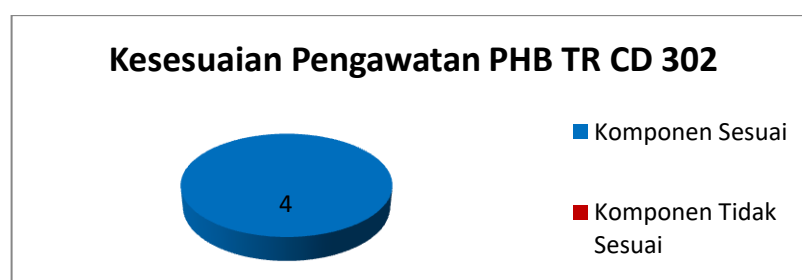
### B. Analisis Kesesuaian Komponen Pengawatan PHB TR Gardu CD 144



**Gambar 4.12. Diagram Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu CD 144**

Pada gambar 4.12. dapat dilihat bahwa jumlah komponen pengawatan Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Gardu CD 144 sudah sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013. Hal ini didapatkan dari hubungan antara kabel dari trafo sekunder dan busbar kolektor dilengkapi dengan plat atau terminal penghubung, yang membuat hubungan dari trafo sekunder dengan Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah lebih aman. Luas kabel yang digunakan untuk konduktor pembumian yang dianjurkan oleh standar adalah  $50 \text{ mm}^2$ . Pada rangkaian kontrol yang terhubung dengan busbar PHB Tegangan Rendah, digunakan kabel dengan diameter  $2,5 \text{ mm}^2$ . Kabel dengan diameter  $2,5 \text{ mm}^2$  digunakan untuk mengaliri arus ke panel bantuan pada PHB Tegangan Rendah, karena kabel ini diperuntukkan untuk sistem kelistrikan yang tidak membutuhkan tenaga yang besar. Selain itu pada kabel pengukuran digunakan kabe yang berukuran  $4 \text{ mm}^2$ .

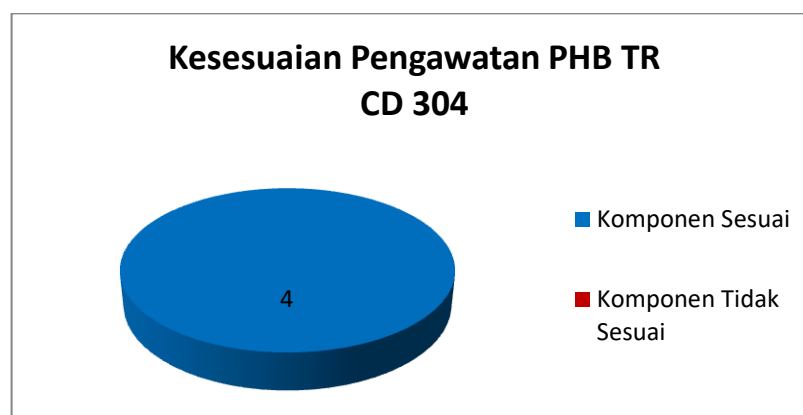
### C. Analisis Kesesuaian Komponen Pengawatan PHB TR Gardu CD 302



**Gambar 4.13. Diagram Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu CD 302**

Pada gambar 4.13. dapat dilihat bahwa jumlah komponen pengawatan PHB TR Gardu CD 302 sudah sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013. Hal ini didapatkan dari hubungan antara kabel dari trafo sekunder dan busbar kolektor dilengkapi dengan plat atau terminal penghubung, yang membuat hubungan dari trafo sekunder dengan PHB TR lebih aman. Luas kabel yang digunakan untuk konduktor pembumian yang dianjurkan oleh standar adalah  $50 \text{ mm}^2$ . Pada rangkaian kontrol yang terhubung dengan busbar PHB Tegangan Rendah, digunakan kabel dengan diameter  $2,5 \text{ mm}^2$ . Kabel dengan diameter  $2,5 \text{ mm}^2$  digunakan untuk mengaliri arus ke panel bantuan pada PHB TR, karena kabel ini diperuntukkan untuk sistem kelistrikan yang tidak membutuhkan tenaga yang besar. Selain itu pada kabel pengukuran digunakan kabe yang berukuran  $4 \text{ mm}^2$ .

#### D. Analisis Kesesuaian Komponen Pengawatan PHB TR Gardu CD 304

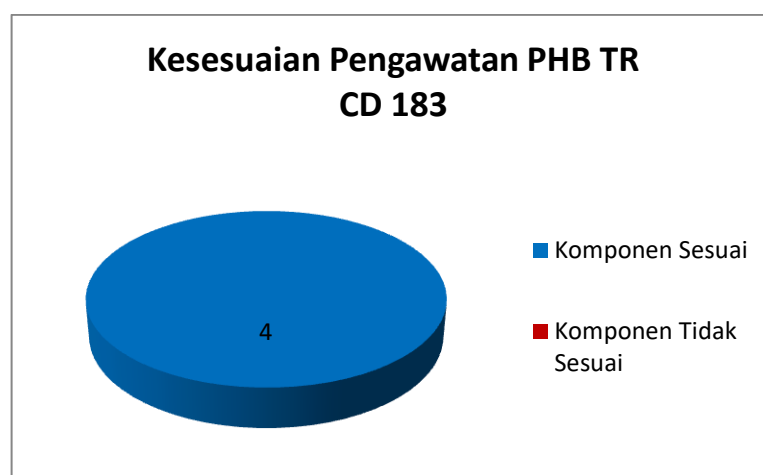


**Gambar 4.14. Diagram Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu CD 304**

Pada gambar 4.14. dapat dilihat bahwa jumlah komponen pengawatan Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Gardu CD 304 sudah sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013. Hal ini didapatkan dari hubungan antara kabel dari trafo sekunder dan busbar kolektor dilengkapi dengan plat atau terminal penghubung, yang membuat hubungan dari trafo sekunder dengan Perangkat Hubung Bagi

Tegangan Rendah lebih aman. Luas kabel yang digunakan untuk konduktor pembumian yang dianjurkan oleh standar adalah  $50 \text{ mm}^2$ . Pada rangkaian kontrol yang terhubung dengan busbar PHB Tegangan Rendah, digunakan kabel dengan diameter  $2,5 \text{ mm}^2$ . Kabel dengan diameter  $2,5 \text{ mm}^2$  digunakan untuk mengalir arus ke panel bantuan pada PHB Tegangan Rendah, karena kabel ini diperuntukkan untuk sistem kelistrikan yang tidak membutuhkan tenaga yang besar. Selain itu pada kabel pengukuran digunakan kabe yang berukuran  $4 \text{ mm}^2$ .

#### E. Analisis Kesesuaian Komponen Pengawatan PHB TR Gardu CD 183



**Gambar 4.15. Diagram Kesesuaian Pengawatan PHB TR Gardu CD 183**

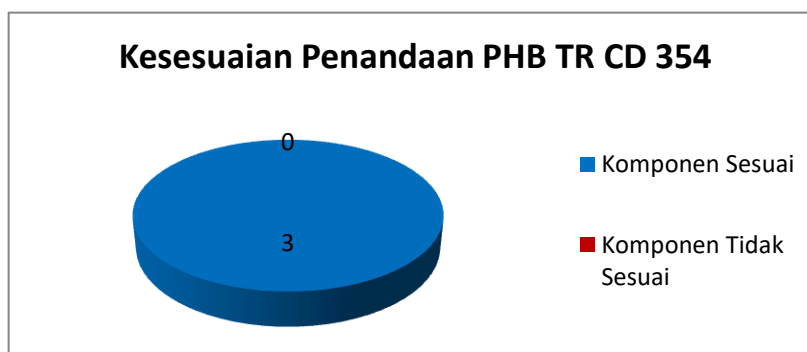
Pada gambar 4.15. dapat dilihat bahwa jumlah komponen pengawatan Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Gardu CD 183 sudah sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013. Hal ini didapatkan dari hubungan antara kabel dari trafo sekunder dan busbar kolektor dilengkapi dengan plat atau terminal penghubung, yang membuat hubungan dari trafo sekunder dengan Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah lebih aman. Luas kabel yang digunakan untuk konduktor pembumian yang dianjurkan oleh standar adalah  $50 \text{ mm}^2$ . Pada rangkaian kontrol yang terhubung dengan busbar PHB Tegangan Rendah, digunakan kabel dengan



diameter 2,5 mm<sup>2</sup>. Kabel dengan diameter 2,5 mm<sup>2</sup> digunakan untuk mengaliri arus ke panel bantuan pada PHB Tegangan Rendah, karena kabel ini diperuntukkan untuk sistem kelistrikan yang tidak membutuhkan tenaga yang besar. Selain itu pada kabel pengukuran digunakan kabe yang berukuran 4 mm<sup>2</sup>.

#### 4.2.4. Analisis Data Kesesuaian Penandaan PHB TR dengan SPLN

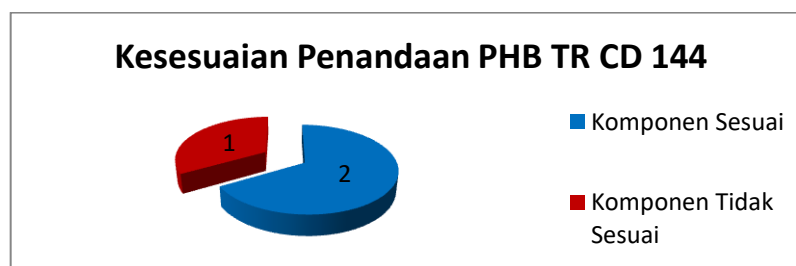
##### A. Analisis Kesesuaian Komponen Penandaan PHB TR Gardu CD 354



**Gambar 4.16. Diagram Kesesuaian Penandaan PHB TR Gardu CD 354**

Pada gambar 4.16. dapat dilihat bahwa jumlah komponen penandaan Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Gardu CD 354 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 3 komponen. Hal ini didapatkan dari Penandaan tiap fasa pada busbar berwarna merah, kuning, dan hitam. Busbar netral didapatkan penandaan dengan cat berwarna biru, serta luas dari tempat penandaan seluas busbar.

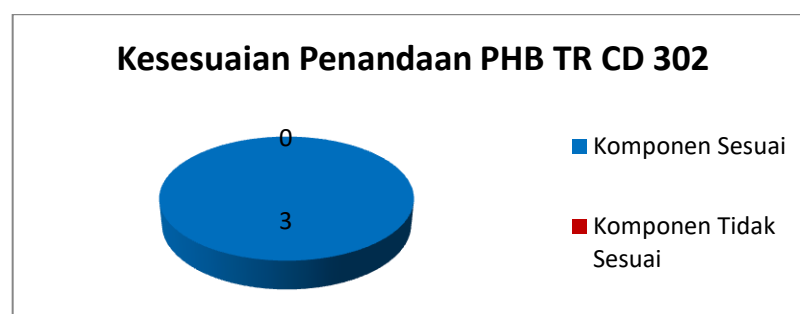
##### B. Analisis Kesesuaian Komponen Penandaan PHB TR Gardu CD 144



**Gambar 4.17. Diagram Kesesuaian Penandaan PHB TR Gardu CD 144**

Pada gambar 4.17. dapat dilihat bahwa jumlah komponen penandaan PHB TR Gardu CD 144 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 2 komponen dari 3 komponen yang diamati. Sedangkan komponen yang tidak sesuai terdapat 1 komponen, ketidaksesuaian disebabkan luas yang diperlukan untuk penandaan pada tiap busbar yaitu sebesar 80x30mm atau disesuaikan dengan ukuran busbar yang digunakan. Penandaan yang dilakukan pada seluruh bagian busbar dimaksudkan untuk menjaga ketahanan dari cat pada busbar tersebut, agar PHB TR mudah dibaca oleh tim inspeksi walaupun umur dari PHB TR tersebut sudah lama. Namun pada sampel PHB TR Gardu CD 144 penandaan yang digunakan hanya seluas 27x27 mm (gambar dilampiran hal 100), hal ini terjadi karena busbar tidak terlapisi cat anti karat yang juga berfungsi sebagai penandaan busbar. Penandaan yang hanya berdiameter 27 mm akan membuat kesulitan tim inspeksi apabila cat tersebut lama-kelamaan menghilang. Untuk itu perlu dilakukan pengecatan ulang sebelum cat busbar menghilang.

### C. Analisis Kesesuaian Komponen Penandaan PHB TR Gardu CD 302

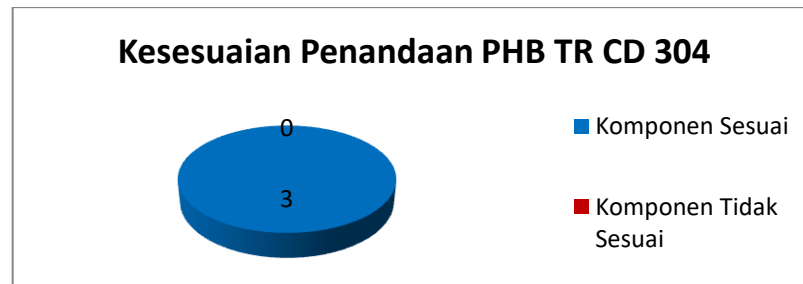


**Gambar 4.18. Diagram Kesesuaian Penandaan PHB TR Gardu CD 302**

Pada gambar 4.18. dapat dilihat bahwa jumlah komponen penandaan PHB TR Gardu CD 302 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 3 komponen. Hal ini didapatkan dari Penandaan tiap fasa pada busbar berwarna merah, kuning, dan hitam. Busbar netral didapatkan penandaan dengan cat

berwarna biru, serta luas dari tempat penandaan seluas busbar.

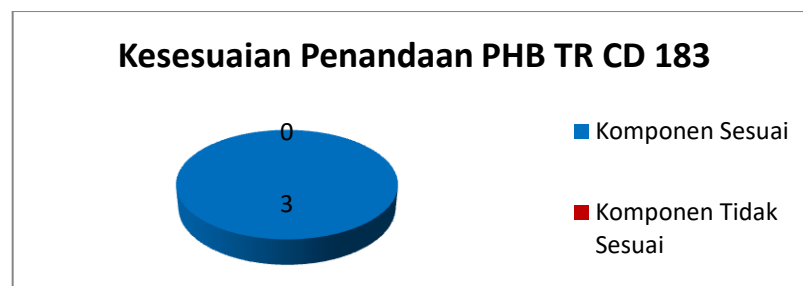
#### D. Analisis Kesesuaian Komponen Penandaan PHB TR Gardu CD 304



**Gambar 4.19. Diagram Kesesuaian Penandaan PHB TR Gardu CD 354**

Pada gambar 4.19. dapat dilihat bahwa jumlah komponen penandaan Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Gardu CD 304 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 3 komponen. Hal ini didapatkan dari Penandaan tiap fasa pada busbar berwarna merah, kuning, dan hitam. Busbar netral didapatkan penandaan dengan cat berwarna biru, serta luas dari tempat penandaan seluas busbar.

#### E. Analisis Kesesuaian Komponen Penandaan PHB TR Gardu CD 183

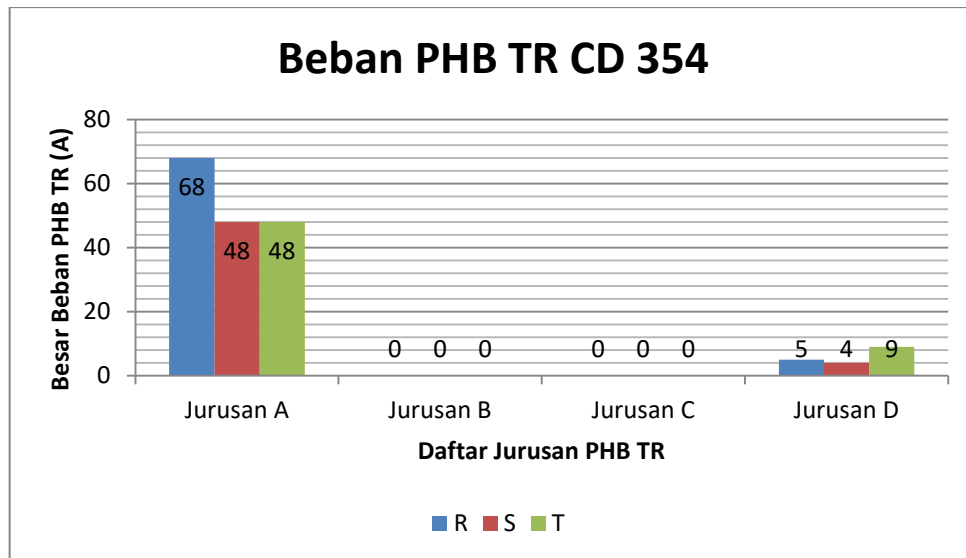


**Gambar 4.20. Diagram Kesesuaian Penandaan PHB TR Gardu CD 183**

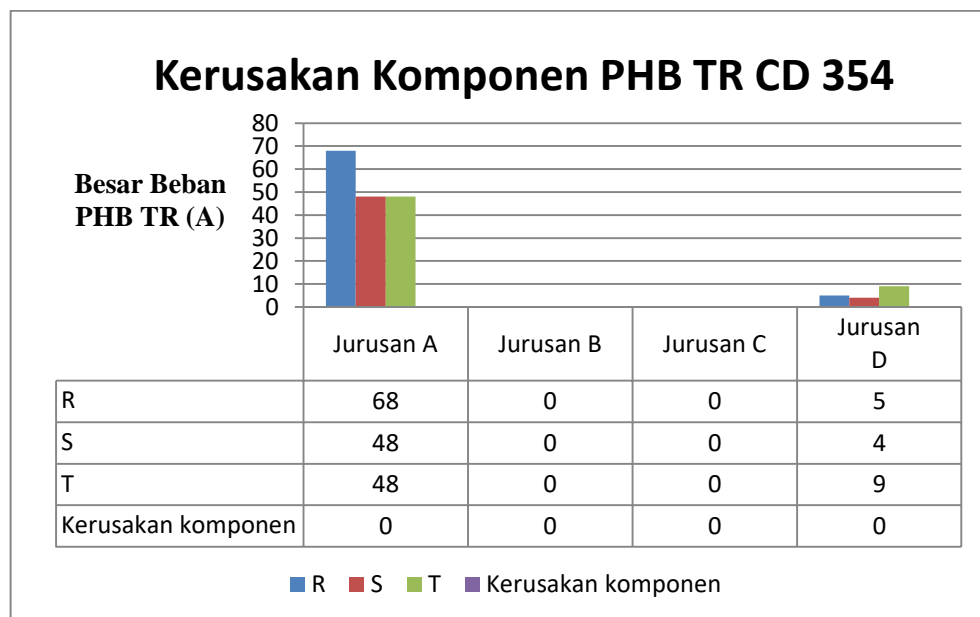
Pada gambar 4.20. dapat dilihat bahwa jumlah komponen penandaan PHB TR Gardu CD 183 yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 yaitu sebanyak 3 komponen. Hal ini didapatkan dari Penandaan tiap fasa pada busbar berwarna merah, kuning, dan hitam. Busbar netral didapatkan penandaan dengan cat berwarna biru, serta luas dari tempat penandaan seluas busbar.

#### 4.2.5. Analisis Data Kondisi Kelistrikan PHB TR

##### A. Analisis Kondisi Kelistrikan PHB TR Gardu CD 354



Gambar 4.21. Grafik Kondisi Beban PHB TR Gardu CD 354



Catatan : 1 = ada kerusakan, 0 = tidak ada kerusakan

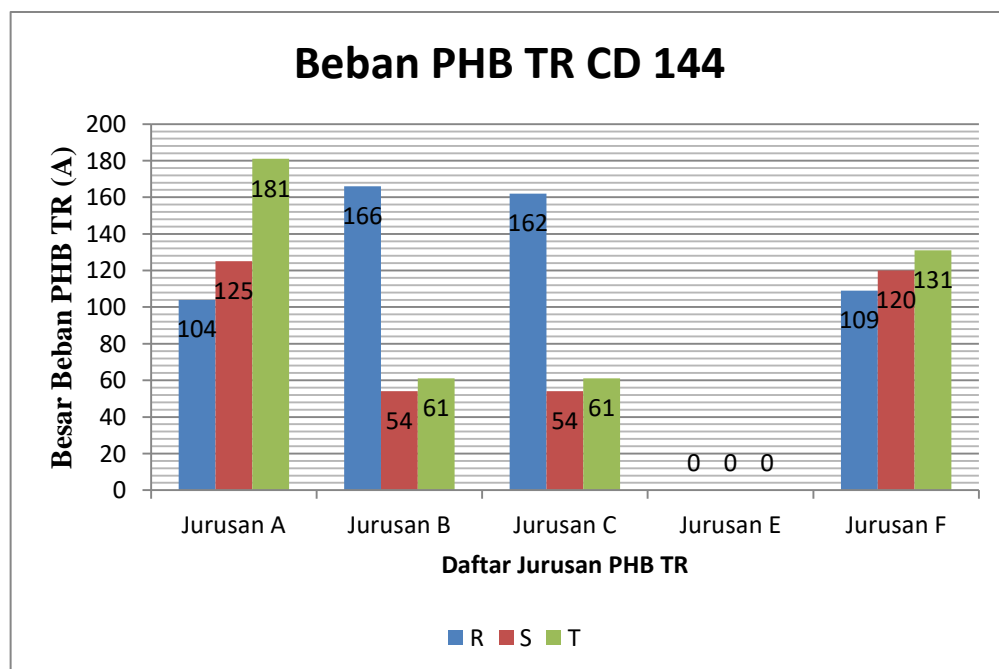
Gambar 4.22. Grafik kerusakan komponen PHB TR Gardu CD 354

Pada gambar 4.21 dapat dilihat bahwa beban tiap jurusan pada PHB TR CD 354 berbeda-beda. Pada jurusan A didapatkan beban tertinggi pada fasa R yaitu

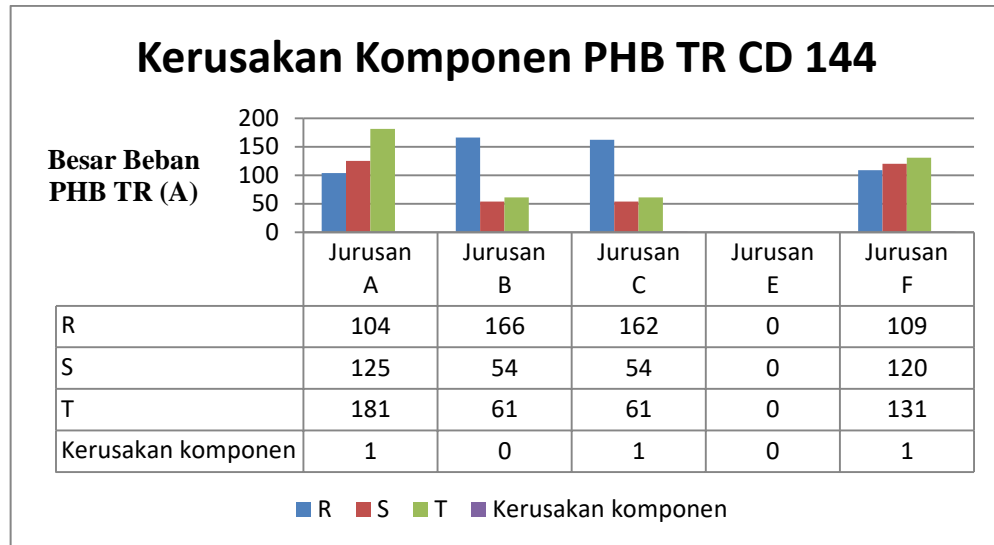
sebesar 68 A, dan pada jurusan D beban tertinggi terdapat pada fasa T sebesar 9 A. Perbedaan beban tiap jurusan ini disebabkan karena pemakaian pada sisi pelanggan meningkat dan menurun, serta kebutuhan beban tiap pelanggan yang bertambah setiap waktu. Perbedaan beban yang cukup jauh harus diseimbangkan agar kondisi tiap fasanya sama, dan salah satu pengaman fasa jurusan tidak mengalami kerusakan yang parah dikarenakan beban yang ditanggung terlalu besar. Menyeimbangkan beban dapat dilakukan dengan membagi beberapa beban pada salah satu fasa dan diberikan kepada fasa lainnya yang memiliki beban lebih rendah, sehingga beban menjadi lebih seimbang.

Pada gambar 4.22. dapat dilihat bahwa tidak terdapat kerusakan pada komponen PHB TR gardu CD 354 yang disebabkan oleh arus lebih maupun hubung singkat pada rangkaian PHB TR.

#### B. Analisis Kondisi Kelistrikan PHB TR Gardu CD 144



**Gambar 4.23. Grafik Kondisi Beban PHB TR Gardu CD 144**



*Catatan : 1 = ada kerusakan, 0 = tidak ada kerusakan*

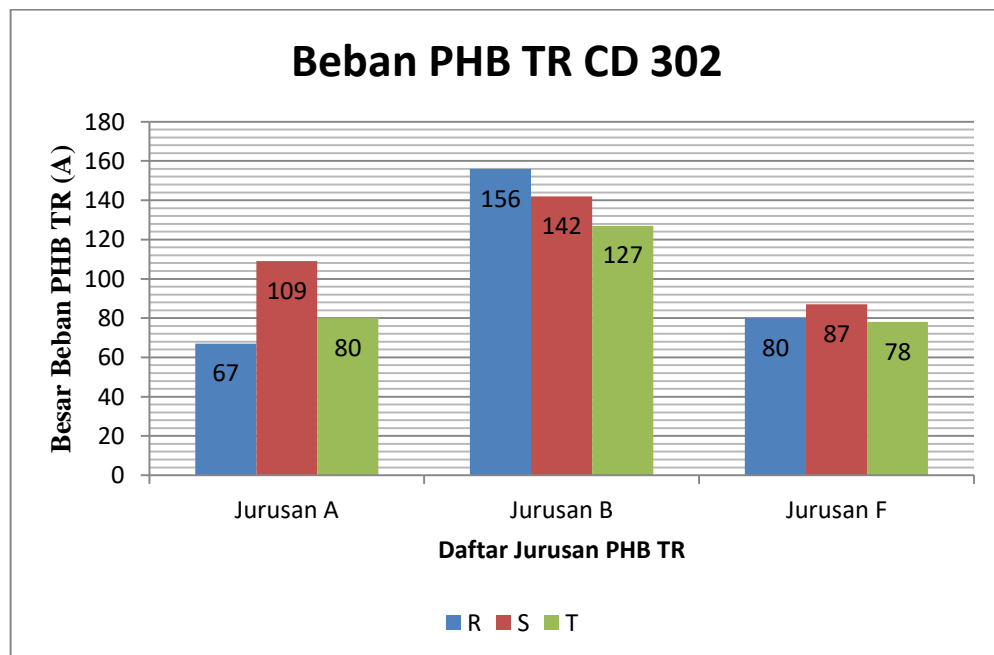
**Gambar 4.24. Grafik kerusakan Komponen PHB TR Gardu CD 144**

Pada gambar 4.23 dapat dilihat bahwa beban tiap jurusan pada PHB TR CD 144 berbeda-beda. Pada jurusan A didapatkan beban tertinggi pada fasa T yaitu sebesar 181 A, pada jurusan B beban tertinggi terdapat pada fasa R sebesar 166 A, pada jurusan C beban tertinggi terdapat pada fasa R sebesar 162A, pada jurusan F beban tertinggi terdapat pada fasa T sebesar 131 A. Perbedaan beban tiap jurusan ini disebabkan karena pemakaian pada sisi pelanggan meningkat dan menurun, serta kebutuhan beban tiap pelanggan yang bertambah setiap waktu. Perbedaan beban yang cukup jauh harus diseimbangkan agar kondisi tiap fasanya sama, dan salah satu fasa tidak mengalami kerusakan yang parah dikarenakan beban yang ditanggung terlalu besar. Menyeimbangkan beban dapat dilakukan dengan membagi beberapa beban pada salah satu fasa dan diberikan kepada fasa lainnya yang memiliki beban lebih rendah, sehingga beban menjadi lebih seimbang. Selain itu, apabila beban pada tiap fasa cukup besar maka hal yang perlu dilakukan adalah menurunkan beban tiap fasa dengan cara memberikan

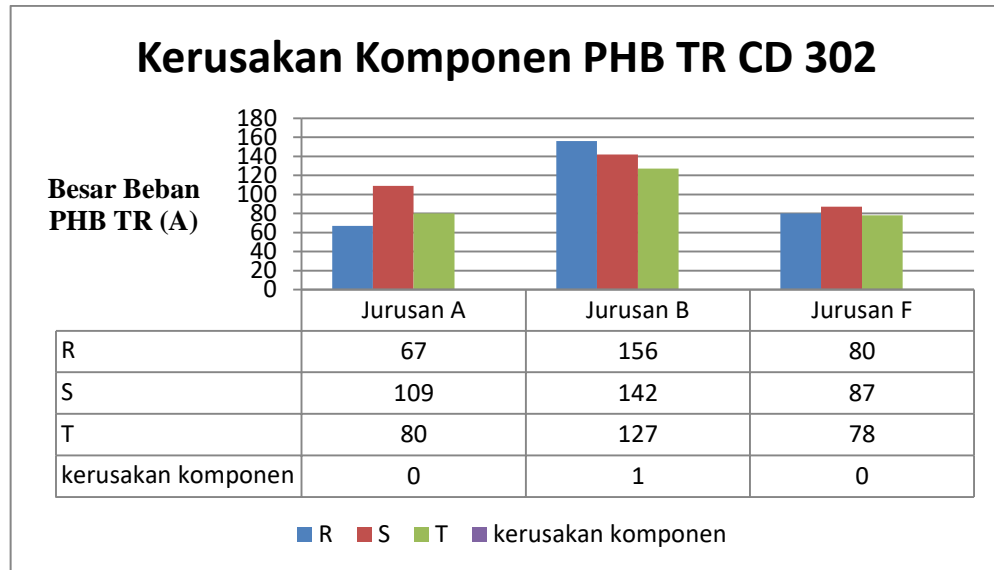
beban kepada jurusan lainnya yang beban tiap fasanya masih rendah atau membuat jurusan baru.

Pada gambar 4.24. dapat dilihat bahwa pada jurusan A,C, dan F terdapat kerusakan komponen berupa NF Fuse yang terbakar akibat pengaman lebur yang memutuskan arus karena arus beban lebih. Beban yang terlalu besar pada jurusan dapat menimbulkan arus beban lebih disaat beban berada dalam waktu pemakaian yang tinggi (biasanya pada malam hari) karena beban dapat terus bertambah dan melebihi nominal arus pada pengaman. Hal ini menyebabkan NH Fuse memutuskan jaringan dengan membakar pengaman lebur yang ada didalam NH Fuse. Terbakarnya NH Fuse menyebabkan kerusakan pada penjepit NH Fuse (Gambar dilampiran Kerusakan NH Fuse hal 97 dan 98), sehingga perlu dilakukannya penggantian rumah Fuse dan menggunakan NH Fuse yang baru sebagai pengaman rangkaian PHB TR gardu CD 144.

### C. Analisis Kondisi Kelistrikan PHB TR Gardu CD 302



**Gambar 4.25. Grafik Kondisi Beban PHB TR Gardu CD 302**



*Catatan : 1 = ada kerusakan, 0 = tidak ada kerusakan*

**Gambar 4.26. Grafik Kerusakan Komponen PHB TR Gardu CD 302**

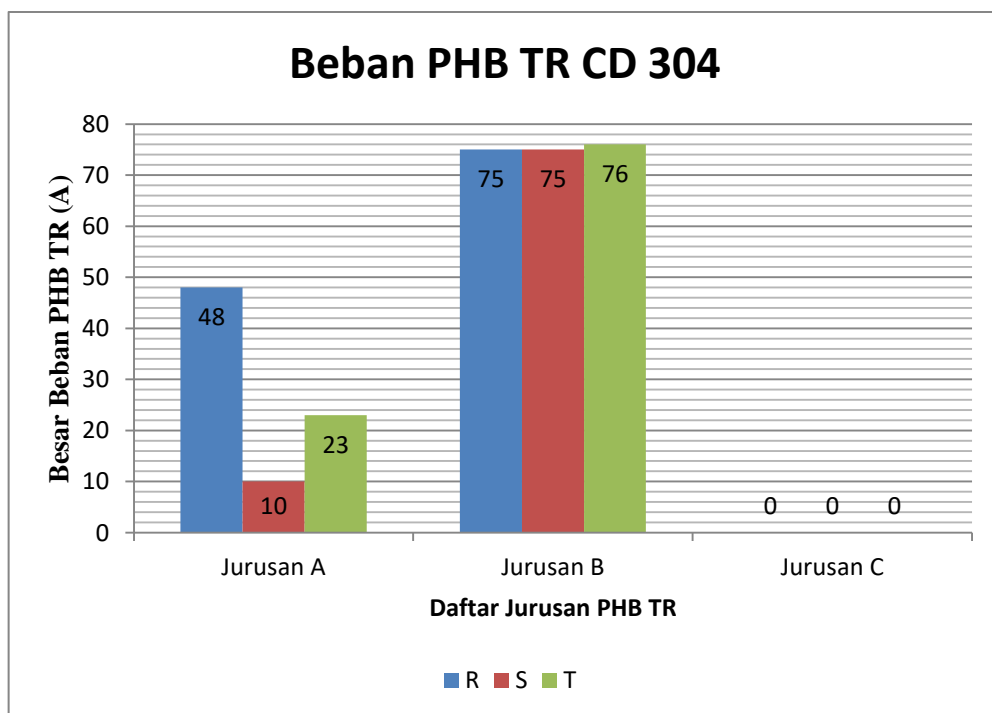
Pada gambar 4.26 dapat dilihat bahwa beban tiap jurusan pada PHB TR CD 302 berbeda-beda. Pada jurusan A didapatkan beban tertinggi pada fasa S yaitu sebesar 109 A, pada jurusan B beban tertinggi terdapat pada fasa R sebesar 156 A, dan pada jurusan F beban tertinggi terdapat pada fasa S sebesar 87A. Perbedaan beban tiap jurusan ini disebabkan karena pemakaian pada sisi pelanggan meningkat dan menurun, serta kebutuhan beban tiap pelanggan yang bertambah setiap waktu. Perbedaan beban yang cukup jauh harus diseimbangkan agar kondisi tiap fasanya sama, dan salah satu fasa tidak mengalami kerusakan yang parah dikarenakan beban yang ditanggung terlalu besar. Menyeimbangkan beban dapat dilakukan dengan membagi beberapa beban pada salah satu fasa dan diberikan kepada fasa lainnya yang memiliki beban lebih rendah, sehingga beban menjadi lebih seimbang. Selain itu, apabila beban pada tiap fasa cukup besar maka hal yang perlu dilakukan adalah menurunkan beban tiap fasa dengan cara memberikan beban kepada jurusan lainnya yang beban tiap fasanya masih rendah



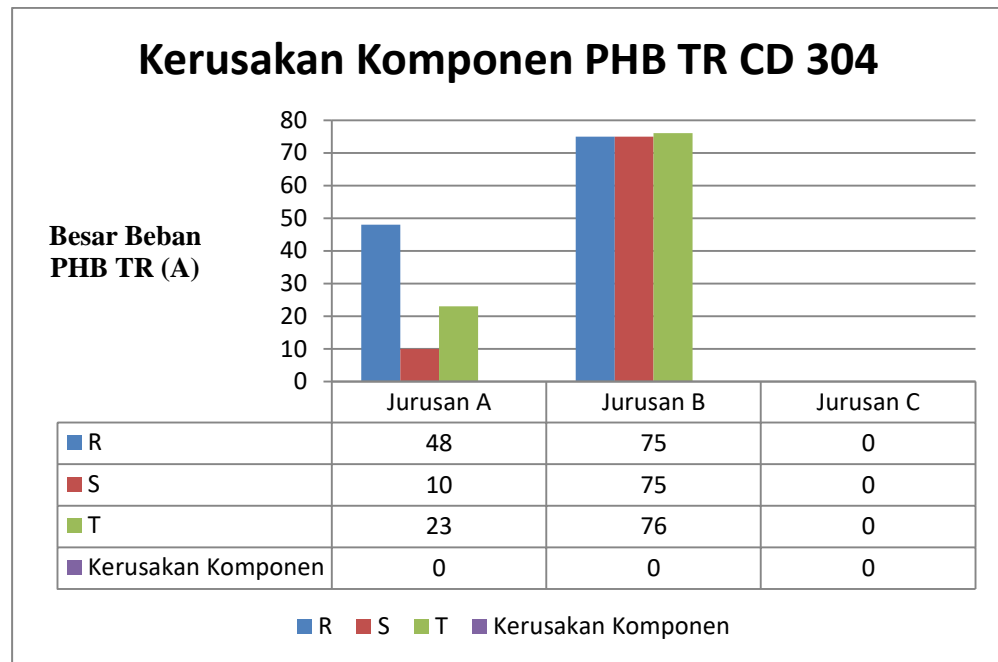
atau membuat jurusan baru.

Pada gambar 4.26. dapat dilihat bahwa pada jurusan B terdapat kerusakan komponen berupa NF Fuse yang terbakar akibat pengaman lebur yang memutuskan arus karena arus lebih. Beban yang terlalu besar pada jurusan dapat menimbulkan arus lebih disaat beban berada dalam waktu pemakaian yang tinggi (biasanya pada malam hari) karena beban dapat terus bertambah dan melebihi nominal arus pada pengaman. Hal ini menyebabkan NH Fuse memutuskan jaringan dengan membakar pengaman lebur yang ada didalam NH Fuse (Gambar dilampiran Kerusakan NH Fuse hal 99). Terbakarnya NH Fuse menyebabkan kerusakan pada penjepit NH Fuse, sehingga perlu dilakukannya penggantian rumah Fuse dan menggunakan NH Fuse yang baru sebagai pengaman rangkaian Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah gardu CD 302.

#### D. Analisis Kondisi Kelistrikan PHB TR Gardu CD 304



**Gambar 4.27. Grafik Kondisi Beban PHB TR Gardu CD 304**



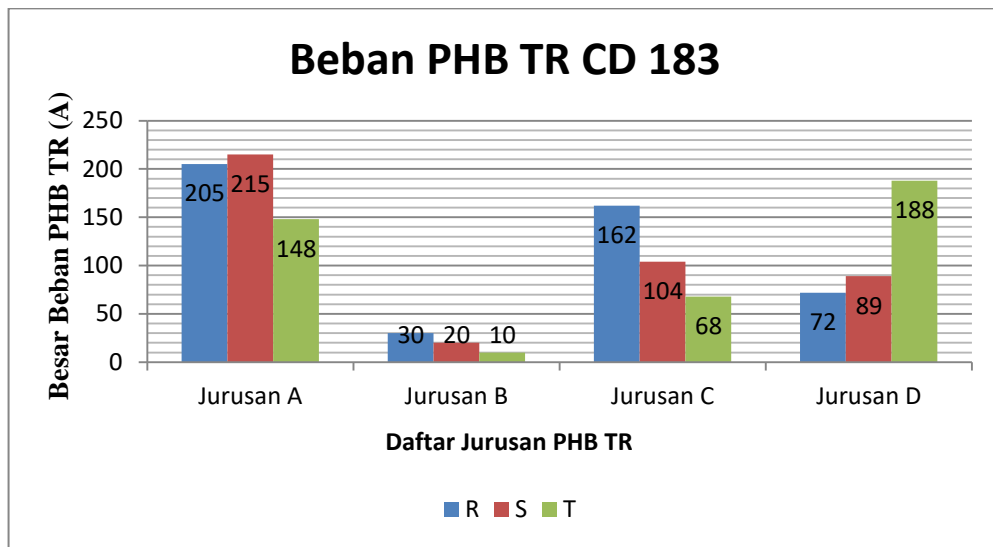
*Catatan : 1 = ada kerusakan, 0 = tidak ada kerusakan*

**Gambar 4.28. Grafik Kerusakan Komponen PHB TR Gardu CD 304**

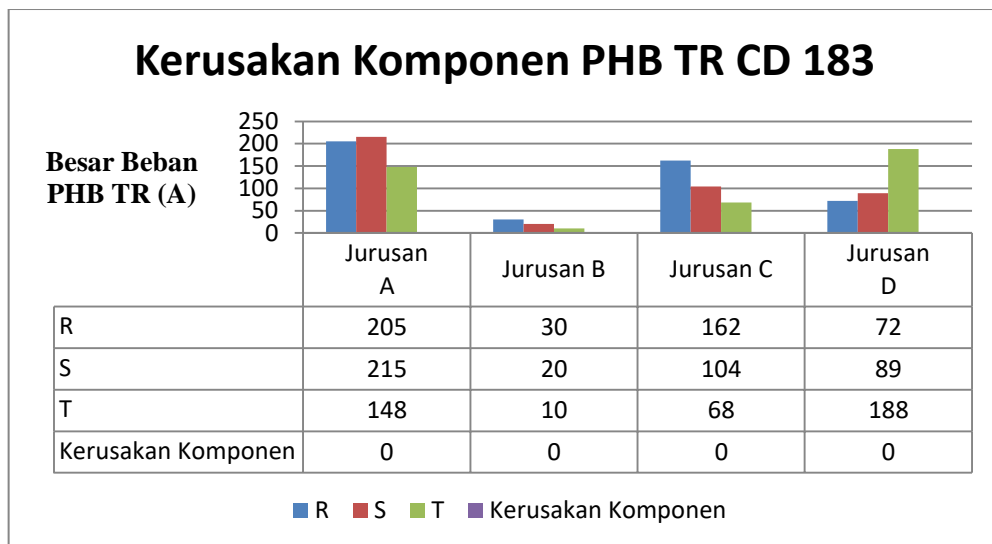
Pada gambar 4.27 dapat dilihat bahwa beban tiap jurusan pada PHB TR CD 304 berbeda-beda. Pada jurusan A didapatkan beban tertinggi pada fasa R yaitu sebesar 48 A dan pada jurusan B beban tertinggi terdapat pada fasa T sebesar 76 A. Perbedaan beban tiap jurusan ini disebabkan karena pemakaian pada sisi pelanggan meningkat dan menurun, serta kebutuhan beban tiap pelanggan yang bertambah setiap waktu. Perbedaan beban tiap jurusan ini disebabkan karena pemakaian pada sisi pelanggan meningkat dan menurun, serta kebutuhan beban tiap pelanggan yang bertambah setiap waktu. Perbedaan beban yang cukup jauh harus diseimbangkan agar kondisi tiap fasanya sama, dan salah satu pengaman fasa jurusan tidak mengalami kerusakan yang parah dikarenakan beban yang ditanggung terlalu besar. Menyeimbangkan beban dapat dilakukan dengan membagi beberapa beban pada salah satu fasa dan diberikan kepada fasa lainnya yang memiliki beban lebih rendah, sehingga beban menjadi lebih seimbang.

Pada gambar 4.28. dapat dilihat bahwa tidak terdapat kerusakan pada komponen PHB TR gardu CD 304 yang disebabkan oleh arus lebih maupun hubung singkat pada rangkaian PHB TR.

#### E. Analisis Kondisi Kelistrikan PHB TR Gardu CD 183



**Gambar 4.29. Grafik Kondisi Beban PHB TR Gardu CD 183**



*Catatan : 1 = ada kerusakan, 0 = tidak ada kerusakan*

**Gambar 4.30. Grafik Kerusakan Komponen PHB TR Gardu CD 183**

Pada gambar 4.29 dapat dilihat bahwa beban tiap jurusan pada PHB TR CD 183 berbeda-beda. Pada jurusan A didapatkan beban tertinggi pada fasa R yaitu

sebesar 215 A, pada jurusan B beban tertinggi terdapat pada fasa R sebesar 30 A, pada jurusan C beban tertinggi terdapat pada fasa R sebesar 162A , pada jurusan D beban tertinggi terdapat pada fasa T sebesar 188 A. Perbedaan beban tiap jurusan ini disebabkan karena pemakaian pada sisi pelanggan meningkat dan menurun, serta kebutuhan beban tiap pelanggan yang bertambah setiap waktu. Perbedaan beban yang cukup jauh harus diseimbangkan agar kondisi tiap fasanya sama, dan salah satu fasa tidak mengalami kerusakan yang parah dikarenakan beban yang ditanggung terlalu besar. Menyeimbangkan beban dapat dilakukan dengan membagi beberapa beban pada salah satu fasa dan diberikan kepada fasa lainnya yang memiliki beban lebih rendah, sehingga beban menjadi lebih seimbang. Selain itu, apabila beban pada tiap fasa cukup besar maka hal yang perlu dilakukan adalah menurunkan beban tiap fasa dengan cara memberikan beban kepada jurusan lainnya yang beban tiap fasanya masih rendah atau membuat jurusan baru.

Pada gambar 4.30. dapat dilihat bahwa tidak terdapat kerusakan pada komponen PHB TR gardu CD 183 yang disebabkan oleh arus lebih maupun hubung singkat pada rangkaian PHB TR.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data penelitian dan analisis yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kondisi PHB TR Gardu Distribusi Beton wilayah Ciledug masih kurang Sesuai dengan standar PLN yang saat ini berlaku, yaitu SPLN D3.016-2:2013 dan ketahanan kondisi komponen PHB TR bergantung pada beban yang diampu rangkaian PHB TR . Yaitu sebagai berikut :

1. Pada konstruksi PHB TR Gardu Distribusi yang tingkat kesesuaiannya tinggi adalah CD 144, CD 302, dan CD 304 dengan jumlah komponen sesuai sebanyak 7 dari 11 komponen. Komponen yang tidak sesuai dengan standar adalah ukuran besi siku, luas busbar, dan tinggi terminal pembumian. Terjadi perbedaan ukuran besi siku dan luas busbar dengan yang seharusnya, perbedaan ini disebabkan oleh pemuaian yang terjadi pada besi kerangka dan tembaga busbar dipengaruhi oleh suhu pada PHB TR yang meningkat saat PHB TR tersebut beroperasi.
2. Untuk proteksi PHB TR Gardu Distribusi yang tingkat kesesuaiannya tinggi adalah CD 144, CD 304 dan CD 302 dengan jumlah komponen sesuai sebanyak 4 dari 6 komponen. Ketidaksesuaian pada gardu CD 354 dan CD183 karena menggunakan pengaman lebur NH Fuse 315 A, dimana seharusnya pengaman lebur yang sesuai dengan standar untuk PHB TR jenis 1000 A adalah 250 A (SPLN D3.016-2:2013), penggunaan NH Fuse diatas rating yang seharusnya digunakan karena beban tiap jurusan yang sudah terlalu besar sehingga membutuhkan NH fuse dengan rating yang lebih

tinggi. Tidak ditemukannya PHB TR yang menggunakan Pemisah pengaman lebur dan Pemisah keluaran untuk mengamankan NH Fuse tiap jurusan dan kabel keluaran apabila terjadi hubung singkat.

3. Pada pengawatan PHB TR terdapat 4 PHB TR gardu sampel yang sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013, yaitu CD 144, CD 302, CD 304, dan CD 183. Salah satu PHB TR yang tidak sesuai terdapat pada Gardu CD 354, dikarenakan tidak terpasangnya konduktor pbumian dengan luas penampang  $50 \text{ mm}^2$  yang dimaksudkan sebagai pengaman PHB TR saat terjadi gangguan.
4. Pada Penandaan PHB TR komponen yang tidak sesuai dengan SPLN D3.016-2:2013 adalah luas tempat penandaan busbar. Pada CD 144 luas tempat label penandaan berdiameter 27 mm dimana seharusnya penandaan tersebut berukuran 80x30 mm atau sesuai dengan ukuran busbar.
5. Besar Beban pada tiap fasa juruasn PHB TR sangat berpengaruh pada kondisi komponen PHB TR, yaitu pengaman lebur. Semakin besar beban dari salah satu fasa akan menyebabkan komponen pada NH Fuse melebur, dan hal itu merupakan indikasi terjadinya beban yang terlalu besar pada jurusan tersebut.

## **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil data penelitian dan analisis yang sudah dilakukan, maka peneliti menyarankan:

1. Menambahkan jadwal maintenance Gardu Distribusi Beton agar komponen-komponen yang ada di dalam gardu bisa lebih terkontrol, sehingga mencegah adanya gangguan atau kerusakan komponen disaat mendatang.

2. Dilakukan pemecahan beban pada jaringan PHB TR yang tidak sesuai, agar penggunaan NH Fuse dengan rating 315 A tidak diperlukan. Hal ini untuk mencegah kerusakan yang dapat terjadi apabila terjadi arus lebih, dikarenakan NH Fuse dengan rating 315 dikhawatirkan tidak akan putus dan menghentikan arus sehingga arus akan terus mengalir dan merusak kabel jaringan.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa meneliti lebih dalam mengenai komponen-komponen yang ada pada PHB TR.

## DAFTAR PUSTAKA

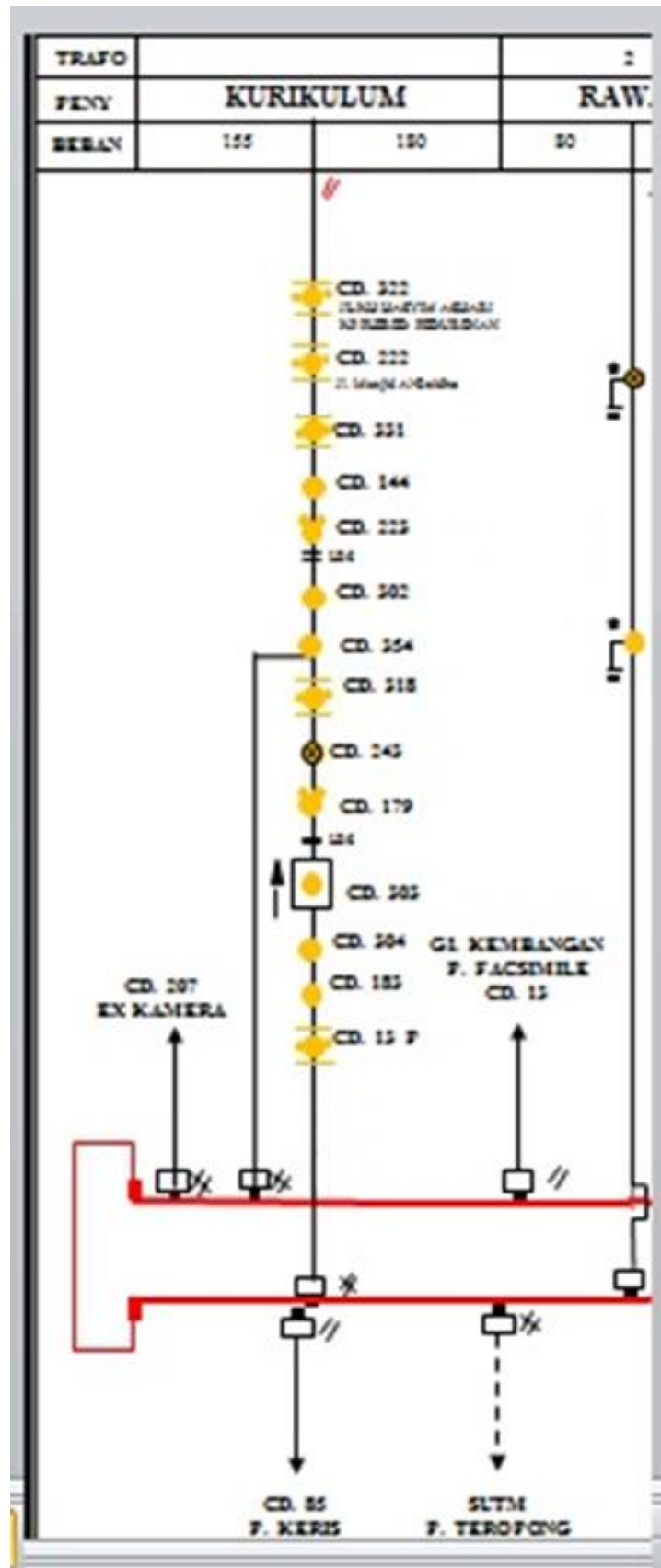
- \_\_\_\_\_, PLN Buku 3: Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik
- \_\_\_\_\_, PLN Buku 4: Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik
- \_\_\_\_\_, Standar PT.PLN (persero) D3.016-2:2013
- Ardian, A. 2009. Analisis Sistem Suplai Daya Instalasi Listrik Tenaga Pada Gedung PT.Smart Telecom [Skripsi]. Depok : Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
- Ariawan, P.R. 2010. Spesifikasi Perangkat Hubung Bagi (PHB) Tegangan Rendah Gardu Listrik Ditinjau Dari Aspek Keamanan dan Kesehatan Manusia Sekitar. *Jurnal Pengetahuan Lingkungan Hidup*. 5-6.
- Daryanto. 2010. *Keterampilan Kejuruan Teknik Listrik*. Bandung: Satu Nusa
- Juwito, A. F. & Pramonohadi, S. & Haryono, T. 2012. Optimalisasi Energi Terbarukan pada Pembangkit Tenaga Listrik dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi di Margajaya. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*. 15:22-34.
- Kadir, Abdul. 2006. *Distribusi dan Utilasi Tenaga Listrik*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI-Press)
- Kawihing, A.P. & Teugeh, M & Patras, L.S. & Pakiding, M. 2013. Pemerataan Beban Transformator pada Saluran Distribusi Sekunder. *e-journal Teknik Elektro dan Komputer*. 3.
- Kurniawan, B. & Wahyuni, I. 2008. Hubungan Radiasi Gelombang Elektromagnetik dan Faktor Lain dengan Keluhan pada Tenaga Kerja Industri Elektronik GE di Yogyakarta. *Jurnal Promosi Kesehatan Indonesia*. 3:1.
- Pabla, A.S. 1994. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Prayitno, B. 2010. Analisa Pemeliharaan Peralatan Utama Sistem Kelistrikan Universitas Indonesia Kampus Depok [Skripsi]. Depok: Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
- Sclater, N. & Traiser, John E.. 2003. *Handbook of Electrical Design Details*. USA : The McGraw-hill Companies.
- Suartika, M. & Wijaya, I. W. A. 2010. Rekonfigurasi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) untuk Memperbaiki Drop Tegangan di Daerah Banjar Tulangnyuh Klungkung. *Jurnal Rekonfigurasi Jaringan Tegangan Rendah*. 9:176.
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Busbar>. Diakses pada 9 Mei 2017.



## **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

## **LAMPIRAN 1. DOKUMENTASI**

## Penyulang Kurikulum



## Lampiran Kerusakan NH Fuse

**CD 144**

**Jurusan A**

**Fasa T**



**Jurusan C**

**Fasa R**



**Jurusan F**  
**Fasa T**



**CD 302**  
**Jurusan A**



## LAMPIRAN KONDUKTOR PEMBUMIHAN

CD 183





## LAMPIRAN PENANDAAN FASA

CD 144



## **LAMPIRAN 2. SURAT PENELITIAN**



# **SERTIFIKAT**

No : 068/LCU/HRD/VIII/2016

Diberikan Kepada

## **LESTARI NURRETA HARTANTI**

Atas keikutsertaannya dalam kegiatan Praktik Kerja Lapangan ( PKL )  
di PT. Laskar CiptaUTama pada tanggal 18 Juli 2016 sampai dengan 18 Agustus 2016.

Manager Teknik



**MATAMIN**

NIK : 201404137

Human Resources Development (HRD)



**ANGSORI RAHARDJO**

NIK : 201404124

### **PT. LASKAR CIPTAUTAMA**



## DAFTAR NILAI

NO	MATERI PRAKTIK KERJA LAPANGAN	NILAI
1	DISPLIN KERJA	A
2	SIKAP KERJA	A
3	PENGETAHUAN KERJA	A
4	KUALITAS KERJA	A
5	KECEPATAN KERJA	A
6	KREATIVITAS	A

## KETERANGAN

HURUF	ANGKA	KETERANGAN
A	80 - 100	SANGAT MEMUASKAN
B	70 - 79	CUKUP MEMUASKAN
C	60 - 69	MEMUASKAN
D	40 - 59	HAMPIR MEMUASKAN
E	0 - 39	TIDAK MEMUASKAN





PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBU KOTA JAKARTA  
DINAS PENDIDIKAN

SMK NEGERI 34 JAKARTA

(Teknik Instalasi Tenaga Listrik-Teknik Pemesinan-Teknik Kendaraan Ringan- Tek.Speda Motor - Multimedia)

Jln. Kramat Raya No. 93 Jakarta Pusat 10440

Telp. 3909035 – 3928037 Fax. 3927963 e-mail : smkn\_34jkt@yahoo.com

**SURAT KETERANGAN SELESAI PRAKTEK KETERAMPILAN MENGAJAR (PKM)**

Nomor : 694.C /-1.851.7

Mendasari surat dari Universitas Negeri Jakarta, No. 228/UN39.15/KM/2016 tertanggal 27 Juli 2016 tentang permohonan untuk melaksanakan Praktek Ketrampilan Mengajar (PKM), maka dengan ini Kepala Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 34 Jakarta menerangkan bahwa :

No	Nama	Program Studi
1	Asfan Azkarim	Teknik Elektro
2	Arif Gutama	Teknik Elektro
3	Azelia Puteri	Teknik Elektro
4	Gina Aini Rahman	Teknik Elektro
5	Lestari Nurreta Hartanti	Teknik Elektro
6	Muhamad Rizki H	Teknik Elektro

nama - nama tersebut di atas adalah benar Mahasiswi Universitas Negeri Jakarta dan telah melaksanakan Praktek Keterampilan Mengajar (PKM) di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 34 Jakarta pada tanggal 01 Agustus sampai dengan 11 November 2016.

Demikian surat keterangan ini diberikan, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 14 November 2016  
Kepala Sekolah,  
  
HANSYORI BUNYAMIN, M.Pd.  
NIP. 196310051987031017



**PT PLN (Persero)  
DISTRIBUSI JAKARTA RAYA**

Jalan Mohammad Ikhwan Ridwan Rais No. 1 - Jakarta Pusat 10110

Telp. : (021) 3454000 - 3455000

Kotak Pos : 1141

Call Center : (kode area) 123

Facebook : pln123

Facsimile: (021) 3456694

Website : www.pln.co.id/disjaya

E-mail : pln123@pln.co.id

Twitter : @pln\_123

**SURAT KETERANGAN**

Nomor : 0005 Kt/SDM.04.06/DISJAYA/2018

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : TRIS YANUARSYAH H

Jabatan : Manajer SDM dan Organisasi

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Lestari Nurreta Hartanti

NIM : 5115134261

Program Studi : Teknik Elektro

Telah melaksanakan magang di PT PLN (Persero) Area Bintaro pada tanggal 29 Mei 2017 s.d 29 Juni 2017 telah selesai dilaksanakan dengan Baik.

Demikian surat keterangan ini dibuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana semestinya.

Jakarta, 02 Februari 2018

MANAJER  
SUMBERDAYA-MANUSIA DAN ORGANISASI



TRIS YANUARSYAH H

## RIWAYAT HIDUP



Lestari Nurreta Hartanti, lahir di Tangerang, 10 Maret 1995. Anak kedua dari Bapak Haryanto dan Ibu Yuli Supriati. Bertempat tinggal di Jl. Hj. Marjuki I RT 002/ RW 015 No.04, Kelurahan Gaga, Kecamatan Larangan, Ciledug, Tangerang, 15154. Selama melaksanakan perkuliahan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Peneliti memiliki pengalaman Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT. Laskar Cipta Utama yang merupakan perusahaan Mekanikal Elektrikal salah satu mitra kerja PT. PLN (Persero) pada bulan Juli-Agustus 2016 dan Praktik Keterampilan Mengajar (PKM) di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 34 Jakarta pada bulan Agustus-Desember 2016.

**Riwayat Pendidikan:** SDN Kreo 5 Jakarta (2001-2007), SMPN 11 Tangerang pada tahun (2007-2010), SMA Hang Tuah 1 Jakarta (2010-2013) dan melanjutkan pendidikan di Universitas Negeri Jakarta, Fakultas Teknik, Program Studi Pendidikan Teknik Elektro pada tahun 2013.

**Riwayat Organisasi:** Awal masuk kuliah, peneliti telah mengikuti kegiatan organisasi maupun acara di kampus diantaranya, panitia acara *Blue Festival* Fakultas Teknik sebagai Seksi Perlengkapan (2016). Anggota ArtVenue (2016-2018).

Di akhir masa perkuliahan, peneliti telah menyelesaikan penelitian berjudul “Analisis Kondisi Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) Gardu Distribusi Wilayah Ciledug“. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan pengetahuan serta kontribusi positif terhadap penelitian pada bidang Distribusi Listrik.