

SKRIPSI
ANALISIS OVERHEATING PADA PERALATAN LISTRIK PHB-TR
GARDU DISTRIBUSI DI PT. PLN (PERSERO) ULP DEPOK KOTA
MENGGUNAKAN TERMOGRAFI INFRAMERAH



SIGID RACHMADI YUWONO
5115154139

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2021

ABSTRAK

Sigid Rachmadi Yuwono. ANALISIS OVERHEATING PADA PERALATAN LISTRIK PHB-TR GARDU DISTRIBUSI DI PT. PLN (PERSERO) ULP DEPOK KOTA MENGGUNAKAN TERMOGRAFI INFRAMERAH. Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta 2021. Dosen Pembimbing: Drs. Ir. Parjiman, M. T. dan Massus Subekti, S. Pd., M. T.

Salah satu faktor penyebab gangguan PHB-TR adalah adanya degradasi material pada peralatan listrik yang dapat menyebabkan panas berlebih (*overheating*) dan mengakibatkan terjadinya kegagalan peralatan yang berpotensi menyebabkan pemadaman listrik yang tidak direncanakan dan bahaya kebakaran. Proses terjadinya degradasi pada peralatan listrik dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti beban berlebih (*overload*), kondisi lingkungan, dan lain-lain.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat *overheating* pada peralatan listrik PHB-TR gardu distribusi di area distribusi PT. PLN (Persero) ULP Depok Kota, untuk menganalisis tingkat kesesuaian suhu permukaan peralatan listrik PHB-TR dengan SPLN D3.016-1:2010 dan SPLN D3.016-2:2013, dan untuk menganalisis faktor-faktor apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya *overheating* pada peralatan listrik PHB-TR gardu distribusi. Dalam rangka mengetahui kondisi suhu permukaan peralatan listrik PHB-TR yang diteliti, maka dilakukan pengukuran suhu permukaan objek penelitian secara langsung menggunakan termografi inframerah. Kemudian data hasil pengukuran suhu tersebut dibandingkan dengan standar SPLN D3:016-1:2010 dan SPLN D3.016-2:2013. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif.

Hasil penelitian dari empat gardu distribusi diantaranya gardu RJM, gardu DTG, gardu CLD, dan gardu KCL menunjukkan bahwa terdapat *overheating* pada peralatan listrik PHB-TR dari seluruh gardu distribusi tersebut. Gardu KCL memiliki tingkat kesesuaian suhu permukaan peralatan listrik PHB-TR lebih rendah dibandingkan tiga gardu distribusi lainnya yakni dengan tingkat kesesuaian 83%. Sedangkan gardu DTG memiliki tingkat kesesuaian suhu permukaan peralatan listrik PHB-TR lebih tinggi dibandingkan tiga gardu distribusi lainnya yakni dengan tingkat kesesuaian 99%.

Kesimpulan dari hasil penelitian pada proses pengukuran suhu permukaan peralatan listrik PHB-TR gardu distribusi menggunakan termografi inframerah di area distribusi PT. PLN (Persero) ULP Depok Kota adalah *overheating* pada peralatan listrik PHB-TR dapat disebabkan oleh kondisi permukaan peralatan penghantar yang telah mengalami proses penuaan dan pengaruh lingkungan, adanya ketidakseimbangan beban antar fasa, pemasangan peralatan listrik yang tidak sesuai standar, dan pemasangan peralatan pemutus beban yang tidak memperhatikan faktor keamanan untuk beban trafo distribusi.

Kata kunci: Suhu, Termografi Inframerah, PHB-TR, Kesesuaian.

ABSTRACT

Sigid Rachmadi Yuwono. OVERHEATING ANALYSIS OF PHB-TR DISTRIBUTION SUBSTATION ELECTRICAL EQUIPMENT AT PT. PLN (PERSERO) ULP DEPOK KOTA USING INFRARED THERMOGRAPHY. Essay. Jakarta: Faculty of Engineering State University of Jakarta 2021. Academic Supervisor: Drs. Ir. Parjiman, M. T. and Massus Subekti, S. Pd., M. T.

One of the factors causing PHB-TR breakdown is material degradation in electrical equipment which can cause overheating and result in equipment failure which has the potential to cause unplanned power outages and fire hazards. The process of degradation of electrical equipment can be caused by various factors such as overload, environmental conditions, and others.

The purpose of this study was to determine whether there was overheating of the PHB-TR electrical equipment at the distribution substation in the distribution area of PT. PLN (Persero) ULP Depok City, to analyze the level of suitability of the surface temperature of PHB-TR electrical equipment with SPLN D3.016-1:2010 and SPLN D3.016-2:2013, and to analyze what factors can cause overheating in PHB-TR electrical equipment at distribution substations. In order to determine the condition of the surface temperature of the PHB-TR electrical equipment under study, the surface temperature of the research object was measured directly using infrared thermography. Then the temperature measurement data is compared with the standard SPLN D3:016-1:2010 and SPLN D3.016-2:2013. The research method used in this research is quantitative descriptive.

The results of the research from four distribution substations including RJM substation, DTG substation, CLD substation, and KCL substation indicate that there is overheating in the PHB-TR electrical equipment from all the distribution substations. The KCL substation has a lower level of suitability for the surface temperature of the PHB-TR electrical equipment compared to the other three distribution substations with a suitability level of 83%. Meanwhile, the DTG substation has a higher level of suitability for the surface temperature of PHB-TR electrical equipment than the other three distribution substations, with a suitability level of 99%.

The conclusion from the results of research on the process of measuring the surface temperature of electrical equipment PHB-TR distribution substations using infrared thermography in the distribution area of PT. PLN (Persero) ULP Depok Kota is overheating in PHB-TR electrical equipment can be caused by surface conditions of the delivery equipment that have undergone an aging process and environmental influences, load imbalances between phases, installation of electrical equipment that does not meet standards, and installation of load breaker equipment which does not pay attention to the safety factor for distribution transformer loads.

Keywords: Temperature, Infrared Thermography, PHB-TR, Suitability.

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS OVERHEATING PADA PERALATAN LISTRIK PHB-TR
GARDU DISTRIBUSI DI PT. PLN (PERSERO) ULP DEPOK KOTA
MENGGUNAKAN TERMOGRAFI INFRAMERAH

Sigid Rachmadi Yuwono / 5115154139

PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN

TANDA TANGAN

TANGGAL

Dr. Daryanto, M.T.
(Ketua Penguji)



19-8-2021

Imam Arif Rahardjo, M.T.
(Sekretaris)



12-8-2021

Prof. Dr. Suvitno, M.Pd.
(Dosen Ahli UNJ)



4-8-2021

Ir. Muhamad Ali, M.T., IPM.
(Dosen Ahli UNY)



18-08-2021
Digital Sign

18-08-2021

Drs. Ir. Parjiman, M.T.
(Pembimbing I)



6-8-2021

Massus Subekti, M.T.
(Pembimbing II)



14/8-21

Tanggal Lulus : 20 Agustus 2021

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 20 Desember 2020
Yang membuat pernyataan



Sigid Rachmadi Yuwono
No. Reg. 5115154139

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Sigid Rachmadi Yuwono
NIM : 5115154139
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Pendidikan Teknik Elektro
Alamat email : sigidrachmadi@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

“Analisis Overheating pada Peralatan Listrik PHB-TR Gardu Distribusi di PT. PLN (Persero) ULP Depok Kota Menggunakan Termografi Inframerah”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 12 Agustus 2021
Penulis



(Sigid Rachmadi Yuwono)

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 OVERHEATING PADA PERALATAN LISTRIK PHB-TR GARDU DISTRIBUSI DI PT. PLN (PERSERO) ULP DEPOK KOTA MENGGUNAKAN TERMOGRAFI INFRAMERAH” 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 terima kasih kepada:

1. Bapak Massus Subekti, S.Pd., M.T. selaku Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Jakarta dan Dosen Pembimbing II.
2. Bapak Arrafat Alfarisyi selaku Manager Jaringan PT. PLN (Persero) UP3 Depok.
3. Bapak Tata Sonjaya selaku Manager PT. PLN (Persero) ULP Depok Kota.
4. Bapak Armi selaku Supervisor Teknik PT. PLN (Persero) ULP Depok Kota.
5. Bapak Drs. Ir. Parjiman, M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
6. Seluruh Dosen yang telah menyampaikan ilmu dan berbagai pengalaman selama penulis melaksanakan studi di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Jakarta.
7. Kedua Orang Tua, Kakak, dan Adik yang selalu memberikan do'a dan dukungan.
8. Teman dan rekan seperjuangan yang telah terlibat dalam memberikan bantuan dan dukungan.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu namun ikut serta membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Jakarta, 20 Desember 2020
Penyusun,



Sigid Rachmadi Yuwono

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Perumusan Masalah.....	4
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Kegunaan Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1. Kajian Teoritik	6
2.1.1. Sistem Tenaga Listrik	6
2.1.1.1. Sistem Distribusi Listrik.....	6
2.1.1.2. Gardu Distribusi.....	8
2.1.1.3. Perangkat Hubung Bagi.....	9
2.1.1.4. Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah Gardu Distribusi	10
2.1.2. <i>Overheating</i> pada Peralatan Listrik.....	14
2.1.2.1. Beban Listrik	19
2.1.2.2. Gangguan Tegangan	23
2.1.2.3. Faktor Lingkungan.....	23
2.1.2.4. Faktor Manusia	25
2.1.3. Termografi Inframerah.....	26

2.1.3.1.	Suhu dan Kalor	28
2.1.3.2.	Radiasi Inframerah.....	31
2.1.3.3.	Benda Hitam dan Emisivitas	32
2.1.4.	Standar Kelistrikan yang Relevan.....	35
2.1.5.	Profil Perusahaan	39
2.2.	Penelitian yang Relevan	40
2.3.	Kerangka Berpikir	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		44
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	44
3.2.	Metode Penelitian.....	44
3.3.	Diagram Alir Penelitian	45
3.4.	Instrumen Penelitian.....	47
3.5.	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	49
3.6.	Teknik Analisis Data	56
BAB IV HASIL PENELITIAN		58
4.1.	Deskripsi Hasil Penelitian	58
4.1.1.	Data Hasil Pengukuran Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu RJM.....	59
4.1.2.	Data Hasil Pengukuran Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu DTG	64
4.1.3.	Data Hasil Pengukuran Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu CLD.....	71
4.1.4.	Data Hasil Pengukuran Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu KCL.....	76
4.2.	Pembahasan Hasil Penelitian	81
4.2.1.	Analisis Data Penelitian Berdasarkan Tingkat Kesesuaian Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu Distribusi	81
4.2.1.1.	Analisis Data Kesesuaian Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu RJM.....	81
4.2.1.2.	Analisis Data Kesesuaian Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu DTG	83
4.2.1.3.	Analisis Data Kesesuaian Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu CLD	85

4.2.1.4. Analisis Data Kesesuaian Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu KCL	87
4.2.2. Analisis Data Penelitian Berdasarkan Temuan Overheating pada Peralatan Listrik PHB-TR Gardu Distribusi	89
4.2.2.1. Analisis Data Temuan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu RJM.....	89
4.2.2.2. Analisis Data Temuan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu DTG.....	94
4.2.2.3. Analisis Data Temuan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu CLD...	100
4.2.2.4. Analisis Data Temuan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu KCL...	105
BAB V PENUTUP	111
5.1. Kesimpulan.....	111
5.2. Saran.....	111
DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN-LAMPIRAN	118
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	131



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1.	Spesifikasi Teknis PHB-TR	12
2.2.	Ketentuan <i>Health Index</i> Pembebanan Trafo Distribusi	13
2.3.	Tegangan Nominal Perlengkapan Distribusi	14
2.4.	Hambatan Jenis Beberapa Bahan pada Suhu 20 °C	18
2.5.	Koefisien Suhu Beberapa Jenis Bahan pada Suhu 20°C	18
2.6.	Nilai Parameter yang Direkomendasikan FLIR	28
2.7.	Nilai Emisivitas dari Beberapa Jenis Material	34
2.8.	Batas Kenaikan Suhu menurut SPLN D3.016-1:2010 tentang PHB-TR Bagian 1: Pasangan Luar	38
2.9.	Batas Kenaikan Suhu menurut SPLN D3.016-2:2013 tentang PHB-TR Bagian 2: Pasangan Dalam	38
3.1.	Spesifikasi Termografi Inframerah Merk FLIR Tipe E5	48
3.2.	Spesifikasi Tang Ampere Merk Fluke Tipe 376	49
3.3.	Nilai Parameter yang Direkomendasikan FLIR	52
3.4.	Lembar Pengukuran Nilai Suhu	53
3.5.	Batas Kenaikan Suhu menurut SPLN D3.016-1:2010 tentang PHB-TR Bagian 1: Pasangan Luar	54
3.6.	Batas Kenaikan Suhu menurut SPLN D3.016-2:2013 tentang PHB-TR Bagian 2: Pasangan Dalam	54
3.7.	Lembar Pengukuran Nilai Beban Listrik	55
3.8.	Ketentuan <i>Health Index</i> Pembebanan Trafo Distribusi	56
3.9.	Tegangan Nominal Perlengkapan Distribusi	56
4.1.	Hasil Pengukuran Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB- TR Gardu RJM (Pasangan Luar)	61
4.2.	Hasil Pengukuran Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB- TR Gardu DTG (Pasangan Dalam)	66
4.3.	Hasil Pengukuran Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB- TR Gardu CLD (Pasangan Luar)	73

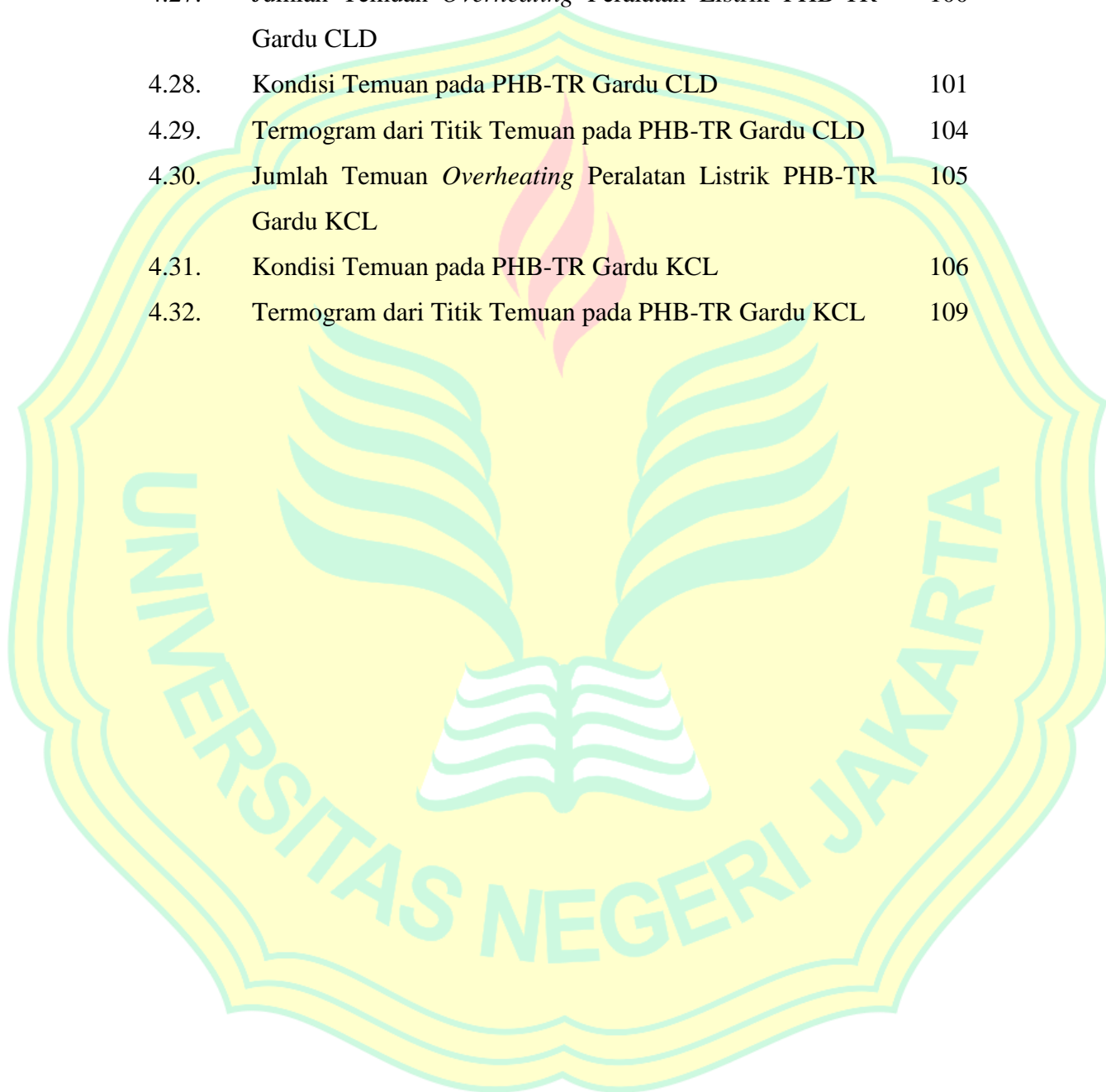
Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.4.	Hasil Pengukuran Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu KCL (Pasangan Luar)	78
4.5.	Kondisi Beban Listrik PHB-TR Gardu RJM	91
4.6.	Rekomendasi Tindakan Pemeliharaan PHB-TR Gardu RJM	93
4.7.	Kondisi Beban Listrik PHB-TR Gardu DTG	96
4.8.	Rekomendasi Tindakan Pemeliharaan PHB-TR Gardu DTG	99
4.9.	Kondisi Beban Listrik PHB-TR Gardu CLD	101
4.10.	Rekomendasi Tindakan Pemeliharaan PHB-TR Gardu CLD	104
4.11.	Kondisi Beban Listrik PHB-TR Gardu KCL	107
4.12.	Rekomendasi Tindakan Pemeliharaan PHB-TR Gardu KCL	110

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1.	Sistem Tenaga Listrik	6
2.2.	Jaringan Distribusi Sekunder	8
2.3.	Gardu Tiang Tipe Portal	9
2.4.	Perangkat Hubung Bagi	10
2.5.	PHB-TR Gardu Distribusi	11
2.6.	Peralatan Listrik Terbakar Akibat <i>Overheating</i>	19
2.7.	Vektor Diagram Arus	21
2.8.	Gelombang Harmonisa	22
2.9.	Proses Terjadinya Kerusakan pada Isolasi Kabel	24
2.10.	Koneksi Penghantar yang Kurang Baik	25
2.11.	Termogram dari Termografi Inframerah Merk FLIR	26
2.12.	Skema Dasar Termografi Inframerah	27
2.13.	Termometer Inframerah	29
2.14.	Spektrum Gelombang Elektromagnetik	31
2.15.	Sumber Radiasi Panas dari Suatu Benda	32
2.16.	Radiasi Benda Hitam dan Benda Riil	33
2.17.	Tampilan Visual dan Termogram dari Termografi Inframerah	36
2.18.	PT. PLN (Persero) ULP Depok Kota	39
3.1.	Diagram Alir Penelitian	45
3.2.	Termografi Inframerah FLIR E5	48
3.3.	Tang Ampere Fluke 376	49
3.4.	Diagram Garis Tunggal PHB TR Gardu Distribusi	51
3.5.	Tampilan Software FLIR Tools	53
4.1.	Gardu Distribusi RJM	59
4.2.	Diagram Garis Tunggal PHB-TR Gardu RJM	59
4.3.	Termogram dari PHB-TR Gardu RJM	60
4.4.	Gardu Distribusi DTG	64

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.5.	Diagram Garis Tunggal PHB-TR Gardu DTG	65
4.6.	Termogram dari PHB-TR Gardu DTG	66
4.7.	Gardu Distribusi CLD	71
4.8.	Diagram Garis Tunggal PHB-TR Gardu CLD	72
4.9.	Termogram dari PHB-TR Gardu CLD	73
4.10.	Gardu Distribusi KCL	76
4.11.	Diagram Garis Tunggal PHB-TR Gardu KCL	76
4.12.	Termogram dari PHB-TR Gardu KCL	77
4.13.	Diagram Kesesuaian Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu RJM	81
4.14.	Titik Pengukuran Suhu PHB-TR Gardu RJM yang Tidak Sesuai SPLN	82
4.15.	Diagram Kesesuaian Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu DTG	83
4.16.	Titik Pengukuran Suhu PHB-TR Gardu DTG yang Tidak Sesuai SPLN	84
4.17.	Diagram Kesesuaian Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu CLD	85
4.18.	Titik Pengukuran Suhu PHB-TR Gardu CLD yang Tidak Sesuai SPLN	86
4.19.	Diagram Kesesuaian Suhu Permukaan Peralatan Listrik PHB-TR Gardu KCL	87
4.20.	Titik Pengukuran Suhu PHB-TR Gardu KCL yang Tidak Sesuai SPLN	88
4.21.	Jumlah Temuan <i>Overheating</i> Peralatan Listrik PHB-TR Gardu RJM	89
4.22.	Kondisi Temuan pada PHB-TR Gardu RJM	90
4.23.	Termogram dari Titik Temuan pada PHB-TR Gardu RJM	93
4.24.	Jumlah Temuan <i>Overheating</i> Peralatan Listrik PHB-TR Gardu DTG	94

Nomor	Judul Gambar	Halaman
4.25.	Kondisi Temuan pada PHB-TR Gardu DTG	95
4.26.	Termogram dari Titik Temuan pada PHB-TR Gardu DTG	98
4.27.	Jumlah Temuan <i>Overheating</i> Peralatan Listrik PHB-TR Gardu CLD	100
4.28.	Kondisi Temuan pada PHB-TR Gardu CLD	101
4.29.	Termogram dari Titik Temuan pada PHB-TR Gardu CLD	104
4.30.	Jumlah Temuan <i>Overheating</i> Peralatan Listrik PHB-TR Gardu KCL	105
4.31.	Kondisi Temuan pada PHB-TR Gardu KCL	106
4.32.	Termogram dari Titik Temuan pada PHB-TR Gardu KCL	109



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1.	Jobsheet Data Penelitian	119
2.	Dokumentasi Penelitian	127
2.1.	Proses Pengukuran Suhu Permukaan Objek Penelitian	127
2.2.	Proses Pencatatan Data Objek Penelitian	127
3.	Diagram Garis Tunggal Penyulang Jaringan Distribusi	128
3.1.	Diagram Garis Tunggal Penyulang Benteng	128
3.2.	Diagram Garis Tunggal Penyulang Cikumpa	129
3.3.	Diagram Garis Tunggal Penyulang Cilamaya	130

