

LAPORAN TUGAS AKHIR

EVALUASI KELAYAKAN INSTALASI GEDUNG TTSK 3 LANTAI PT PHAPROS, Tbk SEMARANG

Laporan ini disusun guna memenuhi salah satu syarat mata kuliah
Tugas Akhir pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Disusun Oleh :

EFA YUMNA PURWONO

NIM. 30601800014

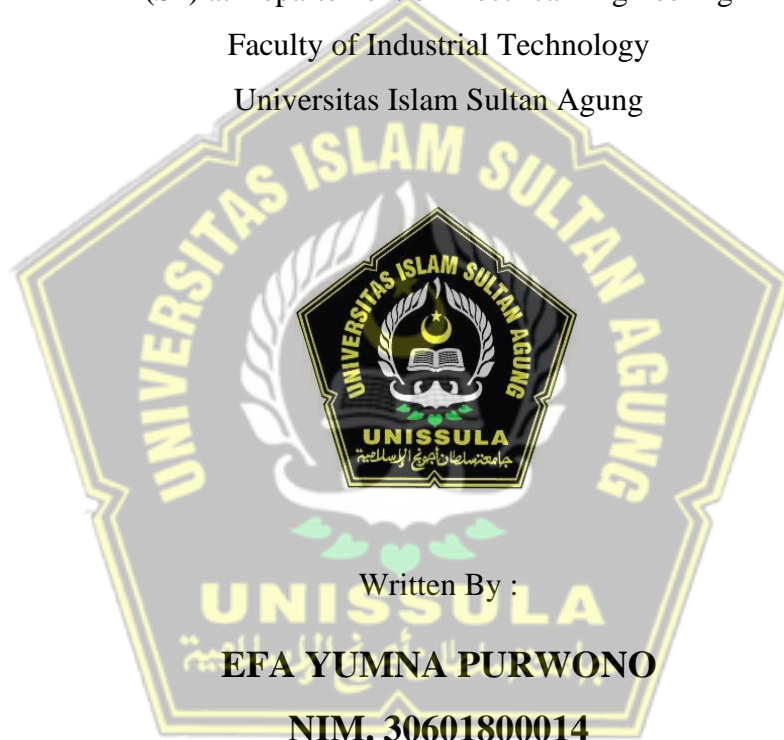
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

FINAL PROJECT

**EVALUATION OF FEASIBILITY INSTALLATION OF
TTSK BUILDING 3 FLOOR PT PHAPROS, Tbk
SEMARANG**

Proposed to complete the requirement to obtain a Bachelor's Degree
(S1) at Departement of Electrical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Islam Sultan Agung



Written By :

EFA YUMNA PURWONO

NIM. 30601800014

**DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “EVALUASI KELAYAKAN INSTALASI GEDUNG TTSK 3 LANTAI PT PHAPROS, Tbk SEMARANG” ini disusun oleh :

Nama : Efa Yumna Purwono

NIM : 30601800014

Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 1 September 2022

Pembimbing 1

Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT

NIDN.0619076401

Pembimbing 2

Agus Suprajitno, ST., MT.

NIDN.0602047301

UNISSULA

جامعة سلطان أبو نوح الإسلامية

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.

NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “EVALUASI KELAYAKAN INSTALASI GEDUNG TTSK 3 LANTAI PT PHAPROS, Tbk SEMARANG” ini telah dipertaruhkan didepan dosen penguji Tugas Akhir pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 1 September 2022

TIM PENGUJI

Anggota I

Anggota II

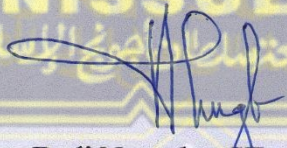

Ir. Agus Adhi Nugroho, MT.

NIDN. 0628086501


Ir. Ida Widihastuti, MT.

NIDN. 0005036501

Ketua Penguji


Dedi Nugroho, ST., MT.

NIDN. 0617126602

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Efa Yumna Purwono
NIM : 30601800014
Judul Tugas Akhir : EVALUASI KELAYAKAN INSTALASI
GEDUNG TTSK 3 LANTAI PT PHAPROS,
Tbk SEMARANG

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dan ini Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Ungaran, 24 Agustus 2022

Yang Menyatakan



Efa Yumna Purwono

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Efa Yumna Purwono

NIM : 30601800014

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan Judul :
**EVALUASI KELAYAKAN INSTALASI GEDUNG TTSK 3 LANTAI PT
PHAPROS, Tbk SEMARANG**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiatisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Ungaran, 24 Agustus 2022

Yang Menyatakan



Efa Yumna Purwono

PERSEMBAHAN

Pertama.

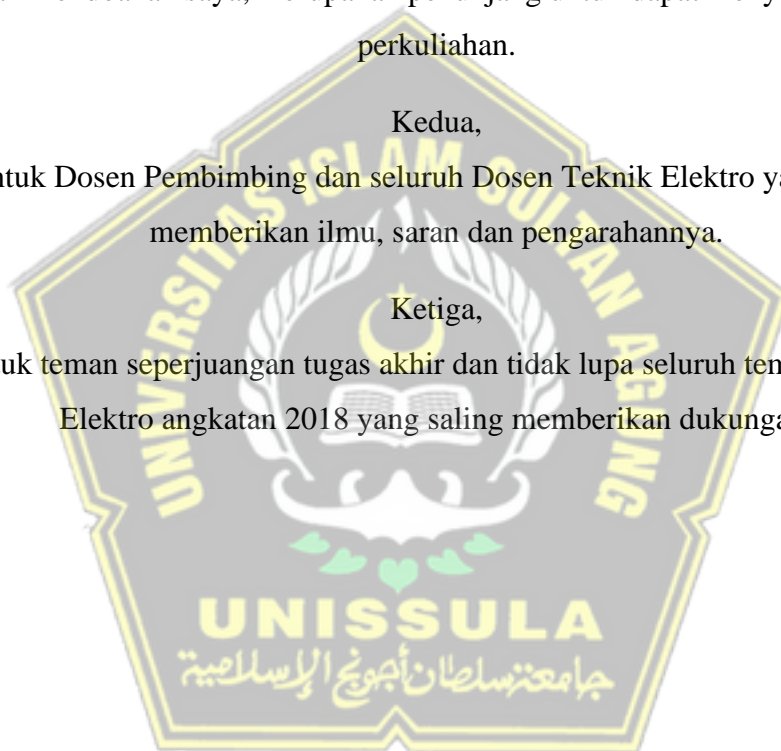
Tugas Akhir ini akan saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang saya cintai Bapak Edi Eko Purwono dan Ibu Supatmi yang sudah membesarkan saya, memberikan dukungan dan menjadi motivasi hidup saya dalam menyelesaikan studi saya hingga saat ini. Juga Adik dan Suami saya yang telah menyemangati dan mendoakan saya, merupakan penunjang untuk dapat menyelesaikan perkuliahan.

Kedua,

Untuk Dosen Pembimbing dan seluruh Dosen Teknik Elektro yang selalu memberikan ilmu, saran dan pengarahannya.

Ketiga,

Untuk teman seperjuangan tugas akhir dan tidak lupa seluruh teman Teknik Elektro angkatan 2018 yang saling memberikan dukungan.



MOTTO

Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu'.

~QS. Al-Baqarah : 45~

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain).

~QS. Al-Insyirah : 6-7~

Jangan kalah pada rasa takutmu.

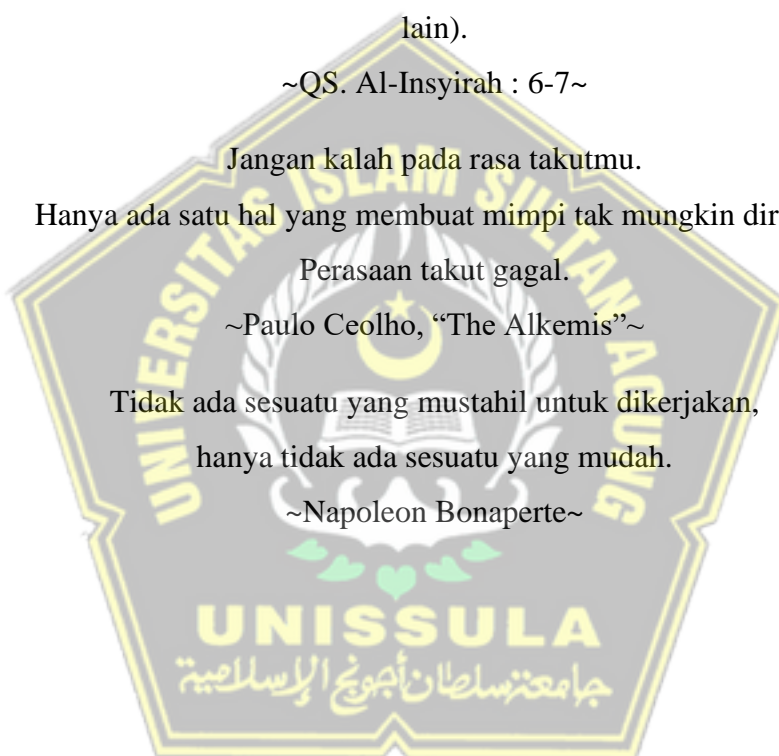
Hanya ada satu hal yang membuat mimpi tak mungkin diraih :

Perasaan takut gagal.

~Paulo Ceolho, "The Alkemis"~

Tidak ada sesuatu yang mustahil untuk dikerjakan,
hanya tidak ada sesuatu yang mudah.

~Napoleon Bonaperte~



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan Hidayah – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi dengan judul “EVALUASI KELAYAKAN INSTALASI GEDUNG TTSK 3 LANTAI di PT PHAPROS Tbk SEMARANG” dapat diselesaikan dengan baik. Selesainya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan bimbingan dan doa dari berbagai pihak yang telah membantu dalam pembuatan karya ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Hj. Novi Marlyana, ST, MT Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST,MT Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Bapak Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT. Selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan
4. Bapak Agus Suprajitno,ST,MT Selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan
5. Bapak Muhammad Khosyi'in, ST, MT Selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung
6. Seluruh dosen pengajar di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
7. Ibu dan Ayah tercinta yang telah banyak berkorban demi keberhasilan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir
8. Seluruh keluarga tersayang yang telah senantiasa mendo`akan dan memberikan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir
9. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya pembuatan tugas akhir maupun dalam penyusunan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini walaupun telah berusaha semaksimal mungkin, tentunya masih banyak kekurangan dan keterbatasan dimiliki, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik untuk membangun kesempurnaan karya ini, semoga karya ini bermanfaat.

Ungaran,

Penulis



DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
MOTTO	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori	5
2.2.1 Instalasi Listrik Tegangan Menengah.....	5
2.2.2 Persyaratan Instalasi Listrik.....	6
2.2.3 Perlengkapan Instalasi Listrik.....	7
2.2.4 Lasdop/Isolasi	7
2.2.5 Saklar	8

2.2.6	Stopkontak	9
2.2.7	Fiting	10
2.2.8	Penghantar Instalasi	11
2.2.9	Kemampuan Hantar Arus.....	14
2.2.10	Warna Penghantar	16
2.2.11	Persyaratan Penghantar Instalasi.....	17
2.2.12	Pengaman Instalasi.....	18
2.2.13	Kapasitas Hubung Singkat	27
2.2.14	Pengujian Instalasi	27
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1	Objek Penelitian.....	30
3.2	Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Gedung TTSK	30
3.3	Model Penelitian	31
3.4	Peralatan Penelitian.....	32
3.4.1	<i>Earth Tester</i>	32
3.4.2	<i>Insulation Tester</i>	32
3.5	Diagram Alir Penelitian	33
3.6	Langkah Penelitian	34
BAB IV DATA DAN ANALISA		35
4.1	Persentase Kelayakan Tahanan Pentanahan (<i>Grounding</i>) pada Gedung TTSK.....	35
4.2	Persentase Kelayakan Tahanan Isolasi pada Gedung TTSK	38
4.3	Persentase Kelayakan Pengaman Listrik pada Panel.....	41
4.4	Persentase Kelayakan Penghantar Listrik pada Tiap Lantai.....	43
4.5	Perhitungan Tahanan Pentanahan pada Tiap Lantai.....	45
4.6	Analisa	47
4.6.1	Analisa Kelayakan Instalasi Listrik Gedung TTSK.....	49
4.6.2	Analisa Kelayakan Tahanan Pentanahan Gedung TTSK	49
4.6.3	Analisa Kelayakan Tahanan Isolasi Gedung TTSK	51
4.6.4	Analisa Kelayakan Pengaman Instalasi Listrik Gedung TTSK	52

4.6.5 Analisa Kelayakan Penampang Penghantar Listrik Gedung TTSK.....	52
BAB V PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sambungan kabel yang benar.....	8
Gambar 2. 2 Saklar.....	9
Gambar 2. 3 Stopkontak.....	9
Gambar 2. 4 Fiting Langit-Langit.....	10
Gambar 2. 5 Fiting Gantung.....	10
Gambar 2. 6 Fiting Kedap Air.....	11
Gambar 2. 7 Penandaan Kabel NYA.....	12
Gambar 2. 8 Penandaan Kabel NYM.....	12
Gambar 2. 9 Kabel NYY.....	13
Gambar 2. 10 Kabel NYFGbY.....	13
Gambar 2. 11 Kabel Tembaga Telanjang.....	14
Gambar 2. 12 MCB (Mini Circuit Breaker).....	19
Gambar 2. 13 MCCB (Moulded Case Circuit Breaker).....	20
Gambar 2. 14 ACB (Air Circuit Breaker).....	20
Gambar 2. 15 Cara Pemasangan Elektroda Pita.....	24
Gambar 2. 16 Elektroda Batang.....	25
Gambar 2. 17 Elektroda Pelat.....	26
Gambar 3. 1 Lokasi PT Phapros Tbk.....	30
Gambar 3. 2 Site Plan PT Phapros Tbk.....	31
Gambar 3. 3 Model Penelitian.....	31
Gambar 3. 4 Earth Tester [6].....	32
Gambar 3. 5 Insulation Tester [6].....	32
Gambar 3. 6 Flowchart.....	33
Gambar 4. 1 Presentase Kelayakan Instalasi Listrik.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 KHA terus menerus untuk kabel instalasi inti tunggal berinsulasi PVC (Sumber PUIL 2011 hal 621).....	15
Tabel 2. 2 KHA terus menerus untuk kabel tanah inti tunggal, berkonduktor tembaga, berinsulasi dan berselubung PVC.....	16
Tabel 2. 3 Peraturan Warna Penghantar.....	17
Tabel 2. 4 Standard PLN Ukuran Kabel dan MCB.....	19
Tabel 2. 5 Standard ACB	21
Tabel 2. 6 Resistansi Jenis Tanah	22
Tabel 2. 7 Ukuran Minimum Elektroda	22
Tabel 2. 8 Ukuran minimum biasa untuk elektrode bumi dari bahan.....	23
Tabel 2. 9 Nilai Minimum Tahanan Isolasi	28
Tabel 4. 1 Data Pentanahan (Grounding) Gedung TTSK.....	36
Tabel 4. 2 Data Tahanan Isolasi Gedung TTSK	39
Tabel 4. 3 Data Pengaman Gedung TTSK.....	42
Tabel 4. 4 Kelayakan Penampang Kabel Instalasi.....	43
Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran Tahanan Pentanahan	46
Tabel 4. 6 Data Hasil Penelitian.....	48

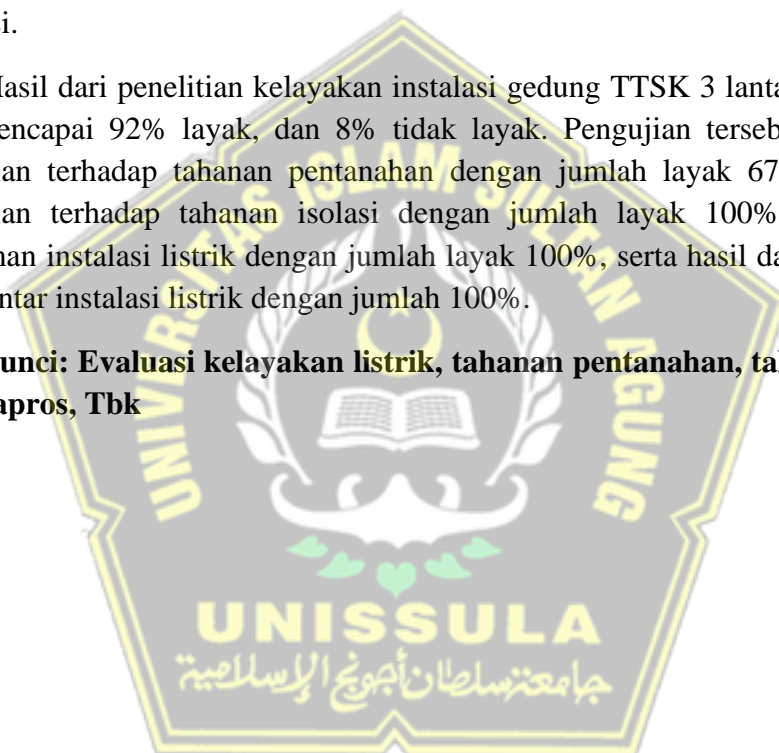
ABSTRAK

Saat ini kebutuhan akan listrik mengalami peningkatan. Tentunya instalasi listrik mengalami perubahan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Semakin menurunnya kualitas dan kuantitas instalasi listrik dapat mengakibatkan perubahan pada kualitas dan kuantitas kelayakan instalasi dan keselamatan pemakainya. Maka dari itu dilakukannya pengecekan dan evaluasi terhadap instalasi listrik.

Penelitian di gedung TTSK PT Phapros, Tbk menentukan kriteria yang telah ditentukan, antara lain: tahanan pentanahan, tahanan isolasi, pengaman, dan penampang penghantar. Setelah memenuhi kriteria lalu dilakukan pengujian instalasi.

Hasil dari penelitian kelayakan instalasi gedung TTSK 3 lantai PT Phapros, Tbk mencapai 92% layak, dan 8% tidak layak. Pengujian tersebut antara lain pengujian terhadap tahanan pentanahan dengan jumlah layak 67%. Dari hasil pengujian terhadap tahanan isolasi dengan jumlah layak 100%. Dilihat dari pengaman instalasi listrik dengan jumlah layak 100%, serta hasil dari penampang penghantar instalasi listrik dengan jumlah 100%.

Kata kunci: Evaluasi kelayakan listrik, tahanan pentanahan, tahanan isolasi, PT Phapros, Tbk



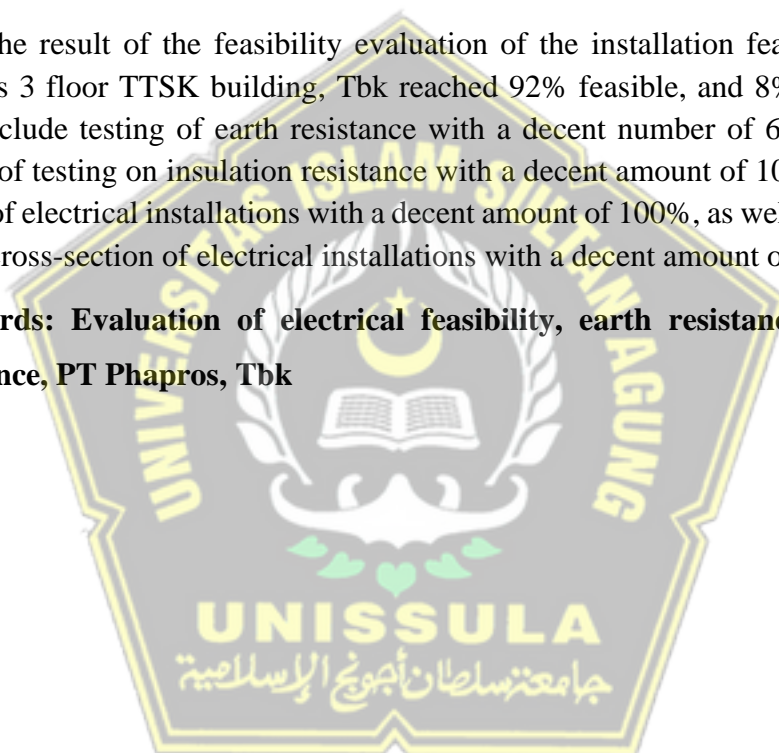
ABSTRACT

Nowadays, the electricity demand is increasing. Of course, electrical installation have changed both in terms of quality and quantity. The decrease in the quality of electrical installations and changes in the quantity of load points can result in changes in the quality and quantity of installation feasibility and safety of the wearer. Therefore, checking and evaluating electrical installations is carried out.

Research at the TTSK building of PT Phapros, Tbk determines predetermined criteria, including: earth resistance, insulation resistance, safety, and delivery cross-section. After meeting the criteria, installation testing is carried out.

The result of the feasibility evaluation of the installation feasibility of PT Phapros 3 floor TTSK building, Tbk reached 92% feasible, and 8% unfit. These tests include testing of earth resistance with a decent number of 67%. From the results of testing on insulation resistance with a decent amount of 100%. From the safety of electrical installations with a decent amount of 100%, as well as the results of the cross-section of electrical installations with a decent amount of 100%.

Keywords: Evaluation of electrical feasibility, earth resistance, insulation resistance, PT Phapros, Tbk



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik menjadi kebutuhan yang mendasar di berbagai aktivitas manusia. Tidak dapat dipungkiri bahwa listrik merupakan tenaga yang dibutuhkan manusia dalam segala hal yang mendukung aktivitas manusia.

Setiap manusia mengharapkan kenyamanan dan keselamatan dalam memanfaatkan listrik. Dalam penggunaannya, listrik memiliki risiko yang dapat membahayakan bagi peralatan maupun penggunanya apabila salah dalam pemakaiannya [1].

Saat ini kebutuhan akan listrik mengalami peningkatan. Tentunya instalasi listrik mengalami perubahan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Semakin menurunnya kualitas dan kuantitas instalasi listrik dapat mengakibatkan perubahan pada kualitas dan kuantitas kelayakan instalasi dan keselamatan pemakainya. Pada PT Phapros Tbk sering terjadi gangguan listrik. Hal ini sangat mengganggu dan tidak baik untuk mesin-mesin dalam memproduksi obat. Maka dari itu, dilakukannya pengecekan dan mengevaluasi kelayakan instalasi listrik pada gedung produksi maupun gedung non produksi.

Dalam dunia industri juga harus memperhatikan kualitas dan kuantitas dari instalasi. Salah satunya yaitu PT Phapros Tbk yang dimana perusahaan ini memproduksi obat-obatan bagi manusia. PT Phapros Tbk terletak di kota Semarang. Pada pengamatan di atas maka penulis mencoba mengambil judul “Evaluasi Kelayakan Instalasi Gedung TTSK 3 Lantai PT Phapros, Tbk Semarang”. Gedung TTSK singkatan dari “Tablet, Tablet Salut, Kapsul”. Gedung ini merupakan gedung yang memproduksi obat. Pada site plan PT Phapros, Tbk, gedung ini diberi tanda dengan huruf “H”. Gedung ini terletak dekat dengan gerbang masuk.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis mengambil rumusan masalah yaitu :

- 1) Bagaimana kelayakan tahanan pentanahan pada gedung TTSK?
- 2) Bagaimana kelayakan tahanan isolasi pada gedung TTSK?
- 3) Apakah hasil uji tahanan isolasi memenuhi standar?

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan riset permasalahan penelitian yang diangkat perlu dibatasi variabelnya. Oleh sebab itu, batasan-batasan masalahnya adalah :

- 1) Penelitian fokus membahas tahanan pentanahan, tahanan isolasi, dan komponen instalasi listrik
- 2) Penelitian fokus membahas tahanan isolasi dan komponen instalasi listrik pada panel-panel distribusi antara MDP dan SDP
- 3) Pembahasan tahanan pentanahan, tahanan isolasi, dan komponen hanya dilakukan pada gedung TTSK
- 4) Tidak membahas penerangan

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari laporan tugas akhir ini adalah :

- 1) Untuk mengetahui akibat jika tahanan pentanahan tinggi pada gedung TTSK.
- 2) Untuk mengetahui tahanan isolasi sesuai standard PUIL 2011 gedung TTSK.
- 3) Untuk mengetahui total beban maksimal gedung TTSK sebelum ada perubahan dan sesudah ada perubahan.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian pada tugas akhir ini yaitu :

- 1) Menambah ilmu, pengetahuan dan wawasan bagi peneliti maupun pembaca tentang kelayakan instalasi listrik gedung produksi.

- 2) Sumber informasi dan pembelajaran langsung bagi pengguna listrik tentang kelayakan instalasi listrik pada gedung TTSK.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membagi penyusunan tiap bab penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisikan tinjauan pustaka penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan, teori-teori yang berkaitan dengan penelitian. Adapun teori-teori tersebut meliputi instalasi listrik tegangan menengah, peraturan pengujian instalasi listrik, perlengkapan dalam instalasi listrik, tahanan isolasi, dan tahanan pentanahan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi metode penelitian yang digunakan, jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, penetapan objek penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA

Bab ini berisi pembahasan data dan analisa penelitian yang didapatkan dari hasil penelitian di lokasi dan pengolahan data yang diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Hasil dari data penelitian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai penutup tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian tentang evaluasi kelayakan instalasi listrik telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu, antara lain :

- a. Muhammad Syukron Habibi [2] dengan judul “Uji Kelayakan Instalasi Listrik Tegangan Rendah di Atas Umur 15 Tahun untuk Daya 450-900 VA di Wilayah Kerja KONSUIL Unit Blora”. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah analisa deskriptif presentasi agar dapat mengetahui kelayakan instalasi listrik ditentukan kriteria penilaian dengan standard PUIL 2000. Kemudian di presentasikan untuk mengetahui sejauh mana tingkat kelayakan pemakaian instalasi listrik diatas umur 15 tahun untuk daya 450-900 VA di wilayah kerja Konsuil Unit Blora. Hasil akhir dari metode ini adalah secara keseluruhan berjumlah 142 yang instalasinya dinyatakan layak atau sebesar 52,20% layak. Sebanyak 130 rumah kelayakan instalasinya dinyatakan tidak layak atau sebesar 47,8% tidak layak.
- b. “Studi Kelayakan Instalasi Penerangan Rumah di Atas Umur 15 Tahun Terhadap PUIL 2000 di Desa Pancur Kecamatan Pancur Kabupaten Rembang”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa data deskriptif untuk memberikan informasi tentang instalasi listrik penerangan rumah kepada pihak yang membutuhkan. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebanyak 25 rumah yang instalasi penerangannya dinyatakan layak atau sebesar 26% dinyatakan layak. Sebanyak 73 rumah yang instalasi penerangannya dinyatakan tidak layak atau sebesar 74% tidak layak [3].
- c. “Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tangga Dengan Pemakaian Lebih dari 10 Tahun di Kanagarin Nanggolo Kecamatan Koto XI Tarusan Kabupaten Pesisir Selatan”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan pemakaian instalasi listrik penerangan rumah tangga yang telah digunakan lebih dari 10 tahun. Terdapat empat parameter tinjauan seperti

tahanan isolasi, resistansi pentanahan, penampang penghantar pada beban titik nyala dan pengaman instalasi. Hasil akhir dari penelitian ini adalah persentase faktor kelayakan tahanan isolasi sebesar 100% resistansi pentanahan sebesar 62,66%, penampang penghantar 46,66% dan pengaman 100% [4].

- d. Penelitian yang dilakukan menyebutkan bahwa analisa luas penampang penghantar memenuhi standard kelayakan dengan nilai kurang dari $1,5 \text{ mm}^2$, tahanan isolasi memenuhi standard dengan nilai besar dari $0,1 \text{ M}\Omega$, resistansi pembumian tidak memenuhi standard kelayakan karena nilainya lebih besar dari 5Ω , serta pengaman (MCB) yang kondisi masih fisiknya masih dalam keadaan baik dan layak digunakan [5].
- e. “Evakuasi Kelayakan Instalasi Listrik Gedung B Politeknik Negeri Bengkalis”. Penelitian ini menggunakan obyek instalasi yang digunakan Mesin Perkakas dari Panel Utama hingga titik akhir beban terpasang. Hasil dari pengamatan lapangan dan data didapatkan bahwa kelayakan instalasi listrik gedung B mulai dari Panel Utama (MDP) hingga mesin perkakas adalah tidak layak dan tidak aman untuk digunakan dalam jangka panjang [6].

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Instalasi Listrik Tegangan Menengah

Hampir semua aktivitas manusia sudah menggunakan listrik sebagai penopang utama aktivitasnya. Secara umum, listrik adalah sumber energi yang disalurkan melalui penghantar [7].

Di Indonesia tegangan menengah berkisar 20 kV. Saluran 20 kV ini menelusuri jalan-jalan disuruh kota dan merupakan sistem distribusi primer. Bilamana transmisi tenaga listrik dilakukan dengan mempergunakan saluran-saluran udara dengan menara-menara transmisi, sistem distribusi primer di kota biasanya terdiri atas kabel-kebal tanah yang tertanam di tepi jalan.

2.2.2 Persyaratan Instalasi Listrik

Persyaratan instalasi listrik terdiri dari perancangan, pemasangan, pemeriksaan, dan pengujian.

1) Perancangan Instalasi Listrik

Rancangan instalasi listrik adalah gambar rancangan dan uraian teknik, yang digunakan sebagai panduan dalam pemasangan instalasi listrik. Rancangan instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, mudah dibaca dan mudah dipahami oleh para teknisi listrik. Rancangan instalasi listrik harus diikuti dengan ketentuan dan standard yang berlaku. Rancangan instalasi listrik terdiri dari gambar situasi, gambar instalasi, diagram garis tunggal, gambar rinci, tabel dan bahan instalasi, uraian teknis dan perkiraan biaya [8].

2) Pemasangan Instalasi Listrik

Pemasangan instalasi listrik harus memenuhi peraturan, sehingga instalasi listrik aman, mudah dioperasikan dan dipelihara.

Pemasangan instalasi listrik harus memenuhi syarat yaitu :

- 1) Pemasangan instalasi listrik harus mengacu dan memenuhi ketentuan persyaratan umum instalasi listrik (PUIL).
- 2) Bahan dan peralatan instalasi listrik harus memenuhi standard yang berlaku (SNI, LMK, SPLN, dll.).
- 3) Instalasi listrik (baru maupun penambahan dan rehabilitas), harus dikerjakan oleh instalatir yang profesional, yang memiliki tenaga ahli yang bersertifikat keahlian/kompetensi.

Pemasangan instalasi listrik harus dari tenaga yang ahli dibidang instalasi listrik dan instalasi berwenang. Tenaga ahli di Indonesia ini sering disebut Biro Teknik Listrik (BTL).

3) Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Listrik

Apabila pemasangan instalasi listrik telah selesai, pelaksana pekerjaan pemasangan instalasi listrik harus memberitahukan kepada instansi yang berwenang bahwa pekerjaan telah selesai dilaksanakan dengan baik, memenuhi

standard proteksi sebagaimana diatur dalam PUIL 2011 serta siap untuk diperiksa dan diuji. Hasil pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik harus dinyatakan secara tertulis oleh pemeriksa dan penguji yang ditugaskan. Instalasi listrik harus diperiksa dan diuji secara periodik sesuai ketentuan yang berlaku.

Untuk melakukan pengujian kelayakan instalasi listrik, rumus persentase yang digunakan :

$$\% = \frac{n}{N} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

- % : tingkat persentase kelayakan instalasi listrik
- n : jumlah instalasi listrik yang layak pakai
- N : jumlah seluruh instalasi listrik

2.2.3 Perlengkapan Instalasi Listrik

Setiap bagian perlengkapan listrik yang digunakan dalam instalasi listrik harus memenuhi PUIL dan standard yang berlaku. Komponen instalasi listrik yang akan dipasang pada instalasi listrik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a) Keandalan, menjamin kelangsungan kerja instalasi pada kondisi normal.
- b) Keamanan, komponen instalasi yang dipasang dapat menjamin keamanan sistem instalasi listrik.
- c) Kontinuitas, komponen dapat bekerja secara terus menerus pada kondisi normal.

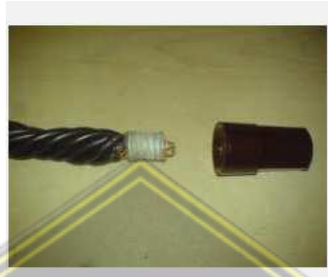
Penggunaan instalasi listrik yang tidak bersertifikat SNI, hal ini tidak sesuai dengan PUIL:

- a) Nama pembuat dan atau merek dagang.
- b) Daya, tegangan, dan atau arus pengenalan.
- c) Data teknis lain seperti diisyaratkan SNI.

2.2.4 Lasdop/Isolasi

Isolasi berguna untuk mencegah terjadinya hubung singkat. Lasdop digunakan untuk mengisolasi sambungan penghantar dalam kotak sambung dan

percabangan di atas plafon. Sambungan harus diberi isolasi yang memberikan jaminan yang sama dengan isolasi penghantar yang sama dengan isolasi penghantar yang disambungkan. Ujung-ujung penghantar yang akan disambungkan/disatukan harus dikupas terlebih dahulu dengan ukuran 2-3 cm kemudian diputar menjadi satu. Lasdop biasanya terbuat dari porselen atau bakelit [6].



Gambar 2. 1 Sambungan kabel yang benar

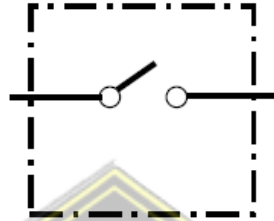
2.2.5 Saklar

Fungsi saklar untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik. Saat terjadi pemutusan dan penghubungan arus listrik kemungkinan ada busur api di antara kontak-kontaknya. Oleh karena itu, waktu yang diperlukan untuk pemutusan arus harus sangat pendek. Kecepatan waktu pemutusan ini sangat ditentukan oleh pegas yang dipasang oleh saklar.

Dalam pemasangan atau pengoperasiannya saklar harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain :

- a) Selungkup dari saklar harus tahan dari kerusakan mekanik dan tidak menyalurkan arus listrik.
- b) Kotak saklar pembagi kelompok dan pengaman arus kelompok harus dipasang pada dinding atau tembok $\pm 1,5$ m dari lantai.
- c) Kedudukan semua gagang saklar dan tombol saklar dalam suatu instalasi listrik harus seragam, misalnya akan menghubungkan jika gagangnya didorong ke atas atau tombolnya ditekan.
- d) Saklar untuk penerangan umum selalu didekatkan di dekat pintu, agar saklar dapat langsung dijangkau bila pintu dibuka.

Saklar tanam (*inbow*) adalah saklar yang ditanam dalam tembok. Dipasang sebelum *finishing* suatu rumah dan titik-titik pemasangan saklar tersebut sudah disiapkan pada proses pembangunan rumah tersebut. Sedangkan saklar tempel (*outbow*) adalah jenis saklar yang ditempatkan di luar, bisa dipakai untuk instalasi rumah kayu atau instalasi sementara [6].

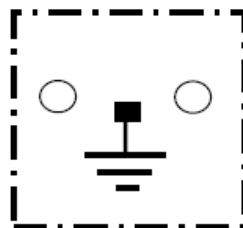


Gambar 2. 2 Saklar

2.2.6 Stopkontak

Stopkontak harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, tahan lembab dan secara mekanik cukup kuat. Stopkontak yang tidak terlindungi tidak boleh dibuat dari bahan yang mudah pecah. Stopkontak untuk kuat arus 16 A ke bawah pula tegangan rumah, boleh terbuat dari bahan isolasi yang tahan terhadap arus bocor.

Stopkontak tempat sumber arus listrik yang siap pakai. Berdasarkan bentuknya stopkontak dibedakan menjadi stopkontak biasa dan stop kontak khusus, sedangkan berdasarkan pemasangannya stopkontak dibedakan menjadi stopkontak yang ditanam dalam dinding dan stopkontak yang ditanam di permukaan dinding [6].



Gambar 2. 3 Stopkontak

2.2.7 Fiting

Fiting adalah tempat memasang bola lampu listrik. Menurut penggunaannya dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

1) Fiting Langit-langit

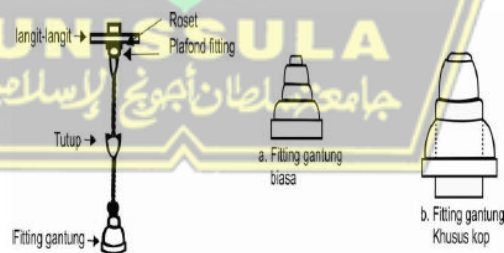
Pemasangan fitting langit-langit ditempelkan pada langit-langit (eternit) dan dilengkapi dengan roset. Roset diperlukan untuk penyekrupan fitting supaya kokoh kedudukannya pada langit-langit [6].



Gambar 2. 4 Fiting Langit-Langit

2) Fiting Gantung

Pada fitting gantung dilengkapi dengan tali senur yang berfungsi menahan bola lampu dan kap lampu. Konstruksi dari fitting gantung dapat dilihat pada Gambar 2.5 [6].

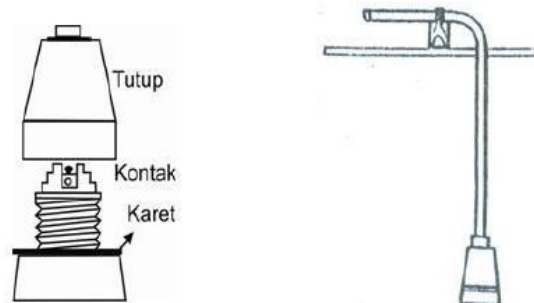


Gambar 2. 5 Fiting Gantung

3) Fiting Kedap Air

Fiting kedap air adalah fitting yang tahan terhadap resapan/rembesan air. Fiting ini biasanya dipasang di tempat lembab atau tempat yang mungkin bisa terkena air misalnya di kamar mandi. Konstruksi fitting ini terbuat dari porselen, dimana bagian kontakannya terbuat dari logam kuningan atau tembaga dan

bagian ulirnya dilengkapi dengan karet yang berbentuk cincin sebagai penahan air [6].



Gambar 2. 6 Fiting Kedap Air

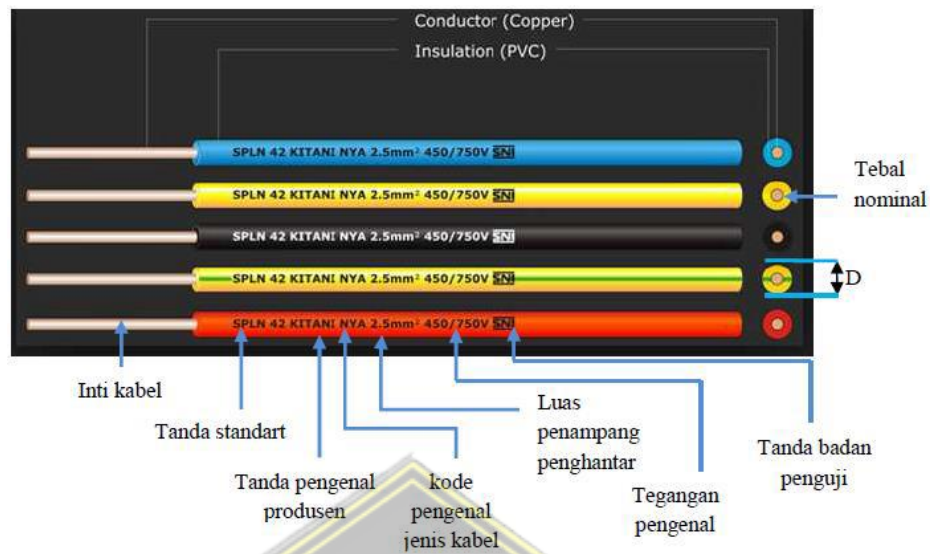
2.2.8 Penghantar Instalasi

Dalam pemasangan instalasi listrik, penghantar baik yang telanjang maupun berisolasi yang berfungsi menghantarkan arus listrik. Penghantar terdiri dari 2 jenis yaitu kabel dan kawat. Kabel adalah penghantar yang dilapisi dengan bahan isolasi (penghantar berisolasi). Kawat adalah penghantar tanpa dilapisi bahan isolasi (penghantar telanjang), contohnya BC, BCC, A2C, A3C, ACSR.

Kabel instalasi yang berinti tunggal berisolasi PVC (*Poly Vinyl Chloride*) tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi KHA (Kuat Hantar Arus) untuk masing-masing luas penampang nominal. Sehingga setiap penghantar yang dipasang dalam instalasi listrik harus terdapat tanda pengenal kabel sehingga memudahkan dalam pemasangan penghantar. Penghantar yang pada umumnya digunakan dalam instalasi adalah jenis kabel terselubung, antara lain :

1) Kabel NYA

Kabel NYA adalah penghantar dari tembaga yang berinti tunggal berbentuk pejal dan menggunakan isolasi PVC. Kabel NYA dipergunakan untuk di dalam ruangan yang kering, untuk instalasi tetap dalam pipa. Isolasi kabel NYA diberi warna hijau-kuning, biru, hitam, kuning, atau merah [9].

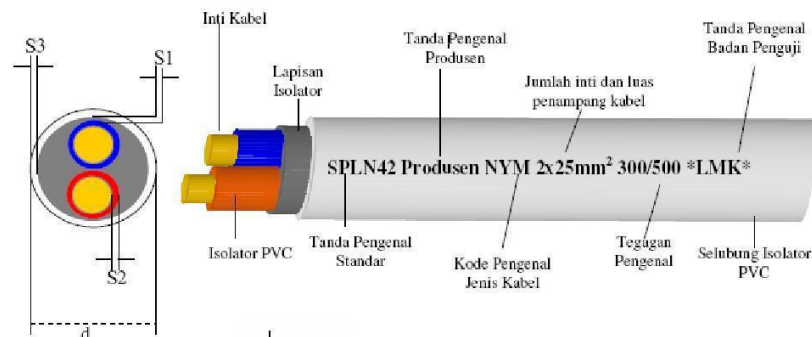


Gambar 2. 7 Penandaan Kabel NYA

2) Kabel NYM

Kabel NYM adalah penghantar dari tembaga berinti lebih dari satu, berisolasi PVC dan berselubung PVC. Keuntungan kabel instalasi berselubung dibandingkan dengan instalasi di dalam pipa antara lain lebih mudah di bengkokkan, lebih tahan terhadap pengaruh asam dan uap atau gas tajam.

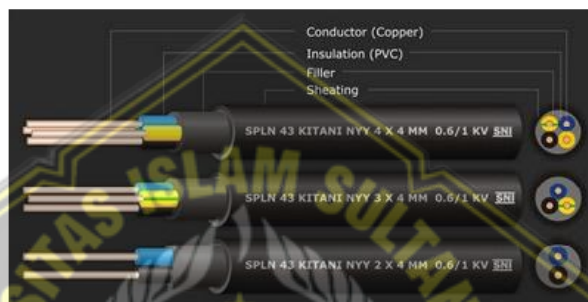
Kabel NYM dapat digunakan di atas dan di luar plesteran pada ruang kering dan lembab, serta di udara terbuka. Isolasi inti NYM harus diberi warna hijau-kuning, biru, merah, hitam atau kuning. Khusus warna hijau-kuning tersebut dimaksudkan untuk penghantar *grounding*. Sedangkan warna selubung luar kabel harus berwarna putih atau putih keabu-abuan [9].



Gambar 2. 8 Penandaan Kabel NYM

3) Kabel NYY

Kabel NYY untuk instalasi dalam tanah yang harus diberikan pelindung khusus (seperti : *duct*, pipa baja PVC atau besi baja). Instalasi kabel NYY bisa ditempatkan di luar atau di dalam bangunan, baik dalam kondisi basah/lembab maupun kering. Kabel NYY mempunyai selubung PVC warna hitam. Susunan kabel NYY sama dengan kabel NYM, hanya berbeda pada tebal isolasi dan selubung luarnya serta jenis kompon PVC yang digunakan. Selubung luar kabel NYY berwarna hitam [9].



Gambar 2. 9 Kabel NYY

4) Kabel NYFGbY

Kabel NYFGbY digunakan untuk sirkuit power distribusi, baik pada lokasi kering ataupun basah/lembab. Kabel NYFGbY berpelindung kawat dan pita baja yang di galvanisasi. Kabel NYFGbY dapat ditanam langsung dalam tanah tanpa pelindung tambahan [9].



Gambar 2. 10 Kabel NYFGbY

5) Kabel Tembaga Telanjang (BC)

Kabel BC digunakan untuk saluran distribusi udara yang direntangkan di antara tiang-tiang dan isolator-isolator. Kabel BC dapat juga digunakan untuk hantaran pentanahan (*grounding*) [8].



Gambar 2. 11 Kabel Tembaga Telanjang

2.2.9 Kemampuan Hantar Arus

Dalam istilah PUIL, besarnya kapasitas hantaran kabel disebut Kuat Hantar Arus (KHA). Besar kapasitas daya listrik dalam instalasi listrik berhubungan dari berapa besar langganan listrik dari PLN.

Arus listrik yang melebihi KHA dari suatu kabel akan menyebabkan kabel tersebut menjadi panas dan bila melebihi daya tahan isolasinya, dapat menyebabkan rusaknya isolasi. Kerusakan isolasi bisa menyebabkan kebocoran arus listrik dan berakibat fatal seperti tersetrum jika manusia tersentuh/menyentuhnya atau bisa menyebabkan terjadinya kebakaran.

Faktor lain dalam pemilihan dengan KHA adalah mengenai peningkatan kebutuhan daya listrik dimasa depan. Bila dalam beberapa tahun ke depan ternyata ada penambahan daya listrik langganan PLN, tentu lebih baik sedari awal dipersiapkan kabel dengan ukuran yang sedikit lebih besar untuk mengakomodasi peningkatan kebutuhan daya listrik sehingga menghindari pekerjaan penggantian kabel. Tetapi perlu diperhatikan juga bila umur kabel ternyata sudah melewati 10 tahun. Pemeriksaan kondisi kabel sebaiknya dilakukan dengan teliti untuk memastikan kabel masih dalam kondisi baik atau perlu diganti.

PUIL 2011 memberikan ketentuan mengenai besarnya diameter dari penghantar kabel dan maksimum KHA terus menerus yang diperbolehkan pada kabel tipe NYA, NYM, dan NYY.

$$- \text{ Untuk arus bolak balik satu fasa : } I_n = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$- \text{ Untuk arus bolak balik tiga fasa : } I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$- \text{ KHA} = 125\% \times I_n \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

I : Arus nominal beban penuh (A)

P : Daya aktif (W)

V : Tegangan (V)

$\cos \phi$: Faktor daya

Tabel 2. 1 KHA terus menerus untuk kabel instalasi inti tunggal berinsulasi PVC (Sumber PUIL 2011 hal 621)

Jenis Konduktor	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus		KHA pengenal gawat protekal	
		Pemasangan dalam kondukt ⁽⁴⁾ sesuai 7.13	Pemasangan di udara ⁽²⁾⁽³⁾ sesuai 7.12.1	Pemasangan dalam kondukt	Pemasangan di udara
1	2	3	4	5	6
	0,5	2,5	-	2	-
	0,75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1,5	15	24	10	20
	2,5	20	32	15	25
NYFA					
NYFAF	4	25	42	20	35
NYFAZ	6	33	54	25	50
NYFAD	10	45	73	35	63
NYA					
NYAF					
	16	61	98	50	80
NYFAw	25	83	129	63	100
NYFAFw	35	103	158	80	125
NYFAZw					
NYFADw	50	132	198	100	160
dan NYL	70	165	245	125	200
	95	197	292	160	250
	120	235	344	250	315
	150	-	391	-	315
	185	-	448	-	400
	240	-	528,5	-	400
	300	-	608	-	500
	400	-	726	-	630
	500	-	830	-	630

Tabel 2. 2 KHA terus menerus untuk kabel tanah inti tunggal, berkonduktor tembaga, berinsulasi dan berselubung PVC

Jenis kabel	Luas penampang mm ²	KHA terus menerus					
		Inti tunggal		2-inti		3-inti dan 4-inti	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A	A	A
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
	6	90	58	68	48	56	43
NY	10	122	79	92	66	75	60
NYBY	16	160	105	121	89	98	80
NYFGbY							
NYRbY	25	206	140	153	118	128	106
NYCY	35	249	174	187	145	157	131
NYCWY	50	296	212	222	176	185	159
NYSY							
NYCEY	70	365	269	272	224	228	202
NYSEY	95	438	331	328	271	275	244
NYHSY	120	499	386	375	314	313	282
NYKY							
NYKBY	150	561	442	419	361	353	324
NYKFGbY	185	637	511	475	412	399	371
NYKRGbY	240	743	612	550	484	464	436
	300	843	707	525	590	524	481
	400	986	859	605	710	600	560
	500	1125	1000	-	-	-	-

2.2.10 Warna Penghantar

Peraturan warna selubung penghantar dan isolasi inti penghantar harus diperhatikan pada saat pemasangan. Hal tersebut sangat diperlukan untuk mendapatkan kesatuan pengertian mengenai penggunaan warna yang digunakan untuk mengenal penghantar guna keseragaman dan mempertinggi keamanan. Pada PUIL 2000 dan PUIL 2011 terdapat perbedaan pada peraturan warna penghantar.

Tabel 2. 3 Peraturan Warna Penghantar

PENGHANTAR	PUIL 2011	PUIL 2000
Fasa 1 (L1/R)	HITAM	MERAH
Fasa 2 (L2/S)	COKLAT	KUNING
Fasa 3 (L3/T)	ABU-ABU	HITAM
NETRAL (N)	BIRU	BIRU
Pembumian (PE)	Hijau-Kuning	Hijau-Kuning

Pada SNI 6629.1:2011, : “Kabel berinsulasi PVC dengan voltase pengenal sampai dengan 450/750 V – Bagian 1 : Persyaratan Umum”, maka warna konduktor lin adalah Hitam, Coklat, Abu-Abu. Konduktor proteksi harus berwarna loreng hijau-kuning, konduktor netral harus berwarna biru. (Bagian 5-52 PUIL 2011) [10].

2.2.11 Persyaratan Penghantar Instalasi

Semua penghantar yang digunakan harus dibuat dari bahan yang memenuhi syarat, sesuai dengan tujuan penggunaannya. Penghantar harus diperiksa dan diuji menurut standard penghantar yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang.

1) Besar Penampang Penghantar

Penghantar untuk pemasangan tetap harus dari bahan tembaga dengan ukuran penampang penghantar dinyatakan dalam ukuran luar penampang penghantar intinya dan satuannya dinyatakan dalam mm².

2) Identifikasi Warna Penghantar

Identifikasi warna penghantar bertujuan untuk mendapatkan kesatuan pengertian mengenai penggunaan suatu warna atau warna loreng yang digunakan untuk mengenal penghantar, guna keseragaman dan mempertinggi keamanan.

- a) Warna loreng hijau-kuning hanya boleh digunakan untuk menandai penghantar pembumian, penghantar pengaman, dan penghantar yang menghubungkan ikatan potensi ke bumi.

- b) Warna biru digunakan untuk menandai penghantar netral. Untuk menghindari kesalahan, warna biru tidak boleh digunakan untuk menandai penghantar lainnya. Warna biru tidak boleh digunakan untuk menandai penghantar pembumian.
- c) Warna-warna hitam, kuning dan merah digunakan untuk menandai penghantar fase.

3) Tahanan Isolasi Kabel

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

2.2.12 Pengaman Instalasi

Pengaman instalasi untuk menjaga agar tidak terjadi kerusakan pada instalasi listrik yang diakibatkan oleh hubung singkat dan beban lebih. Pengaman instalasi yang biasa digunakan pada instalasi tegangan menengah adalah MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*), yang dapat memutuskan arus pada suatu rangkaian apabila terjadi gangguan hubung singkat dan beban lebih. Pada jenis tertentu, MCCB mempunyai kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Apabila pengaman instalasi listrik tidak dipasang dalam suatu instalasi listrik maka apabila terjadi gangguan hubung singkat, dapat menimbulkan bahaya kebakaran. Oleh karena itu pengaman instalasi sangat penting bagi instalasi listrik.

Untuk menjaga agar tidak terjadi kerusakan dan bahaya pada instalasi listrik, maka perlu digunakan pengaman instalasi. Pengaman yang digunakan pada instalasi listrik yaitu :

1) MCB (*Mini Circuit Breaker*)

MCB dalam kerjanya membatasi arus lebih menggunakan gerakan dwilogam untuk memutuskan rangkaian. Dwilogam ini akan bekerja dari panas yang diterima oleh karena energi listrik yang timbul. MCB berfungsi mengamankan peralatan dan instalasi listrik saat terjadi hubung singkat dan membatasi kenaikan arus karena kenaikan beban.

MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman 1 fase, sedangkan untuk pengaman 3 fase memiliki tiga kutub dengan tuas yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub yang lainnya juga ikut terputus [8].



Gambar 2. 12 MCB (*Mini Circuit Breaker*)

Tabel 2. 4 Standard PLN Ukuran Kabel dan MCB

Standard PLN, Ukuran Kabel Minimal vs Ampere
 SPLN - Standar PLN
 AKLI (Asosiasi Kontraktor Listrik dan Mekanikal Indonesia)
 Note : ukuran cross section kabel size dalam ϕ mm (jarak) atau mm^2 (area) ?

No	Daya (VA)	MCB (Ampere)
1	450	2
2	900	4
3	1,300	6
4	2,200	10
5	3,500	16
6	4,400	20
7	5,500	25
8	7,700	35
9	11,000	50
10	6,600	3 x 10
11	10,600	3 x 16
12	13,200	3 x 20
13	16,500	3 x 25
14	23,000	3 x 35
15	33,000	3 x 50
16	41,500	3 x 63
17	53,000	3 x 82
18	66,000	3 x 100
19	82,500	3 x 125
20	105,000	3 x 160
21	131,000	3 x 200
22	171,000	3 x 250
23	197,000	3 x 300
24	329,000	3 x 500
25	414,000	3 x 630

Pada tabel 2.4 merupakan standard PLN untuk ukuran batas ukur MCB 1 fasa dan 3 fasa.

2) MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)

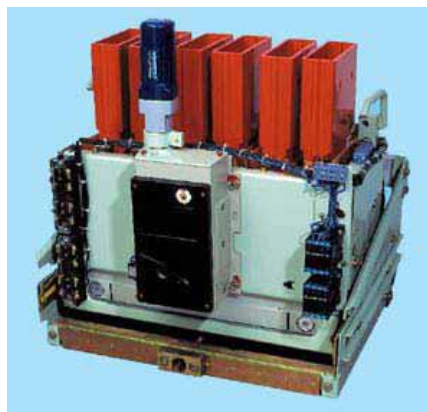
MCCB adalah pengaman yang digunakan sebagai pemutus arus rangkaian. MCCB mempunyai unit trip yang dapat diatur I_r (pengaman terhadap arus lebih) dan I_m (pengaman terhadap arus *short circuit*). MCCB memiliki arus nominal hingga 3200 A dan kapasitas pemutusan *short circuit* hingga 150 kA pada jaringan tegangan rendah [8].



Gambar 2. 13 MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)

3) ACB (*Air Circuit Breaker*)

ACB adalah pengaman yang digunakan sebagai pemutus arus rangkaian, baik arus nominal maupun arus gangguan. ACB sama dengan MCCB tetapi mediana menggunakan udara. *Rating* pengaman yang dipakai diketahui dari arus nominal yang melalui saluran tersebut kemudian disesuaikan dengan *rating* dari ACB [8].



Gambar 2. 14 ACB (*Air Circuit Breaker*)

Tabel 2. 5 Standard ACB

Air circuit breakers			Oil circuit breakers		
kV	Amperes	Microhms	kV	Amperes	Microhms
5-15	600	100	7.2-15	600	300
	1200	50		1200	150
	2000	50		2000	75
		4000		40	
			23-24	All	500
			46	All	700
			69	600	500
				1200	500
				2000	100
			115-230	All	800

4) Pembumian (*Grounding*)

Pembumian adalah salah satu sistem proteksi berupa alat pengaman listrik yang berfungsi menjaga keselamatan jiwa manusia terhadap bahaya tegangan sentuh. Tegangan sentuh adalah tegangan yang timbul selama gangguan isolasi antara dua bagian yang dapat terjangkau secara serempak. Jika terjadi kerusakan isolasi pada instalasi yang bertegangan, maka bahaya tegangan sentuh dapat dihindari, karena arus terus mengalir menuju tanah melalui sistem pembumian (*grounding*).

Bagian-bagian dari peralatan listrik harus ditanahkan untuk membatasi tegangan sentuh, sehingga menghindarkan bahaya terhadap manusia. Pentanahan *body* sistim bertujuan untuk memperkecil terjadinya tegangan sentuh. Untuk menentukan R tanah dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \left(\frac{4L}{A} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

R = Tahanan pentanahan untuk elektroda batang (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ω/m)

L = Panjang elektroda (cm)

A = Diameter elektroda (cm)

Salah satu yang menentukan besarnya hambatan pentanahan adalah hambatan jenis tanahnya. Semakin kecil hambatan tanah, maka hambatan sistem pentanahan akan semakin kecil. Berdasarkan PUIL 2011 3.18.2.5.1

nilai resistansi jenis tanah sangat berbeda-beda bergantung pada jenis tanah. Ditunjukkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Resistansi Jenis Tanah

1	2	3	4	5	6	7
Jenis Tanah	Tanah Rawa	Tanah Liat & Tanah Ladang	Pasir Basah	Kerikil Basah	Pasir dan Kerikil Kering	Tanah Berbatu
Resistans Jenis (Ω -m)	30	100	200	500	1000	3000

Pada sistem pembumian terdiri dari komponen sebagai berikut :

a) Elektroda Pembumian

Elektroda adalah penghantar yang ditanam ke tanah dan membuat kontak langsung dengan bumi. Ukuran minimum elektroda dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Ukuran Minimum Elektroda

Jenis Elektroda	Bahan		
	Baja Berlapis Seng	Baja Berlapis Tembaga	Tembaga
Elektroda Pita	-pita baja 100 mm ² , tebal 3 mm -hantaran pilin 95 mm ²	50 mm ²	-pita tembaga 50 mm ² , tebal 2 mm -hantaran pilin 35 mm ²
Elektroda Batang	-pipa baja 1" -baja profil L 65×65×7 U 6½ T 6×50×3	Baja ϕ 15 mm dilapisi tembaga 2,5 mm	
Elektroda Pelat	Pelat besi tebal 3 mm, luas 0,5 – 1 m ²		Pelat tembaga tebal 2 mm, luas 0,5 – 1 m ²

Tabel 2. 8 Ukuran minimum biasa untuk elektrode bumi dari bahan

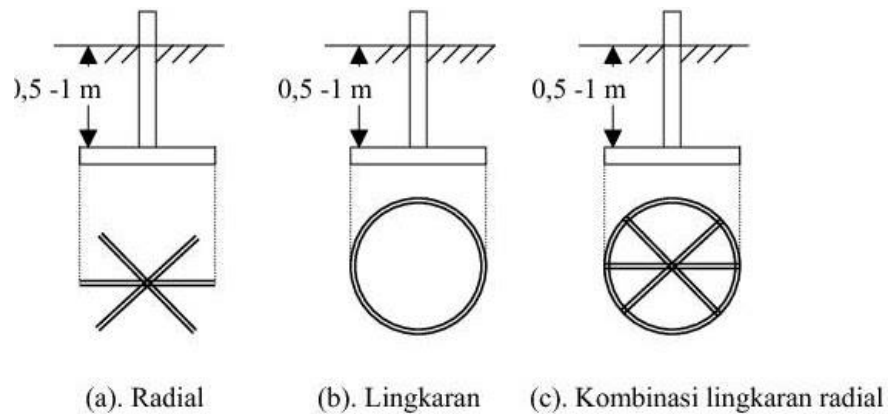
Bahan	Permukaan	Bentuk	Ukuran minimum					
			Diameter mm	Luas penampang mm ²	Tebal mm	Tebal lapisan/ selubung		
						Nilai Individu μm	Nilai rerata μm	
Baja	Galvanis celup panas ^a atau Tahan karat ^{a,b}	Pita ^c		90	3	63	70	
		Profil		90	3	63	70	
		Batang bulat untuk elektrode bumi	16			63	70	
		Kawat bulat untuk elektrode permukaan	10				50 ^e	
		Pipa Pelat	25	0,5 m ² hingga 1 m ²	2 3	47	55	
	Disalut tembaga (copper-sheathed)	Batang bundar untuk elektrode dalam	15			2 000		
	Disepuh tembaga	Batang bundar untuk elektrode dalam	14			90	100	
	Tembaga	Poles ^d	Strip		50	2		
			Kawat bulat untuk elektrode permukaan		25			
			Konduktor pilin	1,8 untuk serat kawat individual	25			
Pipa Pelat			20	0,5 m ² hingga 1 m ²	2 1,5			
Bertapis timah putih		Konduktor pilin	1,8 untuk pilinan kawat individual	25		1	5	
		Pita ^e		50	2	20	40	
^a Dapat juga digunakan untuk elektrode yang tertanam dalam beton. ^b Tanpa pelapisan. ^c Sebagai strip gulungan atau strip tipis dengan sudut dibulatkan. ^d Strip dengan sisi dibulatkan. ^e Dalam hal pelapisan celup kontinu, saat ini hanya setebal 50 μm yang sebar teknis dapat dilakukan. ^f Jika pengalaman menunjukkan bahwa risiko korosi dan kerusakan mekanis sangat rendah, dapat digunakan 16 mm ² ^g Semua elektrode bumi dianggap sebagai elektrode permukaan jika dipasang pada kedalaman tidak melebihi 0,5 m								

b) Jenis Elektroda

1. Elektroda Pita

PUIL 2011 3.28.2.2.1 mengatakan “Elektroda pita adalah elektroda yang dibuat dari penghantar berbentuk pita atau berpenampang bulat yang ditanam secara dangkal. Elektroda ini dapat ditanam sebagai pita lurus, radial, melingkar, jala-jala atau kombinasi dari bentuk tersebut.

Pada gambar 2.17, yang ditanam sejajar permukaan tanah dengan dalam antara 0,5-1 m” [10].



Gambar 2. 15 Cara Pemasangan Elektroda Pita

PUIL 2011 3.18.2.6.3 mengatakan “Jika keadaan tanah mengizinkan, elektroda pita harus ditanam sedalam 0,5 sampai 1 meter. Pengaruh kelembaban lapisan tanah terhadap resistans pembumian agar diperhatikan. Panjang elektrode bumi agar disesuaikan dengan resistans pembumian yang dibutuhkan. Resistans pembumian elektrode pita sebagian besar tergantung pada panjang elektrode tersebut dan sedikit tergantung pada luas penampangnya.

CATATAN :

Elektrode pita radial harus disusun simetris. Sudut antara jari-jarinya tidak perlu kurang dari 60°. Susunan lebih dari enam jari-jari pada umumnya tidak mengurangi resistans pembumian secara berarti, karena pengaruh timbal balik dari jari-jari yang berdekatan.” [10]

$$R_G = R_W = \frac{\rho}{\pi L_W} \left[\ln \left(\frac{2L_W}{\sqrt{d_w Z_W}} \right) + \frac{1,4L_W}{\sqrt{A_W}} - 5,6 \right] \dots \dots \dots (2.6)$$

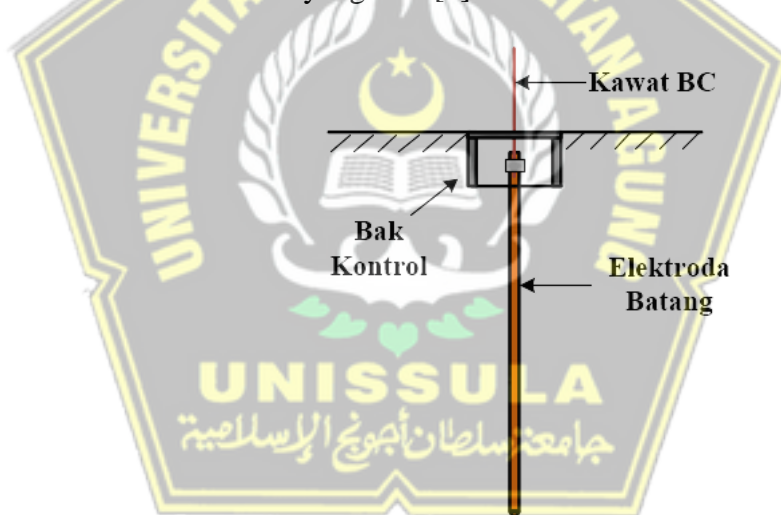
Dengan :

- R_w = Tahanan dengan kisi-kisi (grid) kawat (Ω)
- P = Tahanan jenis tanah (Ωm)
- L_w = Panjang total grid kawat (m)
- d_w = diameter kawat (m)
- A_w = luasan yang dicakup oleh grid (m²)
- Z_w = kedalaman penanaman (m)

2. Elektroda Batang

Elektroda batang adalah elektroda dari pipa besi, baja profil, atau batang logam lainnya yang ditanam ke dalam tanah. Elektroda batang dimasukkan tegak lurus ke dalam tanah dan panjangnya disesuaikan dengan resistan pembedaan yang diperlukan. Resistans pembedaannya sebagian besar tergantung pada panjangnya dan sedikit bergantung pada ukuran penampangnya. Jika beberapa elektroda diperlukan untuk memperoleh resistans pembedaan yang rendah, jarak antara elektroda tersebut minimum harus dua kali panjangnya.

Secara teknis, elektroda batang mudah pemasangannya, tinggal mencanangkannya ke dalam tanah. Di samping itu elektroda ini tidak memerlukan lahan yang luas [8].



Gambar 2. 16 Elektroda Batang

$$R_G = R_R = \frac{\rho}{2\pi L_R} \left[\ln \left(\frac{4L_R}{A_R} \right) - 1 \right] \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan :

R_G = Tahanan pentanahan (Ω)

R_R = Tahanan pentanahan untuk batang tunggal (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)

L_R = Panjang elektroda (m)

A_R = diameter elektroda (m)

3. Elektroda Pelat

Elektroda pelat adalah elektroda yang terbuat dari bahan logam utuh atau berlubang. Pada PUIL 2011 3.18.2.6.5 mengatakan “Elektroda pelat ditanam tegak lurus dalam tanah, ukurannya disesuaikan dengan resistans pembumian yang diperlukan, dan pada umumnya cukup menggunakan pelat berukuran 1×0,5 m. Sisi atas plat harus terletak minimum 1 m di bawah permukaan tanah. Jika diperlukan beberapa pelat logam untuk memperoleh resistans pembumian yang lebih rendah, maka jarak antara pelat logam dipasang paralel dianjurkan minimum 3 m. Untuk memperoleh resistans pembumian yang sama, elektrode pelat memerlukan bahan yang lebih banyak jika dibandingkan dengan elektrode pita atau batang.”. Pada gambar 2.19 merupakan contoh dari elektroda pelat. [10]



Gambar 2. 17 Elektroda Pelat

$$R_G = R_P = \frac{\rho}{2\pi L_P} \left[\ln \left(\frac{8W_P}{0,5W_P + T_P} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan :

- R_G = Tahanan pentanahan (Ω)
- R_P = Tahanan pentanahan pelat (Ω)
- ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)
- L_P = Panjang pelat (m)
- T_P = Tebal pelat (m)

2.2.13 Kapasitas Hubung Singkat

Hubung singkat atau *short circuit* menurut IEC 60909 adalah hubungan konduksi sengaja atau tidak sengaja melalui hambatan atau impedansi yang cukup rendah antara dua atau lebih titik yang dalam keadaan normalnya mempunyai beda potensial.

Rumus :

$$I_{SC} = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3}Z} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

I_{SC} = arus hubung singkat (A)

V_{LL} = tegangan *line to line* (V)

Z = impedansi $\sqrt{(R)^2 + (X_L)^2}$ (Ω)

2.2.14 Pengujian Instalasi

1) Mengukur Tahanan/Resistansi Isolasi

Pengukuran tahanan isolasi yang mana pengoperasiannya pada waktu perlengkapan rangkaian listrik tidak bekerja atau tidak dialiri arus listrik. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur resistansi isolasi kabel penghantar dan mendeteksi terjadinya kebocoran isolasi. Pengukuran ini dilakukan agar dapat mengetahui potensi **hubung pendek** (*short circuit*) yang timbul pada instalasi dengan praktis dan cepat. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah insulation tester. Alat ini biasanya disebut dengan megger (mega ohm meter). Pada instalasi listrik tegangan menengah digunakan tegangan 1000-5000 V.

Tabel 2. 9 Nilai Minimum Tahanan Isolasi

Voltase sirkit nominal V	Voltase uji a s V	Resistans insulasi MΩ
SELV dan PELV	250	≥ 0,5
Sampai dengan 500 V, termasuk FELV	500	≥ 1,0
Di atas 500 V	1000	≥ 1,0

Tabel 2.9 yang mengacu pada PUIL 2011 61.3.3 “Resistans insulasi, yang diukur dengan voltase uji yang tercantum dalam Tabel 2.7 adalah memenuhi bila setiap sirkit, dengan peranti didiskoneksi, mempunyai resistans insulasi tidak kurang dari nilai yang sesuai yang tercantum dalam Tabel 2.7. Tabel 2.7 harus diterapkan untuk verifikasi resistans insulasi antara konduktor proteksi tak dibumikan dan bumi. Bila gawai proteksi surja (GPS) atau perlengkapan lain mungkin akan mempengaruhi uji verifikasi, atau akan rusak, maka perlengkapan demikian harus didiskoneksi sebelum melakukan uji resistans insulasi. Bila tidak dapat dipraktikkan untuk mendiskoneksi perlengkapan tersebut (yaitu dalam hal kotak kontak dilengkapi GPS), maka voltase uji untuk sirkit khusus tersebut dapat dikurangi hingga 250 V, tetapi resistans insulasi harus mempunyai nilai paling sedikit 1 MΩ.

CATATAN 1 Untuk keperluan pengukuran, konduktor netral didiskoneksi dari konduktor proteksi.

CATATAN 2 Dalam lokasi yang dapat terkena bahaya kebakaran, sebaiknya diterapkan pengukuran resistans insulasi antara konduktor aktif. Dalam praktik, mungkin diperlukan untuk melakukan pengukuran ini selama pemasangan instalasi sebelum menghubungkan perlengkapan.

CATATAN 3 Nilai resistans insulasi biasanya jauh lebih tinggi dari yang terdapat dalam Tabel 2.7. Bila nilai tersebut memperlihatkan perbedaan yang jelas, investigasi lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi penyebabnya.”

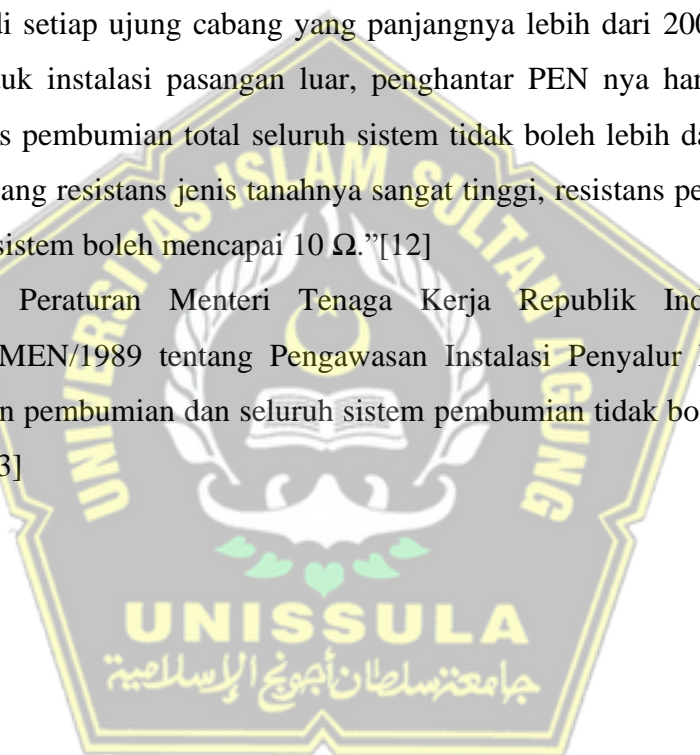
[10]

2) Mengukur Tahanan/Resistansi Pembumian

Tahanan pembumian tidak hanya tergantung pada kedalaman dan luas permukaan elektroda, tetapi juga pada tahanan jenis tanah. Tahanan jenis tanah adalah salah satu faktor yang menentukan tahanan elektroda dan pada keamanan berapa pasak harus ditanam agar diperoleh tahanan yang rendah [11].

Pada PUIL 2000 3.13.2.10 dikatakan bahwa “Pada jaringan saluran udara, selain di sumber dan di konsumen, penghantar PEN harus dibumikan paling sedikit di setiap ujung cabang yang panjangnya lebih dari 200 m. Demikian pula untuk instalasi pasangan luar, penghantar PEN nya harus dibumikan. Resistans pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5 Ω . Untuk daerah yang resistans jenis tanahnya sangat tinggi, resistans pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10 Ω .”[12]

Pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No : PER.02/MEN/1989 tentang Pengawasan Instalasi Penyalur Petir Pasal 54 “Tahanan pembumian dan seluruh sistem pembumian tidak boleh lebih dan 5 ohm.”[13]



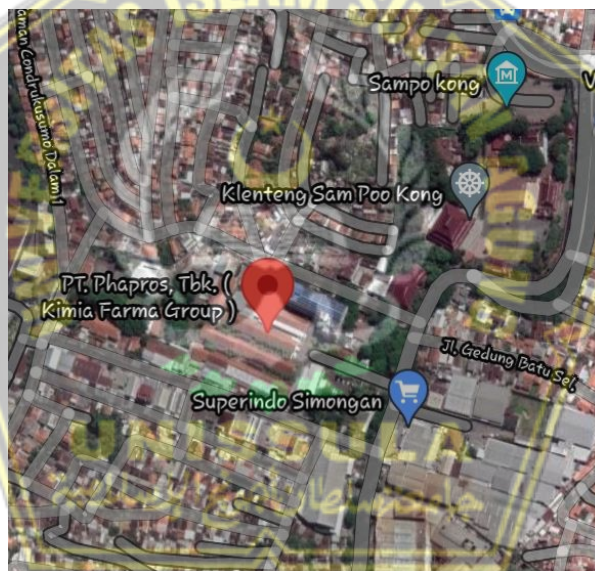
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi tentang metode yang dipakai dalam melakukan penelitian. Pada penelitian tugas akhir ini, metode penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

3.1 Objek Penelitian

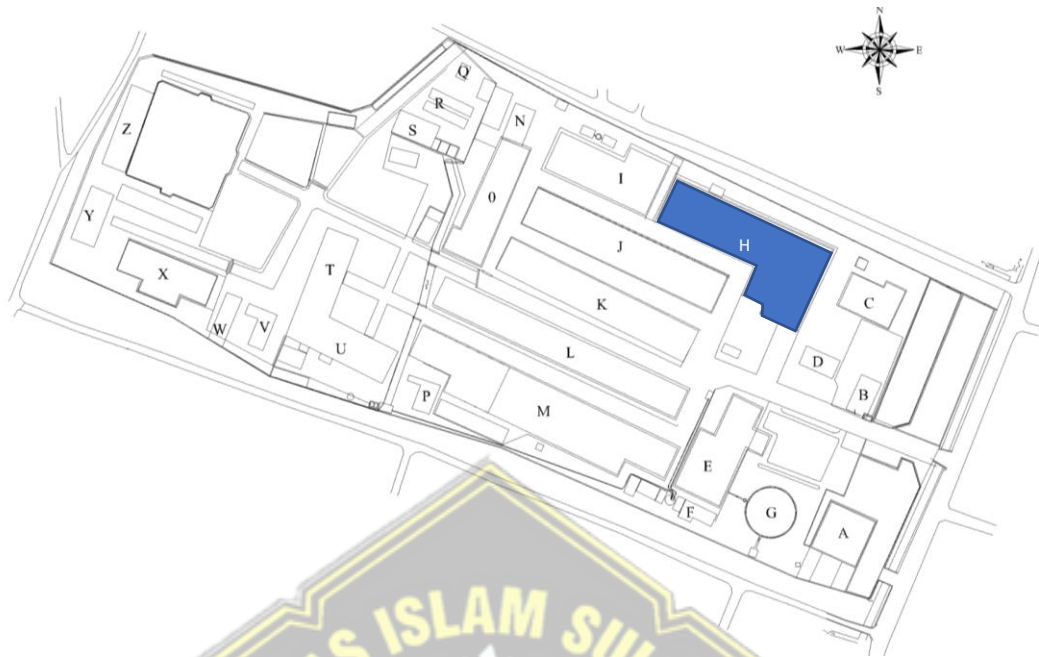
Objek penelitian yang dilaksanakan berada di PT Phapros Tbk yang berlokasi di Jl. Simongan No. 131, Bongsari, Kec. Semarang Barat, Kota Semarang, Jawa Tengah. Gambar 3.1 menunjukkan lokasi PT Phapros Tbk yang dapat dilihat melalui aplikasi Google Map.



Gambar 3. 1 Lokasi PT Phapros Tbk

3.2 Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Gedung TTSK

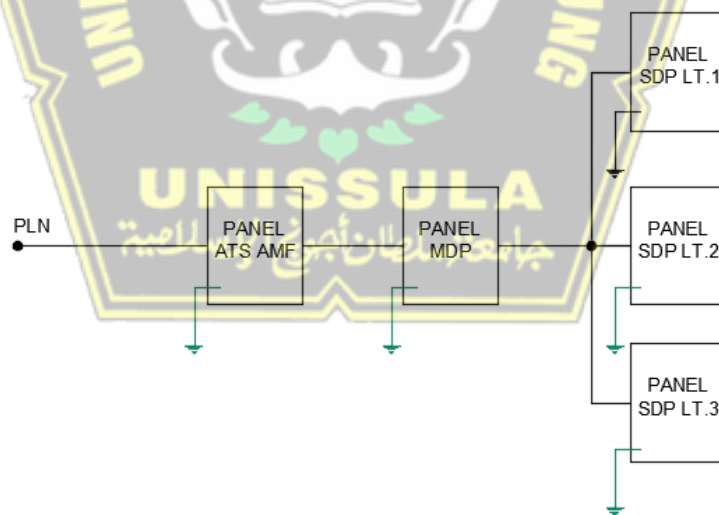
Langkah pertama pada mengevaluasi kelayakan instalasi listrik adalah menentukan gedung yang akan dievaluasi. Pada penelitian ini akan mengevaluasi instalasi listrik pada gedung TTSK dengan ditunjukkan huruf “H”. Gedung H atau gedung TTSK memiliki luas m^2 ($66,6 m \times 34,33 m$) yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Site Plan PT Phapros Tbk

3.3 Model Penelitian

Model yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Model Penelitian

Pada gambar 3.3 dapat dilihat bahwa pada sambungan dari PLN masuk ke panel ATS AMF. Lalu masuk ke panel MDP (*Main Distribution Panel*), dan yang terakhir masuk ke panel SDP pada setiap lantai yang di dalamnya terdiri dari MCB yang kemudian terbagi menjadi tiga kabel yaitu fase, netral, dan tanah. Kabel tanah

dihubungkan dengan elektroda pbumian, dan selanjutnya masuk ke instalasi gedung/bangunan yang kemudian dibagi ke perlengkapan lainnya. Daya gedung TTSK sebelum ada perubahan sebesar 4835 kW, dan setelah ada perubahan sebesar 7391 kW.

3.4 Peralatan Penelitian

3.4.1 *Earth Tester*

Earth tester adalah alat uji yang dapat mengukur nilai tahanan pbumian/pentanaha. Dari nilai hasil pengukuran akan menunjukkan bagus tidaknya suatu pbumian. Sebelum digunakan *earth tester* harus dinormalkan terlebih dahulu, dengan menempatkan jarum penunjuk pada posisi nol melalui pengaturnya. Lalu menentukan skala pembacaan yang akan digunakan, setelah itu *earth tester* siap untuk digunakan. Adapun pengukuran tahanan pbumian pada alat cara pengukuran ada 2 macam yaitu :

- 1) Pengukuran Metode 3 Kutub
- 2) Pengukuran Metode 2 Kutub



Gambar 3. 4 *Earth Tester* [6]

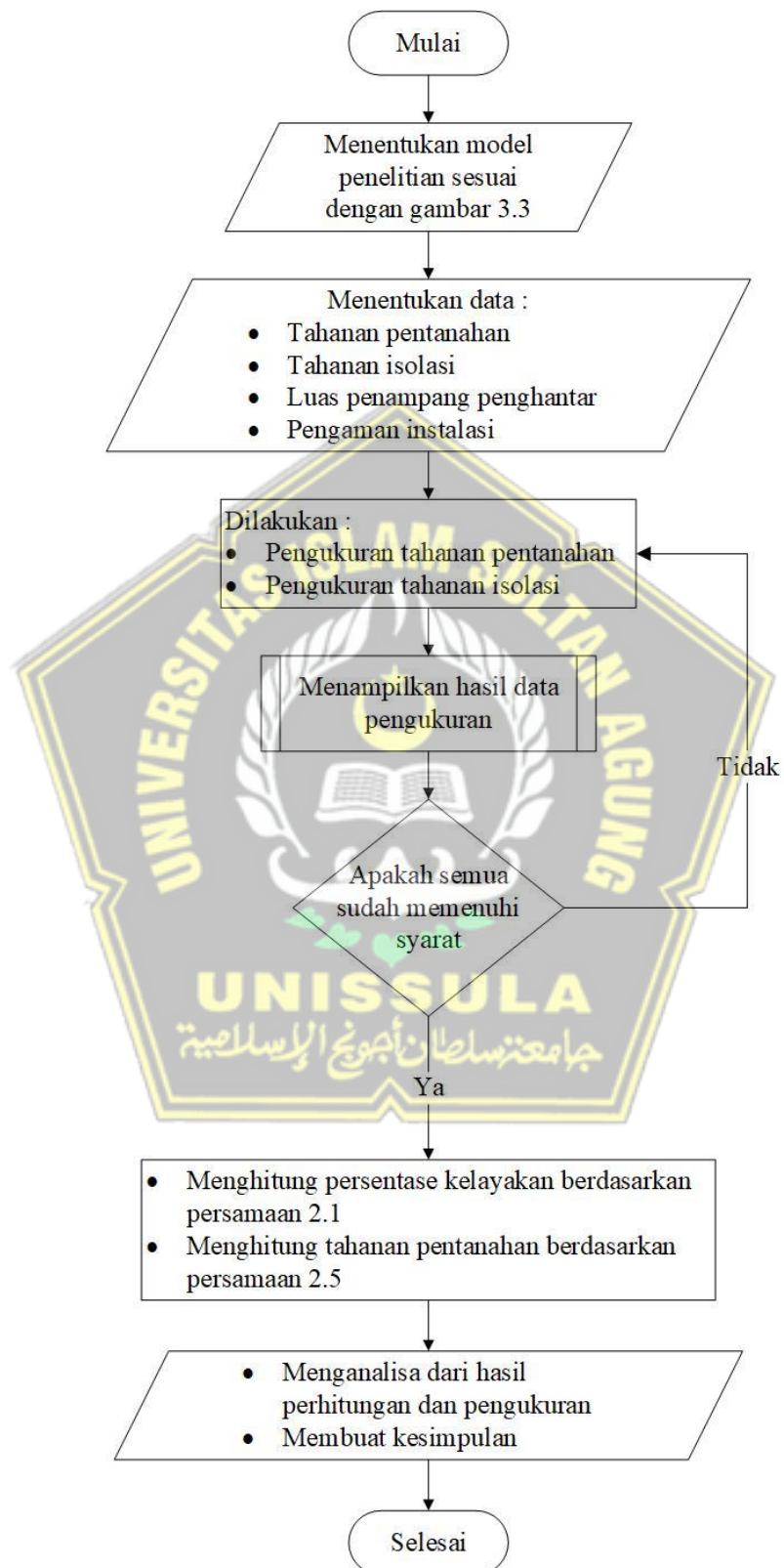
3.4.2 *Insulation Tester*

Insulation tester atau yang sering disebut dengan Mega Ohm Meter (Megger) digunakan untuk mengukur besarnya tahanan isolasi. Pada megger jarum pada layar harus ditempatkan pada posisi nol melalui pengaturnya. Setelah jarum penunjuk berada dalam posisi yang benar, maka megger telah siap untuk digunakan.



Gambar 3. 5 *Insulation Tester* [6]

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 6 Flowchart

3.6 Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan lokasi penelitian, lokasi penelitian pada tugas akhir ini di perusahaan PT Phapros Tbk.
2. Mempersiapkan alat untuk penelitian.
3. Mengondisikan alat ukur.
4. Pengambilan data pengukuran tahanan pentanahan, tahanan isolasi, data luas penampang.
5. Menghitung hasil data yang sudah diambil sesuai persamaan 2.1 dan 2.5.
6. Melakukan analisa hasil penelitian dan membuat kesimpulan dari analisa penelitian yang sudah dilakukan.



BAB IV

DATA DAN ANALISA

Penelitian dilaksanakan dimulai pada tanggal 4 Januari – 4 Februari 2022. Data dalam penelitian diperoleh dengan metode observasi dilapangan, wawancara, dan dokumentasi.

Untuk mengetahui kelayakan instalasi listrik, dalam penelitian ini diambil beberapa data yang meliputi data tahanan pentanahan (*Grounding*); data tahanan isolasi; pengaman instalasi listrik; data arus, tegangan, dan daya. Dalam pemeriksaan, instalasi listrik dikatakan layak apabila semua komponen memenuhi kriteria kelayakan. Apabila salah satu dari komponen dikatakan tidak layak maka instalasi listrik tersebut tidak layak. Daya gedung TTSK sebelum ada perubahan sebesar 4835 kW, dan setelah ada perubahan sebesar 7391 kW.

Berdasarkan hasil observasi data dilapangan diperoleh data sebagai berikut :







4.1 Persentase Kelayakan Tahanan Pentanahan (*Grounding*) pada Gedung TTSK

Pengukuran resistansi pembumian (*grounding*) dilakukan dengan menggunakan alat ukur meter dengan mengatur posisi saklar selektor pada *earth*. Pengukuran ini dilakukan di Gedung TTSK. Pengukuran ini dilakukan dengan menambahkan elektroda bantu yaitu elektroda bantu arus dan elektroda bantu tegangan. Resistansi pembumian memiliki standar kelayakan sebesar $<5\Omega$. Semakin kecil nilai resistansinya, maka akan semakin baik pula sistem pentanahan tersebut. Pengecekan pentanahan (*grounding*) pada gedung TTSK dilakukan 1 tahun sekali. Pada pengambilan data tahanan pentanahan diambil sampel 5 hari.

Data tahanan pentanahan (*grounding*) pada gedung TTSK dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Pentanahan (*Grounding*) Gedung TTSK

No	Tanggal Pengukuran	Bangunan	Syarat	Hasil Pengukuran	Ket.	Foto
1.	5 Januari 2022	Grounding lantai 1		0,14 Ω	Layak	
		Grounding lantai 2		0,16 Ω	Layak	
		Grounding lantai 3		16,35 Ω	Tidak Layak	
2.	6 Januari 2022	Grounding lantai 1	< 5 Ω	0,25 Ω	Layak	
		Grounding lantai 2		0,22 Ω	Layak	
		Grounding lantai 3		13,95 Ω	Tidak Layak	
3.	7 Januari 2022	Grounding lantai 1		0,49 Ω	Layak	
		Grounding lantai 2		0,48 Ω	Layak	
		Grounding lantai 3		13,1 Ω	Tidak Layak	

No	Tanggal Pengukuran	Bangunan	Syarat	Hasil Pengukuran	Ket.	Foto
4.	9 Januari 2022	Grounding lantai 1	$< 5\Omega$	0,7 Ω	Layak	
		Grounding lantai 2		0,78 Ω	Layak	
		Grounding lantai 3		8,52 Ω	Tidak Layak	
5.	10 Januari 2022	Grounding lantai 1	$< 5\Omega$	1,12 Ω	Layak	
		Grounding lantai 2		0,99 Ω	Layak	
		Grounding lantai 3		5,46 Ω	Tidak Layak	

Keterangan: Hasil dari pengukuran dalam 5 hari jumlah layak 2 dan tidak layak

1

$$\% = n/N \times 100\%$$

$$\% = 2/3 \times 100\%$$

$$\% = 67\%$$

Berdasarkan analisa data menggunakan rumus persentase memperoleh kesimpulan bahwa kelayakan tahanan pentanahan (grounding) pada gedung TTSK adalah 67% yang memenuhi standard. Dari pengukuran tahanan pentanahan nilai rata-rata pada lantai 1 terhitung 0,54 Ω , lantai 2 terhitung 0,53 Ω , dan lantai 3 terhitung 11,48 Ω .

Dari hasil pengukuran di atas maka dapat diambil kesimpulan, bahwa penyebab tingginya nilai resistansi grounding pada lantai 3 adalah terdapat korosi pada elektroda batang yang digunakan. Maka dari itu untuk memperbaiki atau menurunkan nilai tahanan pentanahan digunakan cara dengan menambah lagi elektroda batang yang dipasang secara paralel dan memperdalam elektroda supaya menghasilkan nilai tahanan yang memenuhi standard. Yang dimana elektroda tambahan tersebut harus memiliki bahan konduktivitas sangat baik dan tahan terhadap korosi.

Pada PUIL 2000 3.13.2.10 dikatakan bahwa “Pada jaringan saluran udara, selain di sumber dan di konsumen, penghantar PEN harus dibumikan paling sedikit di setiap ujung cabang yang panjangnya lebih dari 200 m. Demikian pula untuk instalasi pasangan luar, penghantar PEN nya harus dibumikan. Resistans pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5 Ω . Untuk daerah yang resistans jenis tanahnya sangat tinggi, resistans pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10 Ω .”[12]

Pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No : PER.02/MEN/1989 tentang Pengawasan Instalasi Penyalur Petir Pasal 54 “Tahanan pembumian dan seluruh sistem pembumian tidak boleh lebih dan 5 ohm.”[13]

Akibat yang ditimbulkan jika nilai grounding melebihi 5 ohm adalah sebagai berikut :

1. Dapat membahayakan karyawan yang berada di sekitaran lokasi yang tahanan pentanahannya melebihi kriteria.
2. Bahan/peralatan yang terdapat pada gedung cepat rusak.
3. Akan menyebabkan tegangan kejut jika disentuh/tersentuh.







4.2 Persentase Kelayakan Tahanan Isolasi pada Gedung TTSK




Pengujian dan pengukuran tahanan isolasi penghantar dilakukan menggunakan alat ukur Metrel dengan mengatur posisi saklar selektor pada Insulation. Pengukuran ini dilakukan di Gedung TTSK PT Phapros. Pengukuran tahanan isolasi yang dilakukan antara penghantar fasa-fasa, fasa-netral, dan fasa-ground.

Sebelum dilakukannya pengukuran, semua peralatan listrik seperti lampu, stop kontak, dan AC harus dalam keadaan off, hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan pada peralatan listrik ketika pengukuran. Berdasarkan PUIL 2011, nilai minimum tahanan isolasi (resistansi insulasi) penghantar harus $\geq 1 \text{ M}\Omega$ dengan tegangan uji sebesar 500 V. Pada data tahanan isolasi didapatkan dari 3 tahun terakhir.

Data tahanan isolasi pada gedung TTSK dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data Tahanan Isolasi Gedung TTSK

No	Tahun Data di Ambil	Bangunan	Syarat	Hasil Pengukuran	Ket.	Foto
1.	Tahun 2019	Panel MDP ke SDP I (lantai 1)	$\geq 1 \text{ M}\Omega$	400 M Ω	Layak	
		Panel MDP ke SDP II (lantai 2)		406 M Ω	Layak	
		Panel MDP ke SDP III (lantai 3)		410 M Ω	Layak	
2.	Tahun 2020	Panel MDP ke SDP I (lantai 1)	$\geq 1 \text{ M}\Omega$	402 M Ω	Layak	
		Panel MDP ke SDP II (lantai 2)		405 M Ω	Layak	
		Panel MDP ke SDP III (lantai 3)		413 M Ω	Layak	

No	Tahun Data di Ambil	Bangunan	Syarat	Hasil Pengukuran	Ket.	Foto
3.	Tahun 2021	Panel MDP ke SDP I (lantai 1)	≥ 1 M Ω	411 M Ω	Layak	
		Panel MDP ke SDP II (lantai 2)		416 M Ω	Layak	
		Panel MDP ke SDP III (lantai 3)		422 M Ω	Layak	

(Sumber data : PT.Phapros,Tbk)

Keterangan: Hasil dari data 3 tahun terakhir jumlah layak 3 dan tidak layak 0

$$\% = n/N \times 100\%$$

$$\% = 3/3 \times 100\%$$

$$\% = 100\%$$

Berdasarkan analisa data menggunakan rumus persentase memperoleh kesimpulan bahwa kelayakan tahanan isolasi pada gedung TTSK adalah 100% yang memenuhi standard atau semua lantai layak tahanan isolasinya.

Pada tabel 2.9 yang mengacu pada PUIL 2011 61.3.3 “Resistans insulasi, yang diukur dengan voltase uji yang tercantum dalam Tabel 2.9 adalah memenuhi bila setiap sirkit, dengan peranti didiskoneksi, mempunyai resistans insulasi tidak kurang dari nilai yang sesuai yang tercantum dalam Tabel 2.9. Tabel 2.9 harus diterapkan untuk verifikasi resistans insulasi antara konduktor proteksi tak dibumikan dan bumi. Bila gawai proteksi surja (GPS) atau perlengkapan lain mungkin akan mempengaruhi uji verifikasi, atau akan rusak, maka perlengkapan demikian harus didiskoneksi sebelum melakukan uji resistans insulasi. Bila tidak dapat dipraktikkan untuk mendiskoneksi perlengkapan tersebut (yaitu dalam hal kotak kontak dilengkapi GPS), maka voltase uji untuk sirkit khusus tersebut dapat

dikurangi hingga 250 V, tetapi resistans insulasi harus mempunyai nilai paling sedikit 1 M Ω .

CATATAN 1 Untuk keperluan pengukuran, konduktor netral didiskoneksi dari konduktor proteksi.

CATATAN 2 Dalam lokasi yang dapat terkena bahaya kebakaran, sebaiknya diterapkan pengukuran resistans insulasi antara konduktor aktif. Dalam praktik, mungkin diperlukan untuk melakukan pengukuran ini selama pemasangan instalasi sebelum menghubungkan perlengkapan.

CATATAN 3 Nilai resistans insulasi biasanya jauh lebih tinggi dari yang terdapat dalam Tabel 2.9. Bila nilai tersebut memperlihatkan perbedaan yang jelas, investigasi lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi penyebabnya.” [10]

Alasan mengapa tahanan isolasi harus diukur, karena nilai tahanan isolasi pada suatu benda dapat berubah yang disebabkan oleh pengaruh ruangan lembab atau tempat dengan suhu yang tinggi, faktor umur isolasi, dan struktur bahan itu sendiri karena bahan isolator tersebut melapisi/menyekat konduktor yang mengalirkan arus cukup besar sehingga menimbulkan panas. Maka dengan sendirinya struktur bahan isolasi tersebut menjadi menurun daya sekatnya.

Bila hal ini dibiarkan, sangat mungkin fungsi isolator dari bahan tersebut berkurang dan bahayanya akan terjadi hubung body yang berbahaya untuk manusia yang bekerja disekitarnya. Oleh karena itu untuk mempertahankan nilai tahanan isolasi yang sesuai standar perlu dilakukan pemeliharaan.

4.3 Persentase Kelayakan Pengaman Listrik pada Panel

Pengujian kelayakan pengaman dilakukan panel melihat pada box panel dari segi kondisi fisiknya. Data pengaman listrik pada gedung TTSK dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data Pengaman Gedung TTSK

No	Panel	KHA (A)	Kapasitas Pengaman	Pengaman yang Digunakan	Ket.
1.	Panel SDP penerangan lantai 1	32,79 A	40 A	MCCB 50 A	Layak
2.	Panel SDP mesin lantai 1	89,3 A	100 A	MCCB 125 A	Layak
3.	Panel SDP penerangan lantai 2	25,63 A	30 A	MCCB 50 A	Layak
4.	Panel SDP mesin lantai 2	78,59 A	80 A	MCCB 125 A	Layak
5.	Panel SDP penerangan lantai 3	55,11 A	60 A	MCCB 80 A	Layak
6.	Panel SDP mesin lantai 3	152,10 A	160 A	MCCB 200 A	Layak

Keterangan: Jumlah layak 3 dan tidak layak 0

$$\% = n/N \times 100\%$$

$$\% = 3/3 \times 100\%$$

$$\% = 100\%$$

Berdasarkan analisa data menggunakan rumus persentase memperoleh kesimpulan bahwa kelayakan pengaman listrik pada gedung TTSK adalah 100% yang memenuhi standard atau semua panel layak pengaman listriknya.

Pada panel SDP penerangan lantai 1 untuk pengaman utama dengan hasil KHA 40 A dan menggunakan MCCB dengan kapasitas 50 A dikarenakan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan, dan yang berada dipasaran terdapat kapasitas yang mendekati KHA 40 A adalah MCCB 50 A. Pengaman pada setiap beban penerangan lantai 1 menggunakan MCB 1 fasa dengan kapasitas 6 A dikarenakan jika ada penambahan beban masih aman. Pada panel SDP mesin lantai 1 untuk pengaman utama dengan hasil KHA 100 A dan menggunakan MCCB dengan kapasitas 125 A dikarenakan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan, dan yang berada dipasaran terdapat kapasitas yang mendekati KHA 100 A adalah MCCB 125 A.

Pada panel SDP penerangan lantai 2 untuk pengaman utama dengan hasil KHA 30 A dan menggunakan MCCB dengan kapasitas 50 A dikarenakan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan, dan yang berada dipasaran terdapat kapasitas yang mendekati KHA 30 A adalah MCCB 50 A. Pengaman pada setiap beban penerangan lantai 2 menggunakan MCB 1 fasa dengan kapasitas 6 A dikarenakan jika ada penambahan beban masih aman. Pada panel SDP mesin lantai 2 untuk pengaman utama dengan hasil KHA 80 A dan menggunakan MCCB dengan kapasitas 125 A dikarenakan jika terjadi penambahan beban akan aman, dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan.

Pada panel SDP penerangan lantai 3 dengan hasil KHA 60 A dan menggunakan MCCB dengan kapasitas 80 A dikarenakan jika terjadi penambahan beban akan aman, dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan. Pengaman pada setiap beban penerangan lantai 3 menggunakan MCB 1 fasa dengan kapasitas 6 A dikarenakan jika ada penambahan beban masih aman. Pada panel SDP mesin lantai 3 dengan hasil KHA 160 A dan menggunakan MCCB dengan kapasitas 200 A dikarenakan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan, dan yang berada dipasaran terdapat kapasitas yang mendekati KHA 160 A adalah MCCB 200 A.

4.4 Persentase Kelayakan Penghantar Listrik pada Tiap Lantai

Dari hasil penelitian pada penghantar instalasi listrik pada tiap lantai dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Kelayakan Penampang Kabel Instalasi

No	Panel	KHA (A)	Standard Penampang Kabel (mm ²)	Penampang Kabel yang digunakan (mm ²)	Ket.
1.	SDP penerangan lantai 1	32,79 A	NY Y 4 × 4 mm ²	NY Y 4 × 6 mm ²	Layak
2.	SDP tenaga lantai 1	89,3 A	NY Y 4 × 16 mm ²	NY Y 4 × 25 mm ²	Layak
3.	SDP penerangan lantai 2	25,63 A	NY Y 4 × 4 mm ²	NY Y 4 × 6 mm ²	Layak

No	Panel	KHA (A)	Standard Penampang Kabel (mm ²)	Penampang Kabel yang digunakan (mm ²)	Ket.
4.	SDP tenaga lantai 2	78,59 A	NYY 4 × 16 mm ²	NYY 4 × 25 mm ²	Layak
5.	SDP penerangan lantai 3	55,11 A	NYY 4 × 6 mm ²	NYY 4 × 10 mm ²	Layak
6.	SDP tenaga lantai 3	152,10 A	NYY 4 × 35 mm ²	NYY 4 × 50 mm ²	Layak

Keterangan: Jumlah layak 3 dan tidak layak 0

$$\% = n/N \times 100\%$$

$$\% = 3/3 \times 100\%$$

$$\% = 100\%$$

Berdasarkan analisa data menggunakan rumus persentase memperoleh kesimpulan bahwa kelayakan penampang penghantar pada gedung TTSK adalah 100% yang memenuhi standard atau semua lantai layak penampang kabelnya.

Pada panel SDP penerangan lantai 1 untuk kabel incoming dari MDP dengan KHA 34 A dan menggunakan kabel NYN 4 × 6 mm² dikarenakan jika terjadi penambahan beban akan aman dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan. Masing-masing kabel outgoing yang menuju ke beban menggunakan kabel NYA 2,5 mm² pada tiap corenya (fasa, netral, ground) dikarenakan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan. Pada panel SDP mesin lantai 1 untuk kabel incoming dari MDP dengan KHA 98 A dan menggunakan kabel NYN 4 × 25 mm² dikarenakan jika terjadi penambahan beban akan aman dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan.

Pada panel SDP penerangan lantai 2 untuk kabel incoming dari MDP dengan KHA 34 A dan menggunakan kabel NYN 4 × 6 mm² dikarenakan jika terjadi penambahan beban akan aman dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan. Masing-masing kabel outgoing yang menuju ke beban menggunakan kabel NYA

2,5 mm² pada tiap corenya (fasa, netral, ground) dikarenakan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan. Pada panel SDP mesin lantai 2 untuk kabel incoming dari MDP dengan KHA 80 A dan menggunakan kabel NYY 4 × 25 mm² dikarenakan jika terjadi penambahan beban akan aman dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan.

Pada panel SDP penerangan lantai 3 untuk kabel incoming dari MDP dengan KHA 56 A dan menggunakan kabel NYY 4 × 10 mm² dikarenakan jika terjadi penambahan beban akan aman dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan. Masing-masing kabel outgoing yang menuju ke beban menggunakan kabel NYA 2,5 mm² pada tiap corenya (fasa, netral, ground) dikarenakan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan. Pada panel SDP mesin lantai 3 untuk kabel incoming dari MDP dengan KHA 157 A dan menggunakan kabel NYY 4 × 50 mm² dikarenakan jika terjadi penambahan beban akan aman dan sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan.

4.5 Perhitungan Tahanan Pentanahan pada Tiap Lantai

Pada PT Phapros, Tbk memiliki jenis tanah liat, tahanan jenis tanah (ρ) yang digunakan adalah sebesar 50 Ω /m. Batang elektroda yang tertanam (L_R) memiliki panjang 1280 cm dan diameter batang elektroda (A_R) sebesar 1,58 cm. Dari parameter diatas nilai resistansi pentanahan (R) dapat di hitung dengan persamaan (2.5).

$$\begin{aligned}
 R_R &= \frac{\rho}{2\pi L_R} \left[\ln \left(\frac{4L_R}{A_R} \right) - 1 \right] \\
 &= \frac{50}{2 \times 3,14 \times 1280} \left[\ln \left(\frac{4 \times 1280}{1,58} \right) - 1 \right] \\
 &= 0,0062 \times 8,0832 \\
 &= 0,05 \Omega
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran Tahanan Pentanahan

No	Tanggal Pengukuran	Bangunan	Hasil Perhitungan	Hasil Pengukuran	Ket.
1.	5 Januari 2022	Gedung TTSK lantai 1	0,05 Ω	0,14 Ω	Layak
		Gedung TTSK lantai 2		0,16 Ω	Layak
		Gedung TTSK lantai 3		16,35 Ω	Tidak Layak
2.	6 Januari 2022	Gedung TTSK lantai 1		0,25 Ω	Layak
		Gedung TTSK lantai 2		0,22 Ω	Layak
		Gedung TTSK lantai 3		13,95 Ω	Tidak Layak
3.	7 Januari 2022	Gedung TTSK lantai 1		0,49 Ω	Layak
		Gedung TTSK lantai 2		0,48 Ω	Layak
		Gedung TTSK lantai 3		13,1 Ω	Tidak Layak
4.	9 Januari 2022	Gedung TTSK lantai 1	0,7 Ω	Layak	
		Gedung TTSK lantai 2	0,78 Ω	Layak	
		Gedung TTSK lantai 3	8,52 Ω	Tidak Layak	

No	Tanggal Pengukuran	Bangunan	Hasil Perhitungan	Hasil Pengukuran	Ket.
5.	10 Januari 2022	Gedung TTSK lantai 1	0,05 Ω	1,12 Ω	Layak
		Gedung TTSK lantai 2		0,99 Ω	Layak
		Gedung TTSK lantai 3		5,46 Ω	Tidak Layak

Pada PUIL 2000 3.13.2.10 dikatakan bahwa “Pada jaringan saluran udara, selain di sumber dan di konsumen, penghantar PEN harus dibumikan paling sedikit di setiap ujung cabang yang panjangnya lebih dari 200 m. Demikian pula untuk instalasi pasangan luar, penghantar PEN nya harus dibumikan. Resistans pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5 Ω . Untuk daerah yang resistans jenis tanahnya sangat tinggi, resistans pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10 Ω .”[12]

Pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No : PER.02/MEN/1989 tentang Pengawasan Instalasi Penyalur Petir Pasal 54 “Tahanan pembumian dan seluruh sistem pembumian tidak boleh lebih dan 5 ohm.”[13]

4.6 Analisa

Dari data hasil penelitian menyebutkan bahwa kelayakan tahanan pentanahan (*grounding*) pada gedung TTSK yang layak berjumlah 2 lantai, sedangkan yang tidak layak berjumlah 1 lantai. Kelayakan tahanan isolasi pada gedung TTSK yang layak berjumlah 3 lantai yang artinya semua lantai yang diteliti dikatakan layak atau memenuhi persyaratan. Kelayakan kondisi pengaman listrik yang layak 3 yang artinya semua pengaman yang terpasang pada gedung TTSK 3 lantai dikatakan layak atau memenuhi persyaratan. Kelayakan penampang kabel penghantar instalasi yang layak berjumlah 3 yang artinya semua penampang penghantar memenuhi standard.

Tabel 4. 6 Data Hasil Penelitian

No	Bangunan	Instalasi Listrik				Persen	Ket.
		Tahanan Pentanahan	Tahanan Isolasi	Pengaman Instalasi	Penghantar Instalasi		
1.	Gedung TTSK lantai 1	Layak	Layak	Layak	Layak	100%	Layak
2.	Gedung TTSK lantai 2	Layak	Layak	Layak	Layak	100%	Layak
3.	Gedung TTSK lantai 3	Tidak layak	Layak	Layak	Layak	75%	Tidak Layak

Dari data kelayakan instalasi listrik yang meliputi tahanan pentanahan, tahanan isolasi, pengaman ditinjau dari segi kondisi fisiknya, penghantar kabel secara keseluruhan dapat diketahui :

Dinyatakan layak dengan hasil persentase :

$$\% = n/N \times 100\%$$

$$\% = 11/12 \times 100\%$$

$$\% = 92\%$$

Dengan :

% = tingkat pesentase kelayakan instalasi listrik

n = jumlah instalasi listrik yang layak pakai

N = jumlah seluruh instalasi

Dinyatakan tidak layak dengan hasil persentase :

$$\% = n/N \times 100\%$$

$$\% = 1/12 \times 100\%$$

$$\% = 8 \%$$

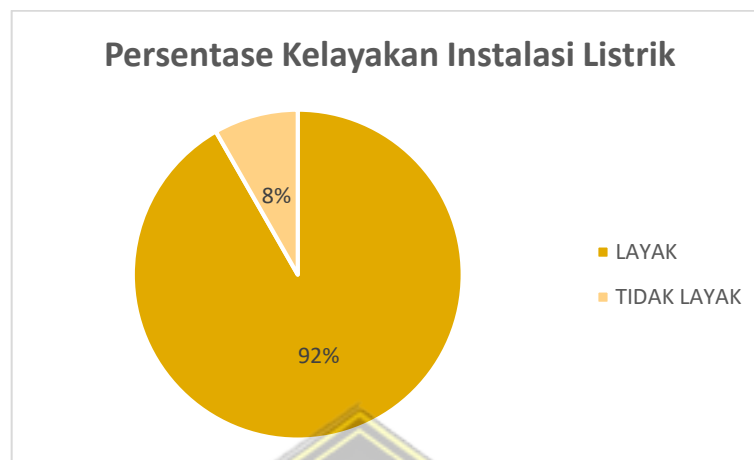
Dengan :

% = tingkat pesentase kelayakan instalasi listrik

n = jumlah instalasi listrik yang tidak layak pakai

N = jumlah seluruh instalasi

Diperoleh diagram :



Gambar 4. 1 Presentase Kelayakan Instalasi Listrik

Berdasarkan dari analisis data hasil penelitian, dapat diketahui kelayakan instalasi listrik gedung TTSK di PT Phapros, Tbk. Hasil analisis data menyebutkan bahwa, tingkat kelayakan instalasi listrik ditentukan oleh beberapa faktor. Faktor yang berpengaruh terhadap kelayakan pengaman instalasi listrik ditinjau dari besar penampang penghantar instalasi listrik, tahanan pentanahan (*grounding*), dan tahanan isolasi. Jika faktor tersebut dapat memenuhi syarat kelayakan instalasi, maka instalasi tersebut dinyatakan layak. Syarat kelayakan instalasi dibuat sesuai dengan standard yang berlaku yaitu PUIL 2011.

4.6.1 Analisa Kelayakan Instalasi Listrik Gedung TTSK

Dari hasil penelitian diatas dapat diketahui bahwa di gedung TTSK yang dinyatakan layak berjumlah 2 lantai, sedangkan yang dinyatakan tidak layak berjumlah 1 lantai. Dinyatakan tidak layak karena tingkat kelayakannya tidak memenuhi syarat kelayakan instalasi. Maka secara keseluruhan persentase instalasi listrik di gedung TTSK 92% dinyatakan layak, sedangkan 8% dinyatakan tidak layak.

4.6.2 Analisa Kelayakan Tahanan Pentanahan Gedung TTSK

Berdasarkan tabel, pada lantai 3 tahanan pentanahan dinyatakan kurang baik dan tidak layak karena nilai tahanan melebihi ketentuan PUIL 2000 dan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No : PER.02/MEN/1989 tentang

Pengawasan Instalasi Penyalur Petir Pasal 54, yaitu $> 5\Omega$. Hal ini dikarenakan terdapat pengeroposan atau korosi pada elektroda batang yang digunakan.

Pada PUIL 2000 3.13.2.10 dikatakan bahwa “Pada jaringan saluran udara, selain di sumber dan di konsumen, penghantar PEN harus dibumikan paling sedikit di setiap ujung cabang yang panjangnya lebih dari 200 m. Demikian pula untuk instalasi pasangan luar, penghantar PEN nya harus dibumikan. Resistans pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5Ω . Untuk daerah yang resistans jenis tanahnya sangat tinggi, resistans pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10Ω .”[12]

Pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No : PER.02/MEN/1989 tentang Pengawasan Instalasi Penyalur Petir Pasal 54 “Tahanan pembumian dan seluruh sistem pembumian tidak boleh lebih dan 5 ohm .”[13]

Maka dari itu untuk memperbaiki atau menurunkan nilai tahanan pentanahan digunakan cara dengan menambahkan elektroda batang yang dipasang secara paralel dan memperdalam elektroda supaya menghasilkan nilai tahanan yang memenuhi standard. Yang dimana elektroda tambahan tersebut harus memiliki bahan konduktivitas sangat baik dan tahan terhadap korosi. Tahanan pentanahan (*grounding*) dinyatakan layak jika, resistansi pentanahan (*grounding*) tidak boleh $> 5\Omega$. Hasil penelitian persentase tahanan pentanahan (*grounding*) instalasi listrik sebesar 67%. Nilai rata-rata tahanan pentanahan pada lantai 1 terhitung $0,54\Omega$, lantai 2 terhitung $0,53\Omega$, dan lantai 3 terhitung $11,48\Omega$.

Akibat yang ditimbulkan jika nilai *grounding* melebihi 5 ohm adalah sebagai berikut :

1. Dapat membahayakan karyawan yang berada di sekitaran lokasi yang tahanan pentanahannya melebihi kriteria.
2. Bahan/peralatan yang terdapat pada gedung cepat rusak.
3. Akan menyebabkan tegangan kejut jika disentuh/tersentuh.

4.6.3 Analisa Kelayakan Tahanan Isolasi Gedung TTSK

Tahanan isolasi dinyatakan layak jika, pada instalasi listrik mempunyai resistansi isolasi kabel $\geq 1 \text{ M}\Omega$. Pada instalasi listrik umumnya digunakan tegangan uji sebesar 500 V. Jika hasil pengukuran $0 \text{ M}\Omega$ atau $< 1 \text{ M}\Omega$ pada instalasi, maka instalasi tersebut memiliki isolasi yang buruk. Hasil penelitian persentase tahanan isolasi instalasi listrik sebesar 100%.

Pada tabel 2.9 yang mengacu pada PUIL 2011 61.3.3 “Resistans insulasi, yang diukur dengan voltase uji yang tercantum dalam Tabel 2.9 adalah memenuhi bila setiap sirkit, dengan peranti didiskoneksi, mempunyai resistans insulasi tidak kurang dari nilai yang sesuai yang tercantum dalam Tabel 2.9. Tabel 2.9 harus diterapkan untuk verifikasi resistans insulasi antara konduktor proteksi tak dibumikan dan bumi. Bila gawai proteksi surja (GPS) atau perlengkapan lain mungkin akan mempengaruhi uji verifikasi, atau akan rusak, maka perlengkapan demikian harus didiskoneksi sebelum melakukan uji resistans insulasi. Bila tidak dapat dipraktikkan untuk mendiskoneksi perlengkapan tersebut (yaitu dalam hal kotak kontak dilengkapi GPS), maka voltase uji untuk sirkit khusus tersebut dapat dikurangi hingga 250 V, tetapi resistans insulasi harus mempunyai nilai paling sedikit 1 M Ω .

CATATAN 1 Untuk keperluan pengukuran, konduktor netral didiskoneksi dari konduktor proteksi.

CATATAN 2 Dalam lokasi yang dapat terkena bahaya kebakaran, sebaiknya diterapkan pengukuran resistans insulasi antara konduktor aktif. Dalam praktik, mungkin diperlukan untuk melakukan pengukuran ini selama pemasangan instalasi sebelum menghubungkan perlengkapan.

CATATAN 3 Nilai resistans insulasi biasanya jauh lebih tinggi dari yang terdapat dalam Tabel 2.9. Bila nilai tersebut memperlihatkan perbedaan yang jelas, investigasi lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi penyebabnya.” [10]

Kekuatan isolasi tergantung pada umur isolasi dimana semakin lama sebuah isolasi digunakan maka akan semakin menurun kekuatan isolasinya. Penurunan kualitas bahan isolasi secara kimiawi terhadap karakteristik listriknya umumnya disebabkan karena panas, kelembaban, kerusakan mekanis dan tegangan lebih. Nilai tahanan isolasi bisa bernilai $<1M\Omega$ faktornya bisa karena terjadinya arus bocor, faktor kimia karena waktu dan temperatur, kotoran dan bahan kimia lainnya oleh karena itu perlu di lakukannya perawatan.

4.6.4 Analisa Kelayakan Pengaman Instalasi Listrik Gedung TTSK

Dari hasil penelitian sebagian besar pengaman instalasi listrik sudah layak. Dalam penelitian pengaman instalasi listrik dikatakan layak apabila:

1. Tercantum dengan jelas nama pembuat dan atau merk dagang
2. Tercantum dengan jelas daya tegangan dan atau arus pengenal
3. Tercantum dengan data teknis lain seperti disyaratkan SNI
4. Memenuhi ketentuan PUIL 2011 dan atau standard yang berlaku. Hasil penelitian persentase pengaman instalasi listrik sebesar 100%.

4.6.5 Analisa Kelayakan Penampang Penghantar Listrik Gedung TTSK

Penampang penghantar instalasi listrik dikatakan layak jika:

1. Tercantum dengan jelas nama pembuat dan atau merk dagang
2. Tercantum dengan jelas daya tegangan dan atau arus pengenal
3. Tercantum dengan data teknis lain seperti disyaratkan SNI.

Setiap penghantar yang dipasang dalam instalasi listrik harus terdapat tanda pengenal kabel sehingga memudahkan dalam pemasangan penghantar, penggunaan kawat penghantar minimal $1,5 \text{ mm}^2$. Dalam PUIL 2011 disebutkan bahwa jenis pengawatan instalasi luas minimum penghantar fase adalah $1,5 \text{ mm}^2$. Hasil penelitian pesentase penampang penghantar instalasi listrik sebesar 100%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

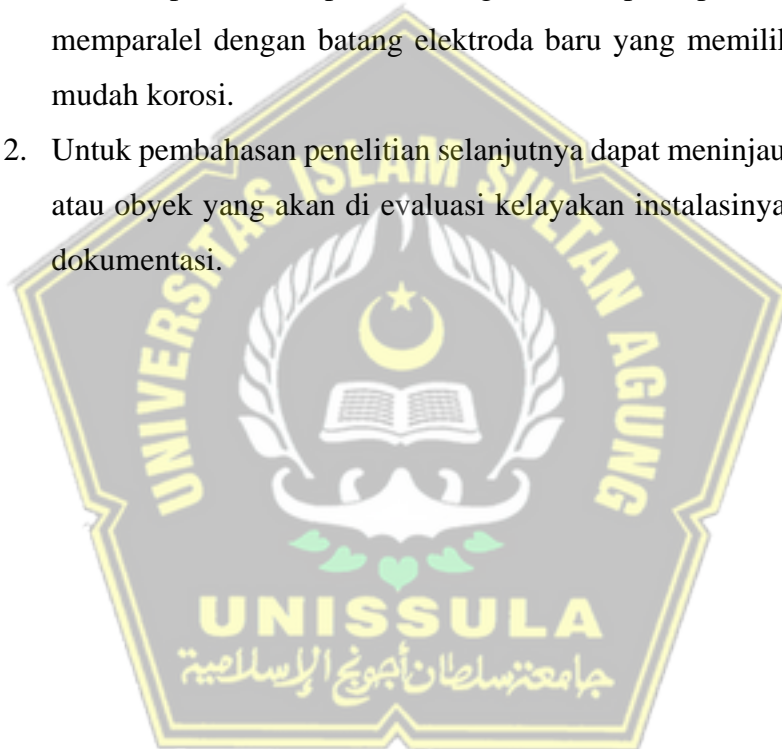
Berdasarkan hasil penelitian evaluasi kelayakan instalasi listrik di gedung TTSK PT Phapros, Tbk dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kelayakan tahanan pentanahan (grounding) pada gedung TTSK adalah 67% yang memenuhi standard. Berdasarkan pengukuran tahanan pentanahan nilai rata-rata pada lantai 1 terhitung $0,54 \Omega$, lantai 2 terhitung $0,53 \Omega$, dan lantai 3 terhitung $11,48 \Omega$ yang dimana nilai tahanan pentanahan lantai 3 tidak memenuhi syarat. Penyebab tingginya nilai resistansi grounding adalah terdapat korosi pada elektroda batang yang digunakan. Maka dari itu untuk memperbaiki atau menurunkan nilai tahanan pentanahan digunakan cara dengan menambah elektroda batang yang dipasang secara paralel dan memperdalam elektroda supaya menghasilkan nilai tahanan yang memenuhi standard. Yang dimana elektroda tambahan tersebut harus memiliki bahan konduktivitas sangat baik dan tahan terhadap korosi.
2. Pengaruh apabila tahanan pentanahan tinggi dapat membahayakan manusia disekitar lokasi yang tahanan pentanahan yang melebihi standard, dapat merusak bahan/peralatan yang terpasang, dan dapat menyebabkan tegangan kejut jika tersentuh maupun disentuh.
3. Kelayakan tahanan isolasi pada gedung TTSK adalah 100% yang memenuhi standard atau semua lantai layak tahanan isolasinya. Alasan mengapa tahanan isolasi harus diukur, karena nilai tahanan isolasi pada suatu benda dapat berubah yang disebabkan oleh pengaruh ruangan lembab atau tempat dengan suhu yang tinggi, faktor umur isolasi, dan struktur bahan itu sendiri karena bahan isolator tersebut melapisi/menyekat konduktor yang mengalirkan arus cukup besar sehingga menimbulkan panas.

4. Tahanan isolasi dinyatakan memenuhi standard apabila nilai tahanan isolasinya $\geq 1\text{M}\Omega$. Pada pengukuran tahanan isolasi di gedung TTSK didapatkan hasil persentase 100% yang berarti tahanan isolasi di gedung TTSK memenuhi standard. Dimana hasil nilai rata-rata tahanan isolasi pada lantai 1 terukur $404\text{ M}\Omega$, lantai 2 terukur $409\text{ M}\Omega$, dan lantai 3 terukur $415\text{ M}\Omega$.

5.2 Saran

1. Tahanan pentanahan pada Gedung TTSK dapat diperbaiki dengan cara memparalel dengan batang elektroda baru yang memiliki bahan tidak mudah korosi.
2. Untuk pembahasan penelitian selanjutnya dapat meninjau seluruh lantai atau obyek yang akan di evaluasi kelayakan instalasinya dan memberi dokumentasi.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hidayat, M. Harlanu, and S. Sunardiyo, “Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tangga Berdaya ≤ 900 VA Berumur di Atas 15 Tahun di Desa Bojonggede Kecamatan Ngampel Kabupaten Kendal,” *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 11–14, 2015, doi: 10.15294/JTE.V7I1.8581.
- [2] M. S. Habibi, “UJI KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK TEGANGAN RENDAH DI ATAS UMUR 15 TAHUN UNTUK DAYA 450VA-900VA DI WILAYAH KERJA KONSUL UNIT BLORA,” *Edu Elektr. J.*, vol. 1, no. 1, 2012, doi: 10.15294/EEJ.V1I1.1885.
- [3] M. H. Ali, “Studi Kelayakan Instalasi Penerangan Rumah Di Atas Umur 15 Tahun Terhadap Puil 2000 Di Desa Pancur Kecamatan Pancur Kabupaten Rembang,” *J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, 2013, doi: 10.15294/JTE.V5I1.3554.
- [4] S. P. M. P. ALFITH, “KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA DENGAN PEMAKAIAN LEBIH DARI 10 TAHUN DI KANAGARIAN NANGGALO KECAMATAN KOTO XI TARUSAN KABUPATEN PESISIR SELATAN,” *J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 63–70, Jul. 2013.
- [5] N. F. Alfazumi, W. Yandi, and W. Sunanda, “Uji Kelayakan Instalasi Listrik di Universitas Bangka Belitung Berdasarkan PUIL 2011 (Studi di Gedung Fakultas Teknik),” *Semin. Nas. Teknol. Inf. Komun. dan Ind.*, vol. 0, no. 0, p. 297, Dec. 2020, Accessed: Nov. 03, 2021. [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/SNTIKI/article/view/10984>
- [6] S. Asril and M. Marzuarman, “Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Gedung B Politeknik Negeri Bengkalis,” *INOVTEK - Seri Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 48–55, Apr. 2020, doi: 10.35314/ISE.V2I1.1268.
- [7] G. Susanta and A. Sasi, “Kiat Hemat Bayar Listrik.pdf,” 2007.
- [8] P. Sumardjati, *Teknik Pemanfaatan TENAGA LISTRIK*, 1st ed. Jakarta,

2008.

- [9] L. Niken, “Perencanaan Sistem Instalasi Listrik Di Apartemen Bersubsidi Sentraland Jakabaring Palembang,” 2018.
- [10] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011,” vol. 2011, no. Puil, 2011.
- [11] K. Rolando, “UNIVERSITAS SUMATERA UTARA Poliklinik UNIVERSITAS SUMATERA UTARA,” *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 1, no. 3, pp. 82–91, 2021.
- [12] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000),” vol. 2000, no. Puil, 2000.
- [13] “PERATURAN MENTERI TENAGA KERJA REPUBLIK INDONESIA NOMOR : PER.02/MEN/1989 T E N T A N G PENGAWASAN INSTALASI PENYALUR PETIR,” 1989.

