

**EVALUASI KUAT PENCAHAYAAN DAN SISTEM
PENTANAHAN PADA LABORATORIUM TEKNIK
ELEKTRO UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

LAPORAN TUGAS AKHIR

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU
SYARAT MEMPEROLEH GELAR SARJANA SATU PADA PRODI
TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



Disusun oleh :

IHYA'UL ULUMUDDIN

NIM 30601800072

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

MEI 2025

FINAL PROJECT

**ANALYSIS OF LIGHTING ELECTRICAL INSTALLATION
AND GROUNDING SYSTEM IN THE ELECTRICAL
ENGINEERING LABORATORY OF SULTAN AGUNG
ISLAMIC UNIVERSITY SEMARANG**

*Proposed was prepared to fulfill one of the requirements for obtaining a
Bachelor's degree in the Electrical Engineering Study Program, Faculty of
Industrial Technology, University of Sultan Agung Semarang*



Arranged by :

IHYA'UL ULUMUDDIN

NIM 30601800072

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

MEI 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

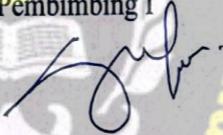
Laporan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Kuat Pencahayaan Dan Sistem Pentanahan Pada Gedung Laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang” disusun oleh :

Nama : Ihya'ul Ulumuddin
NIM : 30601800072
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 4 juni 2025

Pembimbing I


Dr. Ir. Sukarno Budi Utomo, MT
NIDN. 0619076401

Mengetahui,

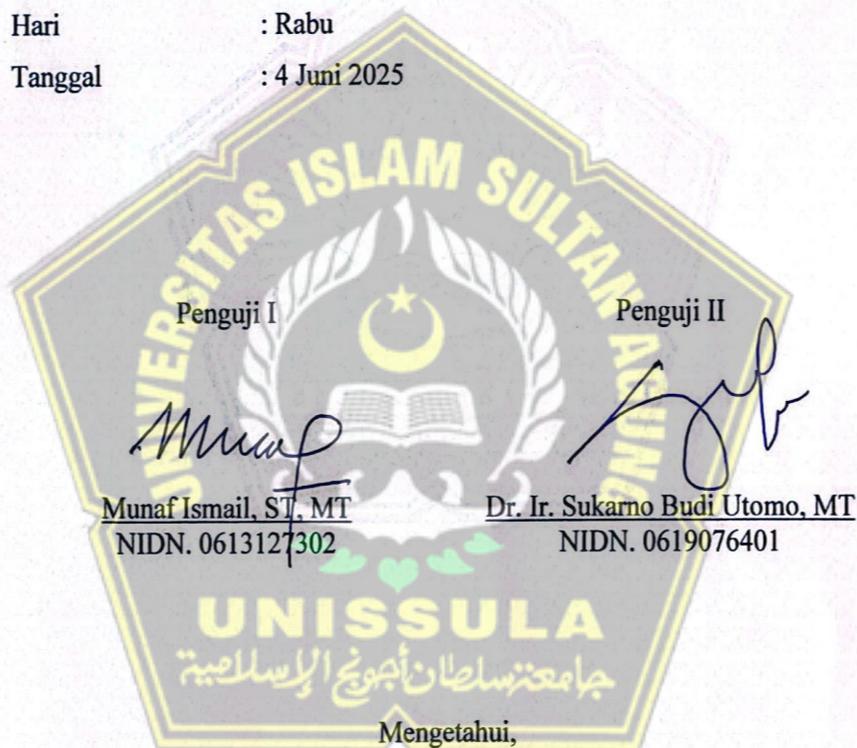
Ketua Program Studi Teknik Elektro


Jenni Puji Hapsari, ST, MT
NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

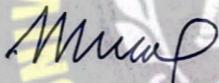
Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Evaluasi Kuat Pencahayaan Dan Sistem Pentanahan Pada Gedung Laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang**” ini telah dipertahankan di depan Dosen Penguji Tugas Akhir pada :

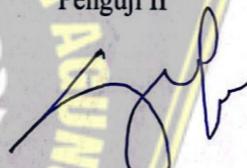
Hari : Rabu
Tanggal : 4 Juni 2025



Penguji I

Penguji II


Munaf Ismail, ST, MT
NIDN. 0613127302


Dr. Ir. Sukarno Budi Utomo, MT
NIDN. 0619076401

Mengetahui,

Ketua Penguji


Prof. Dr. Ir. Muhamad Haddin, MT
NIDN. 0618066301

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ihya'ul Ulumuddin

NIM : 30601800072

Fakultas : Teknologi Industri

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) **Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang** dengan judul “**Evaluasi Kuat Pencahayaan Dan Sistem Pentanahan Pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang**“, adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiarisme) dan belum pernah diterbitkan / dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 4 Juni 2025
Yang Menyatakan

Mahasiswa



Ihya'ul Ulumuddin
NIM. 30601800072

PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ihya'ul Ulumuddin

NIM : 30601800072

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul “ Evaluasi Kuat Pencahayaan Dan Sistem Pentanahan Pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang “

Dan menyetujuinya menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung Semarang serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, di alih dan di mediakan, di kelola dan sebagai pangkalan data. Serta di publikasikan pada 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 / plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Semarang, 6 Juni 2025



IHYA'UL ULUMUDDIN
NIM.30601800072

HALAMAN PERSEMBAHAN

Persembahan :

Pertama,

Kedua orang tua saya yang saya banggakan karena mereka sudah membesarkan saya dan penunjang semangat bagi saya untuk penyelesaian studi saya

Kedua,

Teruntuk teman-teman dan rekan kerja yang telah memberikan semangat, motivasi serta mendoakan saya

Ketiga,

Kepada seluruh dosen dan staff Fakultas Teknologi Industri Unissula Semarang yang telah memberikan ilmu serta sarana untuk pembelajaran saya di bangku studi



HALAMAN MOTTO

Motto :

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.”

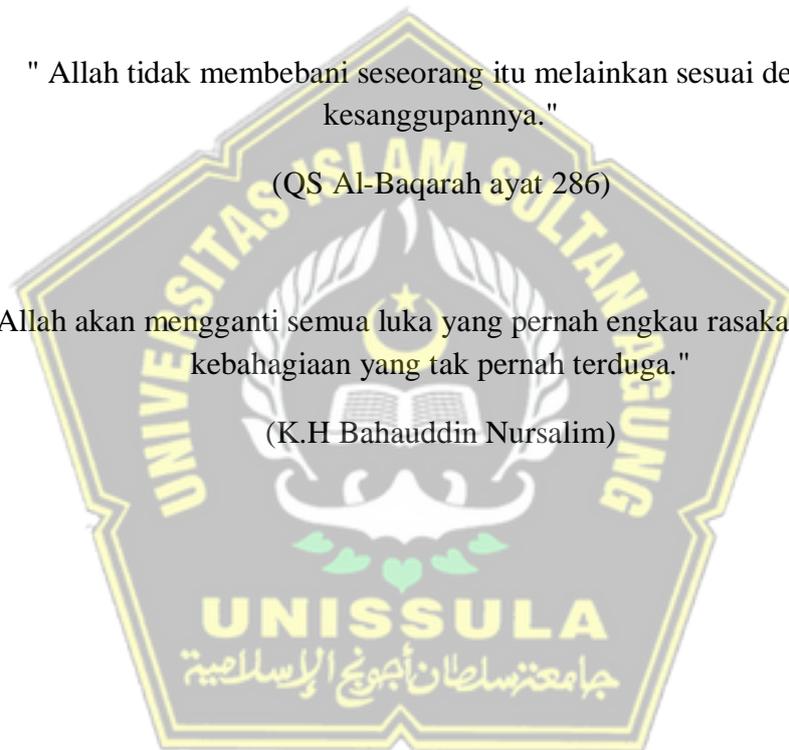
(QS Al-Baqarah ayat 216)

" Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya."

(QS Al-Baqarah ayat 286)

" Allah akan mengganti semua luka yang pernah engkau rasakan dengan kebahagiaan yang tak pernah terduga."

(K.H Bahauddin Nursalim)



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah dan masih memberikan anugerah iman dan islam sehingga masih berkesempatan untuk menuntut ilmu dalam keadaan sehat wal'afiat di Universitas yang penuh berkah ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Rasulullah SAW yang selalu kita harapkan syafa'at dan pertolongannya di hari akhir nanti.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. banyak pihak yang telah memberikan bantuan serta doa oleh karena itu ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan mensyukuri dengan doa yang tiada hingganya kepada:

1. Dr. Novi Marlyana, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Dr. Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT selaku dosen pembimbing I atas bantuan dan bimbingannya dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen dan karyawan Prodi Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu, bimbingan dan bantuannya hingga penulis selesai menyusun tugas akhir ini.

menyadari bahwa tugas akhir ini belum sempurna, baik dari segi materi maupun penyajiannya, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Batasan masalah	2
1.4 Tujuan penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Instalasi Listrik	8
2.3 Fungsi Pentanahan.....	9
2.4 Konduktor Pembumian Pentanahan	9

2.5	Tahanan Jenis Tanah.....	10
2.6	Bahaya Petir	12
2.7	Jenis Kabel Listrik	14
2.8	Sistem Pencahayaan	19
2.8.1	Jenis-jenis Pencahayaan	21
2.8.2	Standar Pencahayaan.....	21
2.9	Konsep Pencahayaan	21
2.10	Sistem Pembumian	22
2.10.1	Tujuan Grounding	25
2.10.2	Jenis Grounding	25
2.10.3	Nilai Resistansi Grounding	25
2.11	Standar dan Peraturan yang Berlaku	25
BAB III		28
METODE PENELITIAN		28
3.1	Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	28
3.2	Tahapan Penelitian	28
3.3	Model Penelitian.....	31
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	34
3.4.1	Alat Penelitian	34
3.4.2	Bahan Penelitian	39
BAB IV.....		40
HASIL DAN ANALISA		40
4.1	Hasil Pengujian Perhitungan Pencahayaan	40
4.1.1	Perhitungan Pencahayaan Pada Lantai 1	41
4.1.2	Perhitungan Pencahayaan Pada Lantai 2.....	45
4.2	Hasil Perhitungan Kabel	47
4.2.1	Perhitungan Ukuran Kabel Pada Lantai 1	48
4.2.2	Perhitungan Ukuran Kabel Pada Lantai 2	49
4.2.3	Hasil Pengukuran Pentanahan	49

BAB V	52
KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	1



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Resistansi Jenis Tanah	11
Tabel 2.2 Tahanan Jenis Tanah	12
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Ruang A Menggunakan Lux Meter	41
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Ruang B	42
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Ruangan C	44
Tabel 4.4 Data Nilai Lux Pada Ruangan H Titik H1-H25	45
Tabel 4.5 Hasil Dan Perbandingan kepada nilai standar PUIL 2011	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kabel NYA.....	15
Gambar 2.2 Kabel NYM	16
Gambar 2.4 Kabel NYMHY	18
Gambar 2.5 Lux Meter.....	20
Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Evaluasi Sistem Penerangan Dan Grounding.....	30
Gambar 3.2 Denah Gedung Laboratorium Teknik Elektro Lantai 1	31
Gambar 3.3 Denah Titik Pengukuran Kuat Cahaya Gedung Laboratorium Teknik Elektro Lantai 1	32
Gambar 3.4 Denah Gedung Laboratorium Teknik Elektro Lantai 2	33
Gambar 3.5 Denah Titik Pengukuran Kuat Cahaya Gedung Laboratorium Teknik Elektro Lantai 2	34
Gambar 3.6 Multimeter Digital	35
Gambar 3.7 Lux Meter.....	36
Gambar 3.8 <i>Earth Tester</i>	37
Gambar 3.9 Clamp Meter.....	38



DAFTAR RUMUS

Rumus Grounding (2.1)	24
Rumus Luas Penampang (2.2).....	25
Rumus Tahanan Pentanahan (2.3)	25



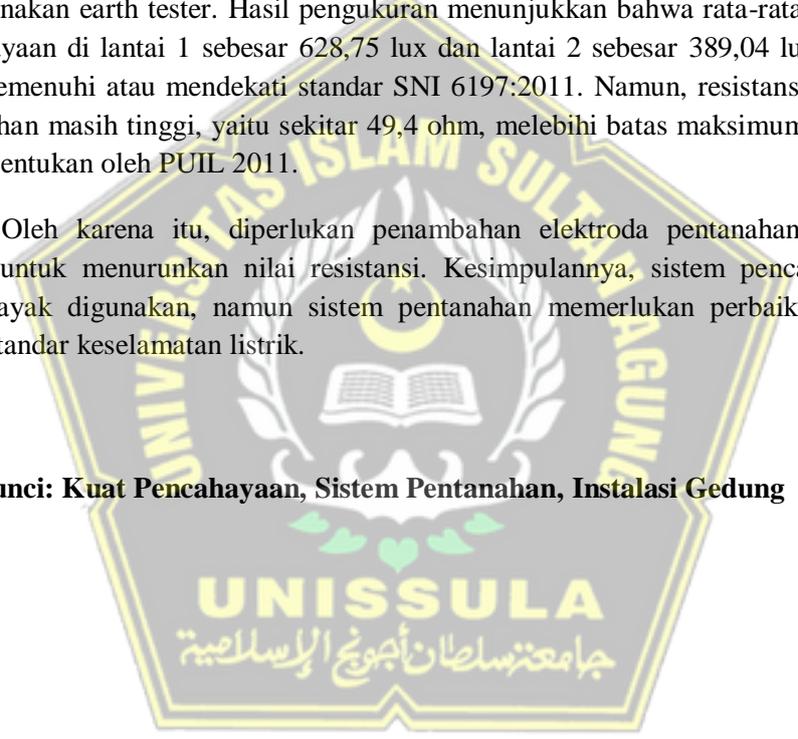
ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan instalasi pencahayaan dan sistem pentanahan pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang. Sistem pencahayaan yang memadai berperan penting dalam mendukung kenyamanan aktivitas belajar dan praktikum, sementara sistem pentanahan yang andal berfungsi sebagai proteksi terhadap bahaya listrik dan petir.

Metode penelitian meliputi observasi lapangan, pengukuran tingkat pencahayaan menggunakan lux meter, serta pengujian resistansi sistem pentanahan menggunakan earth tester. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata tingkat pencahayaan di lantai 1 sebesar 628,75 lux dan lantai 2 sebesar 389,04 lux, yang telah memenuhi atau mendekati standar SNI 6197:2011. Namun, resistansi sistem pentanahan masih tinggi, yaitu sekitar 49,4 ohm, melebihi batas maksimum 5 ohm yang ditentukan oleh PUIL 2011.

Oleh karena itu, diperlukan penambahan elektroda pentanahan secara paralel untuk menurunkan nilai resistansi. Kesimpulannya, sistem pencahayaan sudah layak digunakan, namun sistem pentanahan memerlukan perbaikan agar sesuai standar keselamatan listrik.

Kata kunci: Kuat Pencahayaan, Sistem Pentanahan, Instalasi Gedung



ABSTRACT

study aims to evaluate the feasibility of lighting installations and grounding systems in the Electrical Engineering Laboratory of Sultan Agung Islamic University (UNISSULA) Semarang. Adequate lighting is essential to support learning and practicum activities, while a reliable grounding system is crucial for protecting users and equipment from electrical hazards and lightning.

The methods involved field observation, lighting level measurement using a lux meter, and grounding resistance testing with an earth tester. The results showed that the average lighting levels were 628.75 lux on the first floor and 389.04 lux on the second floor, meeting or approaching the SNI 6197:2011 standard. However, the grounding system resistance was still high, around 49.4 ohms, exceeding the 5-ohm limit set by PUIL 2011.

Therefore, additional grounding electrodes in parallel are required to reduce the resistance. In conclusion, the lighting installation is feasible, while the grounding system needs improvement to comply with electrical safety standards.

Keywords: *Illuminance Light, grounding system, Building Instalation*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) saat ini sedang melakukan perbaikan dan penataan gedung baru, termasuk gedung laboratorium Teknik Elektro. Dalam rangka memastikan kenyamanan dan keamanan pengguna serta peralatan elektronik yang digunakan, perlu dilakukan analisis kelayakan terhadap instalasi listrik pencahayaan dan sistem grounding yang telah terpasang.

Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem pencahayaan mampu memberikan kenyamanan selama operasional gedung, serta sistem grounding telah memenuhi standar yang berlaku, seperti Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Sistem yang layak akan mendukung proses pembelajaran dan memberikan perlindungan optimal terhadap gangguan listrik.

Pentanahan (grounding) adalah sistem pengamanan yang sangat penting di dalam sebuah instalasi listrik, karena bertujuan untuk membuang arus berlebih ke dalam tanah, sehingga dapat mengamankan manusia dan peralatan sistem tenaga listrik. Sistem pentanahan diharapkan memiliki nilai tahanan tanah yang sekecil mungkin, karena dengan hambatan yang kecil dapat mengalirkan arus berlebih langsung ke tanah. Faktor yang mempengaruhi besar atau kecilnya tahanan pentanahan di suatu tempat adalah tahanan dari elektroda pentanahan, tahanan elektroda pentanahan dengan kontak tanah disekitarnya dan tahanan jenis tanah¹. Dalam sebuah gedung terdapat penggunaan alat-alat yang menggunakan energi listrik agar dapat beroperasi. Penyebab ketidaksesuaian energi listrik yang mengalir adalah terjadinya sambaran petir di sekitar bangunan [1]

Pentingnya Pencahayaan yang Memadai Kenyamanan suatu bangunan sangat dipengaruhi oleh pencahayaan yang memadai. Penerangan buatan yang baik merupakan aspek penting dalam menciptakan lingkungan belajar dan bekerja yang aman, nyaman, dan produktif. Di Indonesia, standar pencahayaan diatur dalam SNI 6197:2011 tentang *Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan*, serta mengacu pada standar internasional seperti ISO 8995-1:2002 / CIE S 008/E:2001.[2]

1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, Maka permasalahan yang dihadapi antara lain adalah:

1. Bagaimana Kelayakan Instalasi penerangan pada gedung laboratorium Teknik Elektro Unissula berdasarkan beban terpasang.
2. Bagaimana Tingkat kelayakan pencahayaan buatan berdasarkan standar pada setiap ruangan di Laboratorium Teknik Elektro Unissula
3. Bagaimanakah kondisi sistem pentanahan pada instalasi gedung laboratorium Teknik Elektro Unissula

1.3 Batasan masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka diambil batasan masalah sebagai berikut :

1. Analisis ini hanya dapat digunakan sebagai acuan dan tidak dapat digunakan sebagai pedoman yang mutlak.
2. Hasil analisis ini dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi lingkungan dan desain sistem yang ada..

1.4 Tujuan penelitian

Maksud dari analisis kelayakan ini pada tugas akhir adalah :

1. Menganalisis kelayakan instalasi penerangan pada gedung laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) berdasarkan beban terpasang, untuk mengetahui apakah

sistem penerangan yang ada telah memenuhi standar efisiensi dan keamanan instalasi listrik.

2. Mengevaluasi tingkat kuat pencahayaan (illuminasi) pada setiap ruangan laboratorium Teknik Elektro UNISSULA guna memastikan bahwa intensitas pencahayaan memenuhi standar kebutuhan aktivitas di ruang tersebut sesuai dengan SNI atau standar lain yang relevan.
3. Menilai kondisi sistem pentanahan (grounding) pada instalasi listrik di gedung laboratorium guna mengetahui tingkat keamanan instalasi terhadap gangguan listrik seperti kebocoran arus, serta kesesuaiannya dengan standar keselamatan instalasi listrik.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diberikan oleh inovasi ini sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis
 - Menambah khasanah keilmuan di bidang teknik elektro, khususnya terkait instalasi pencahayaan dan sistem grounding sesuai standar nasional dan internasional.
 - Memberikan dasar teori dan referensi ilmiah mengenai pengukuran dan analisis pencahayaan serta nilai tahanan pentanahan pada bangunan pendidikan.
 - Mendukung pengembangan standar desain instalasi listrik di lingkungan pendidikan, yang mengintegrasikan aspek kenyamanan (ergonomis) dan keamanan (safety).
 - Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya, terutama dalam pengembangan metode evaluasi sistem kelistrikan pada gedung institusi pendidikan berbasis efisiensi energi dan perlindungan sistem.
2. Manfaat Praktis
 - Memberikan data dan informasi nyata mengenai kondisi aktual pencahayaan dan sistem grounding pada laboratorium Teknik Elektro

UNISSULA, yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan perbaikan.

- Membantu pihak pengelola gedung (fakultas atau universitas) dalam mengambil keputusan teknis terkait perbaikan atau peningkatan sistem kelistrikan agar memenuhi standar kenyamanan dan keselamatan.
- Meningkatkan kenyamanan dan keselamatan penghuni gedung, termasuk dosen, mahasiswa, dan staf, dalam beraktivitas di laboratorium dengan pencahayaan yang memadai dan sistem grounding yang andal.
- Meminimalkan risiko kerusakan peralatan elektronik dan bahaya kelistrikan, seperti sengatan listrik atau kebakaran akibat gangguan arus, melalui evaluasi dan perbaikan sistem grounding yang tidak sesuai standar.
- Mendukung upaya konservasi energi, dengan memastikan sistem pencahayaan yang efisien dan sesuai standar penggunaan di lingkungan akademik.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang perlunya dilakukan analisa terhadap instalasi listrik pencahayaan dan sistem grounding pada laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang, terutama dalam rangka mendukung kenyamanan dan keamanan aktivitas akademik. Bab ini juga menyajikan rumusan masalah, batasan masalah untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, tujuan dari penelitian, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis, serta sistematika penulisan skripsi secara keseluruhan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat kajian teori yang menjadi dasar dalam penelitian, antara lain mengenai konsep dasar instalasi listrik, pencahayaan buatan sesuai dengan standar SNI dan ISO, serta sistem pentanahan (grounding) berdasarkan PUIL dan standar internasional. Bab ini juga membahas alat ukur seperti lux meter dan earth tester, serta menelaah hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai referensi atau perbandingan terhadap penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, mulai dari lokasi dan waktu pelaksanaan, jenis dan pendekatan penelitian, metode pengumpulan data, hingga tahapan pengukuran pencahayaan dan tahanan sistem grounding. Disampaikan pula spesifikasi alat yang digunakan, serta langkah-langkah analisis yang dilakukan terhadap data hasil pengukuran di lapangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi paparan hasil pengukuran dan evaluasi sistem pencahayaan serta sistem grounding di laboratorium Teknik Elektro UNISSULA. Disajikan hasil pengukuran tingkat pencahayaan di berbagai ruangan, dan dibandingkan dengan standar yang berlaku. Begitu pula hasil pengukuran nilai tahanan grounding dibandingkan dengan standar PUIL. Pembahasan mencakup analisis kesesuaian, faktor-faktor yang memengaruhi hasil pengukuran, serta interpretasi data dalam konteks keamanan dan kenyamanan pengguna gedung.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, yang menjawab rumusan masalah mengenai kelayakan instalasi pencahayaan dan sistem grounding. Selain itu, disampaikan saran-saran untuk pihak kampus terkait upaya perbaikan dan peningkatan sistem instalasi listrik, serta arahan bagi penelitian lanjutan guna memperdalam dan memperluas cakupan evaluasi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pembumian (grounding) listrik adalah suatu sistem instalasi yang bisa meniadakan beda potensial sebagai pelepasan muatan listrik berlebih pada suatu instalasi listrik dengan cara mengalirkannya ke tanah sehingga istilah sehari-hari yang biasa disebut dengan istilah pentanahan atau arde. Yang dimaksud beda potensial biasa berupa adanya kebocoran arus listrik dan yang utamanya adalah sambaran petir. Sistem pentanahan pada sebuah pabrik, pasar, gedung, pusat perbelanjaan sampai rumah tempat tinggal sangat diperlukan yang berfungsi untuk mengamankan peralatan kelistrikan dan peralatan elektronik yang terpasang tiap bangunan tersebut. Keamanan dan keandalan wajib dibutuhkan dalam melakukan rancang bangun instalasi sistem tenaga listrik pada suatu bangunan guna melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir. Perlindungan alat listrik akibat gangguan dari mulai pembangkit listrik, transmisi dan distribusi listrik diwajibkan menggunakan sistem pentanahan (Grounding). sistem pembumian dalam pembangkit listrik diperlukan untuk pengamanan generator pembangkit. Sistem transmisi dan distribusi tegangan tinggi juga membutuhkan sistem pembumian untuk mengamankan jaringan listrik serta alat listrik tegangan. Kejadian gangguan listrik mampu menyebabkan kerusakan alat listrik seperti kelebihan beban dan konsleting listrik.

Pada penelitian Acmad Budiman yang berjudul “Analisa Tahanan Pembumian Peralatan Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan Yang Menggunakan Elektrode Pasak Tunggal Panjang 2 Meter” Obyek penelitian ini adalah Tanah di Halaman Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan Propinsi Kalimantan Utara dengan fokus pada Sistem Pembumian Elektroda Pasak Tunggal. Mendapatkan hasil Hasil pengujian kadar air (w) yang dilakukan di Laboratorium

Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan adalah 274,18% pada Tabel 2 dan Tabel 3 memiliki hasil 300,84%, sedangkan pada Tabel 4 memiliki hasil 350,22%, menunjukkan bahwa kadar air (w) semakin tinggi pada kedalaman tanah tertentu Kadar air pada tanah dapat mempengaruhi nilai R (pembumian), menunjukkan bahwa penempatan elektroda pembumian pada kedalaman tanah yang memiliki kadar air (w) tinggi maka memperkecil nilai tahanan pembumian dan air merupakan konduktor yang baik dalam mengalirkan arus listrik. Pengukuran tahanan tanah liat berlumpur pada lokasi Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan dilakukan dengan cara membenamkan elektroda pasak yang memiliki panjang elektroda pasak 2 m berdiameter 0,045 m dalam beberapa variasi kedalaman dan membaca hasil pengukuran tersebut pada alat ukur Digital Earth Tester model 4105A [4]

2.2 Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah suatu sistem jaringan kelistrikan yang terdiri dari sumber listrik, penghantar, dan beban listrik yang dirancang untuk menyalurkan energi listrik dari sumber ke berbagai peralatan listrik. Instalasi ini harus memenuhi standar keamanan dan keandalan yang telah ditentukan oleh standar nasional maupun internasional, seperti PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) dan SNI. Instalasi listrik pada bangunan gedung harus mempertimbangkan aspek keamanan, efisiensi, dan kenyamanan pengguna. Dalam lingkup laboratorium teknik elektro, instalasi listrik harus dirancang sedemikian rupa agar mampu menopang penggunaan alat-alat laboratorium yang cenderung memiliki beban listrik besar dan bervariasi nilai tahanan pembumian dan air merupakan konduktor yang baik dalam mengalirkan arus listrik. Pengukuran tahanan tanah liat berlumpur pada lokasi Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan dilakukan dengan cara membenamkan elektroda pasak yang memiliki panjang elektroda pasak 2 m berdiameter 0,045 m dalam beberapa variasi

kedalaman dan membaca hasil pengukuran tersebut pada alat ukur Digital Earth Tester model 4105A [5]

2.3 Fungsi Pentanahan

Fungsi pentanahan merupakan sistem yang dapat mengalirkan arus gangguan kedalam tanah melalui suatu Konduktor pembumian pembumian yang ditanam dalam tanah. Selain itu juga berperan sebagai pengaman bagi peralatan dan manusia dari bahaya listrik. Arus gangguan yang mengalir pada Konduktor pembumian pentanahan akan mengakibatkan perbedaan tegangan antara Konduktor pembumian pada suatu titik dengan titik yang lain di permukaan tanah. Apabila perbedaan maksimum sepanjang permukaan tanah ternyata masih besar, maka kondisi ini tidak menguntungkan karena akan membahayakan manusia yang sedang bekerja maupun peralatan yang digunakan.

Apabila nilai resistansi pembumian/grounding terlalu besar akan berdampak negatif pada komponen dari instalasi tersebut. Begitu juga bila pembumian (grounding) tidak sempurna akan menimbulkan arus sisa atau arus ikutan yang mengganggu komponen-komponen penyusun, terutama komponen elektronik yang sangat peka terhadap arus. Jadi instalasi penangkal petir perlu berfungsi sempurna dan perlu memiliki angka resistansi kecil bahkan jauh di bawah satu ohm atau mendekati nilai nol. Apabila angka resistansi pentanahan dapat diperoleh dibawah 1 ohm maka sistem penanaman sudah layak untuk dikatakan sangat aman dan benar.

2.4 Konduktor Pembumian Pentanahan

Konduktor pembumian pentanahan merupakan penghantar yang ditanam didalam tanah menggunakan kedalaman yang bervariasi dan membuat kontak langsung dengan tanah. Adanya kontak langsung tersebut bertujuan supaya diperoleh aliran arus yang baik apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ke tanah.⁸ Komponen dari sistem

pembumian yang paling diperlukan yaitu Konduktor pembumian. Bahan yang umum dipakai untuk Konduktor pembumian yaitu tembaga, besi yang di chrom dan baja. Syarat yang utama untuk Konduktor pembumian pentanahan merupakan menggunakan bahan yang tidak mudah berkarat (non-corrosive metal), kukuh secara mekanis terhadap desakan atau pukulan dan memiliki konduktivitas yang tinggi. Jenis Konduktor pembumian pentanahan yang biasa digunakan untuk pengamanan sistem maupun pengamanan peralatan yaitu:

1. Konduktor pembumian Pita, Konduktor pembumian pita merupakan Konduktor pembumian yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Kedalaman penanaman minimal 0,5 m
2. Konduktor pembumian Batang atau pasak merupakan Konduktor pembumian dari pipa atau besi baja yang dilapisi tembaga yang ditancapkan kedalam tanah secara tegak lurus atau

2.5 Tahanan Jenis Tanah

Tahanan tanah merupakan salah satu kunci utama yang menentukan tahanan elektrode dan pada kedalaman berapa pasak perlu dipasang agar diperoleh tahanan yang rendah. Elektrode baja digunakan sebagai penghantar saluran distribusi dan pentanahan substasion.

Dalam memilih penghantar dapat mempertimbangkan hal berikut :

1. Untuk tanah yang bersifat korosi sangat lambat, dengan tahanan diatas 100 ohm-m, tidak ada batas perkenan korosi atau izin penambahan (corosi allowance).
2. Untuk tanah yang bersifat korosi lambat, dengan tahanan 25-100 ohm m, batas perkenan korosi merupakan 15% dengan pemilihan penghantar sudah mempertimbangkan faktor stabilitas termal.
3. Untuk tanah yang bersifat korosi cepat, dengan tahanan kurang dari 25

ohm-m. Batas perkenan korosi sebanyak 30% dengan pemilihan penghantar sudah mempertimbangkan faktor stabilitas thermal.

4. Penghantar dipilih dari ukuran standar seperti 10 x 6 mm sampai 65x78 mm.

Tanah merupakan medium pembumian yang bersifat sebagai konduktor. Untuk frekuensi tinggi dan gelombang bermuka curam seperti petir dapat diartikan bahwa tanah merupakan konduktor sempurna¹²

Tabel 2.1. Resistansi Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Resistansi (ohm-m)
1	Organik	1-10
2	Basah	11-100
3	Kering	101-1000
4	Berbatu	1001-10000

Dari tabel 2.1 dapat dilihat nilai resistivitas tanah bervariasi dari satu tempat ke tempat lain, tergantung pada sifat-sifatnya. Dapat disimpulkan bahwa tanah yang lembab memiliki resistansi tahanan yang rendah dibandingkan dengan tanah yang memiliki sedikit kandungan air di dalamnya, jika sebuah Bangunan dibangun di atas tanah kering sebaiknya Konduktor pembumian yang digunakan lebih dari satu batang agar tahanan tanah yang dihasilkan rendah sistem pembumian jenis batang (rod), semakin dalam batang pentanahan ditanam kedalam tanah semakin kecil angka resistansi tanahnya. Sehingga semakin kecil angka resistansi pentanahan, maka pentanahan tersebut semakin baik. Sebagai Indonesia, Resistivitas tanah sangat menentukan resistansi pentanahan dari Konduktor pembumian-Konduktor pembumian pentanahan. Tanah yang memiliki kandungan air garam dapat menghasilkan tahanan tanah yang sangat rendah dibandingkan dengan jenis tanah yang lain, karena jenis tanah yang mengandung air garam memiliki zat adiktif yang tinggi sehingga dapat menghasilkan

tahanan tanah yang rendah untuk sebuah sistem grounding resistivitas tanah diberikan dalam satuan Ω -meter Dalam bahasan disini menggunakan satuan Ω -meter, yang merepresentasikan resistansi tanah yang diukur dari tanah yang berbentuk kubus yang bersisi 1 meter. Resistivitas tanah dapat berbeda-beda dari satu tempat dengan tempat yang lain tergantung dari sifat-sifat yang dimilikinya.

Tabel 2.2 Tahanan Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (ohm-meter)
1.	Tanah yang mengandung air garam	5-6
2.	Rawa	30
3.	Tanah Liat	100
4.	Pasir Basah	200
5.	Batu-Batu kerikil basah	500
6.	Pasir batu dan kerikil kering	1000
7.	batu	3000

2.6 Bahaya Petir

Dalam instalasi listrik, terdapat dua risiko paling berbahaya yang dijelaskan dalam PUIL 2000, yaitu arus kejut listrik dan suhu tinggi yang berpotensi menimbulkan kebakaran. Salah satu penyebab utama dari kedua risiko ini adalah sambaran petir.

Sambaran petir dapat memberikan dampak yang sangat berbahaya, baik bagi keselamatan manusia maupun terhadap peralatan elektronik serta mesin-mesin yang ada di dalam bangunan. Adapun dampak sambaran petir dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis:

1. Sambaran Petir Langsung Sambaran petir jenis ini terjadi ketika petir langsung menyambar bagian dari jaringan instalasi listrik atau perangkat listrik di permukaan bumi, seperti kabel jaringan, transformator, tiang listrik, dan sebagainya. Dampak dari sambaran langsung ini sangat besar dan dapat menyebabkan ledakan, kebakaran, serta kerusakan fatal pada sistem kelistrikan.
2. Sambaran Petir Tidak Langsung Terjadi ketika petir tidak menyambar secara langsung ke instalasi listrik, namun induksi listrik dari sambaran tersebut masuk ke sistem melalui kabel atau peralatan listrik. Meskipun tidak kontak langsung, dampaknya tetap berbahaya dan dapat merusak perangkat elektronik.

Untuk mencegah dampak tersebut, penangkal petir menjadi komponen penting yang harus ada di setiap bangunan, khususnya bangunan tinggi. Di lingkungan Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik UNISSULA, penangkal petir dipasang pada gedung tertinggi di area laboratorium. Penempatan ini bertujuan untuk melindungi seluruh sistem kelistrikan dari sambaran petir.

Penangkal petir terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:

1. Batang penangkal (air terminal): batang logam runcing untuk menangkap petir,
2. Kawat konduktor: mengalirkan arus petir ke tanah,
3. Grounding system (sistem pentanahan): untuk menyalurkan arus ke dalam tanah dengan aman.

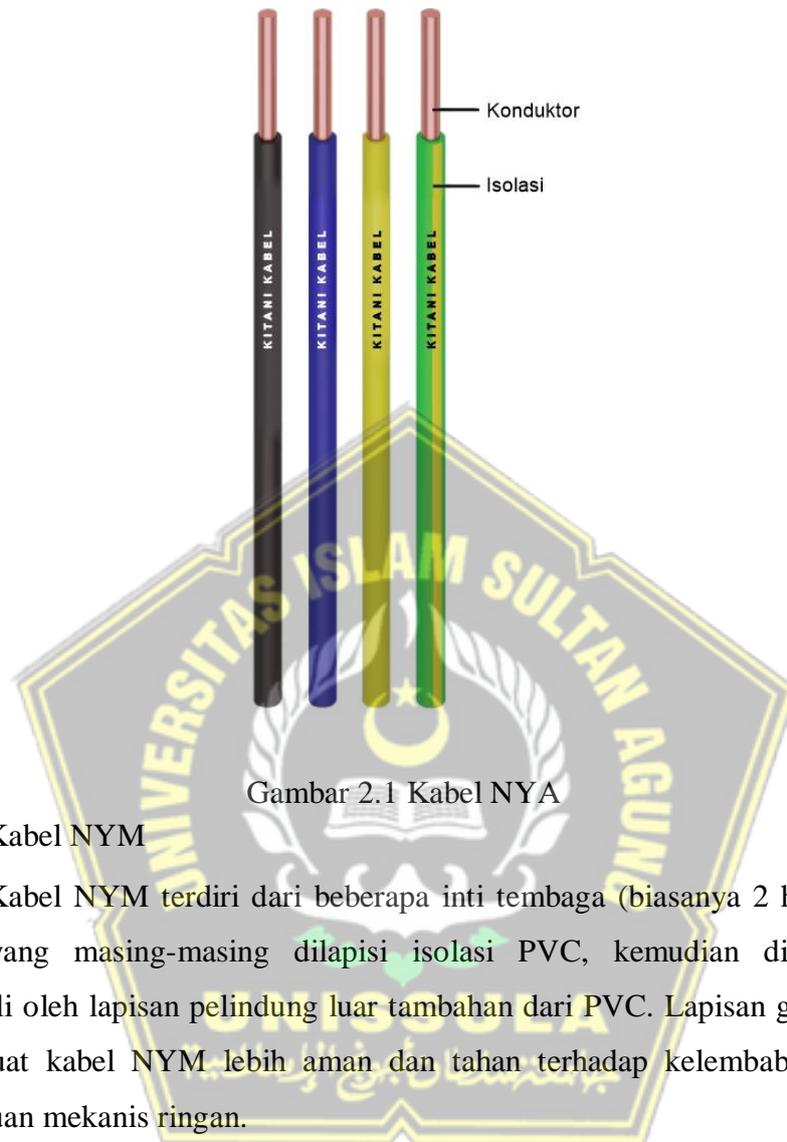
Dengan sistem ini, arus kejutan akibat petir dapat diminimalisir, sehingga lebih aman bagi manusia maupun peralatan elektronik di dalam laboratorium.

2.7 Jenis Kabel Listrik

Dalam instalasi listrik bangunan, pemilihan jenis kabel sangat menentukan aspek keandalan dan keselamatan sistem kelistrikan. Kabel berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber ke beban, sehingga karakteristik teknis kabel harus sesuai dengan kondisi lingkungan dan kebutuhan daya. Berdasarkan standar nasional dan internasional, terdapat beberapa jenis kabel yang umum digunakan, di antaranya kabel NYA, NYM, dan NYY.

1. Kabel NYA

Kabel NYA (kode: N = penghantar tembaga tunggal, Y = isolasi PVC, A = tanpa lapisan luar tambahan) merupakan jenis kabel berinti tunggal dengan satu lapisan isolasi berbahan Polyvinyl Chloride (PVC). Kabel ini fleksibel dan mudah dipasang, namun karena tidak memiliki lapisan pelindung tambahan, kabel NYA wajib dipasang di dalam pipa pelindung (conduit) untuk menghindari kerusakan mekanis atau gangguan dari luar. Kabel NYA umumnya digunakan dalam instalasi rumah tangga dan panel distribusi, khususnya untuk jaringan dalam dinding atau langit-langit, dengan arus rendah hingga menengah.

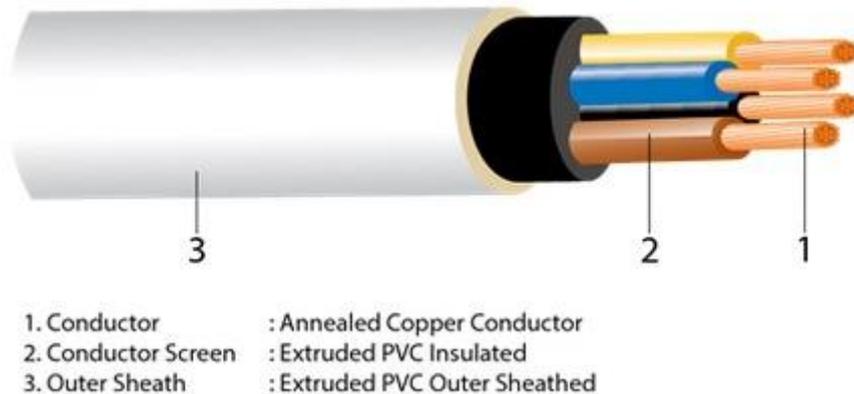


Gambar 2.1 Kabel NYA

2. Kabel NYM

Kabel NYM terdiri dari beberapa inti tembaga (biasanya 2 hingga 5 inti) yang masing-masing dilapisi isolasi PVC, kemudian dibungkus kembali oleh lapisan pelindung luar tambahan dari PVC. Lapisan ganda ini membuat kabel NYM lebih aman dan tahan terhadap kelembaban serta gangguan mekanis ringan.

Kabel NYM sesuai untuk instalasi dalam ruangan (indoor), seperti perumahan, perkantoran, dan gedung-gedung komersial. Namun, karena tidak tahan terhadap paparan langsung sinar UV dan air, kabel ini tidak direkomendasikan untuk penggunaan luar ruangan atau ditanam langsung dalam tanah tanpa pelindung tambahan.



Gambar 2.2 Kabel NYM [6]

3. Kabel NYY

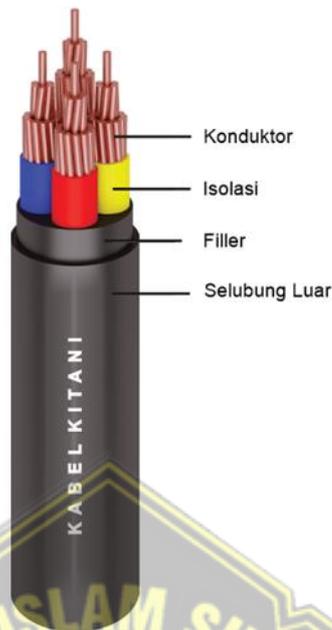
Kabel NYY adalah jenis kabel berinti tembaga yang dilengkapi isolasi dan selubung luar PVC yang lebih tebal dan kuat dibanding kabel NYM. Struktur ini menjadikan kabel NYY lebih tahan terhadap tekanan mekanik, kelembapan, dan kondisi lingkungan luar ruangan.

Kabel NYY dapat ditanam langsung dalam tanah tanpa pipa pelindung, sehingga sering digunakan untuk jalur distribusi daya dari panel utama ke sub-panel, maupun untuk jaringan luar ruangan. Kabel ini banyak di aplikasikan pada instalasi gedung bertingkat, area industri, dan perkantoran.

Tinjauan Standar dan Keamanan

Pemilihan kabel harus merujuk pada standar yang berlaku, seperti:

- PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik)
- SNI 04-6629.3-2006 tentang Kabel untuk Tegangan Rendah
- IEC 60228 dan IEC 60502 untuk standar internasional kabel daya



Gambar 2.3 Kabel NYYY [6]

Aspek yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan kabel meliputi: kemampuan hantar arus (KHA), ketahanan terhadap suhu, kelembapan, tekanan mekanis, serta ketentuan instalasi berdasarkan lokasi penggunaan (indoor/outdoor, ditanam dalam tanah, atau di udara bebas).

Instalasi penerangan merupakan bagian penting dari sistem kelistrikan suatu bangunan. Sistem ini membutuhkan jenis kabel yang tidak hanya mampu menghantarkan arus listrik dengan baik, tetapi juga memiliki ketahanan terhadap suhu, gangguan mekanis, serta memenuhi persyaratan keselamatan sesuai dengan standar PUIL dan SNI. Selain kabel NYA, NYM, dan NYYY, terdapat beberapa jenis kabel lain yang umum digunakan untuk instalasi lampu, antara lain:

4. Kabel NYMHY

Kabel NYMHY adalah kabel fleksibel yang terdiri dari beberapa inti tembaga serabut dan dilapisi dengan isolasi PVC di setiap inti serta

selubung luar tambahan dari PVC. Kabel ini dirancang untuk penggunaan dalam ruangan yang memerlukan kelenturan, seperti instalasi lampu gantung, kipas angin, dan alat rumah tangga ringan. Karakteristiknya Inti tembaga serabut (lebih fleksibel dari NYM/NYA) Tegangan kerja umum: 300/500 V



Gambar 2.4 Kabel NYMHY

5. Kabel TLY / TTR (Twisted Twin Rubber)

Kabel TTR atau dikenal juga sebagai kabel TLY, merupakan kabel dua inti tembaga yang dibalut dengan isolasi berbahan karet atau PVC dan biasanya disusun dengan cara dipilin (twisted).

6. Kabel Afdr / Afdrt

Kabel Afdr atau Afdrt adalah kabel tembaga fleksibel berisolasi tahan panas (biasanya hingga 105°C), digunakan dalam instalasi pencahayaan yang membutuhkan ketahanan suhu tinggi, seperti lampu sorot, downlight, atau area plafon yang tertutup.

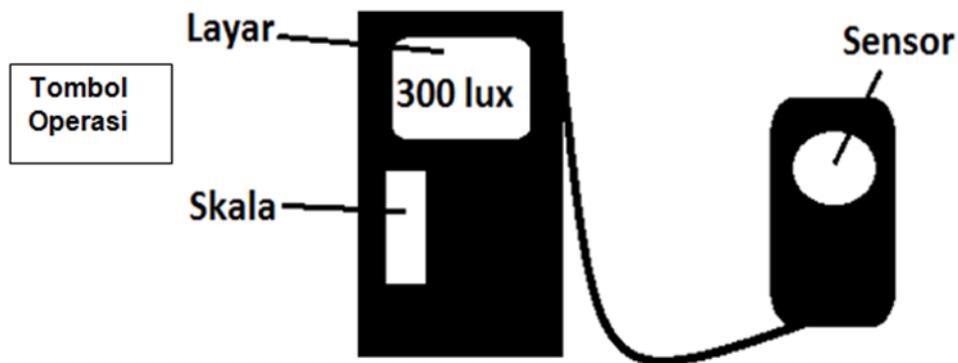
Pertimbangan Teknis Pemilihan Kabel untuk Lampu Dalam menentukan jenis kabel yang digunakan pada instalasi lampu, terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan :

- Tegangan dan arus nominal system
- Lingkungan instalasi (indoor, outdoor, tertanam, di udara bebas)
- Suhu sekitar dan ventilasi ruang
- Peraturan dan standar yang berlaku (PUIL, SNI, IEC)
- Kemudahan instalasi dan fleksibilitas kabel
- Estetika dan ruang gerak dalam pemasangan

Pemilihan kabel yang tepat dalam sistem penerangan tidak hanya berdampak pada efisiensi sistem, tetapi juga berpengaruh pada keselamatan pengguna. Kabel seperti NYM dan NYA sangat umum digunakan untuk instalasi permanen, sedangkan NYMHY, TTR, dan Afdr lebih sesuai untuk instalasi lampu dengan kebutuhan khusus seperti fleksibilitas tinggi atau suhu lingkungan yang ekstrem.

2.8 Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan dalam bangunan berfungsi untuk menyediakan cahaya yang cukup bagi aktivitas manusia. Sistem ini harus memenuhi standar ergonomi dan kesehatan. Dalam laboratorium, pencahayaan yang baik sangat penting untuk mendukung proses belajar, penelitian, dan aktivitas praktikum yang memerlukan konsentrasi visual tinggi.



Gambar 2.5 Lux Meter [7]

1. Layar (Display) Menampilkan hasil pengukuran tingkat pencahayaan dalam satuan lux.
2. Contoh pada gambar: alat menunjukkan nilai 300 lux, yang berarti intensitas cahaya yang mengenai sensor adalah 300 lumen per meter persegi.
3. Tombol Operasi Digunakan untuk menghidupkan/mematikan alat dan mengatur mode pengukuran. Beberapa alat memiliki fungsi tambahan seperti penyimpanan data, pengaturan skala otomatis/manual, dan pengukuran maksimum/minimum.
4. Skala Digunakan untuk menyesuaikan sensitivitas alat terhadap intensitas cahaya. Pada beberapa model, ini dapat berupa pengaturan manual agar pembacaan lebih akurat sesuai dengan tingkat pencahayaan ruang.
5. Sensor Merupakan bagian yang mendeteksi cahaya. Sensor ini biasanya berbentuk kubah atau datar dan terhubung ke unit utama dengan kabel. Sensor ini diletakkan pada posisi yang ingin diukur intensitas pencahayaannya, misalnya di atas meja kerja setinggi $\pm 0,8$ meter dari lantai (standar pengukuran menurut SNI). [7], [8]

2.8.1 Jenis-jenis Pencahayaan

1. Pencahayaan Umum (General Lighting): Memberikan penerangan merata di seluruh ruangan.
2. Pencahayaan Lokal (Task Lighting): Menyediakan pencahayaan tambahan di area kerja tertentu.
3. Pencahayaan Darurat (Emergency Lighting): Digunakan saat terjadi pemadaman listrik.

2.8.2 Standar Pencahayaan

Standar tingkat pencahayaan diukur dalam satuan lux. Berdasarkan SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan, tingkat pencahayaan minimum untuk laboratorium teknik adalah sekitar 300–500 lux, tergantung pada aktivitas yang dilakukan.

2.9 Konsep Pencahayaan

Pencahayaan merupakan salah satu aspek penting dalam desain lingkungan kerja, terutama di laboratorium teknik, karena berpengaruh langsung terhadap kenyamanan, keselamatan, dan produktivitas pengguna. Secara umum, pencahayaan adalah pemberian cahaya pada suatu area atau objek agar objek tersebut terlihat jelas dan dapat diamati dengan baik. Menurut standar Illuminating Engineering Society (IES), pencahayaan dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama, yaitu pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. Pencahayaan alami berasal dari sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan melalui jendela atau bukaan lain, sedangkan pencahayaan buatan menggunakan sumber cahaya seperti lampu listrik untuk menerangi ruang (SNI ISO 8995-1:2017).

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas pencahayaan meliputi intensitas cahaya, distribusi cahaya, warna cahaya, dan adanya silau atau

glare. Intensitas cahaya dinyatakan dalam satuan lux (lx), yang mengukur jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan tertentu. Standar pencahayaan untuk laboratorium teknik biasanya mengacu pada nilai minimal intensitas cahaya sebesar 300–500 lux, agar aktivitas kerja dapat dilakukan dengan optimal tanpa menyebabkan kelelahan mata. Pencahayaan yang baik tidak hanya memperhatikan besarnya intensitas cahaya, tetapi juga distribusi cahaya yang merata dan minim glare, sehingga pengguna dapat bekerja dengan nyaman dan mengurangi risiko kesalahan dalam proses kerja. Oleh karena itu, evaluasi pencahayaan dalam laboratorium teknik sangat diperlukan untuk memastikan bahwa standar pencahayaan terpenuhi dan lingkungan kerja aman serta nyaman [9]

2.10 Sistem Penumbumian

Sistem penumbumian adalah suatu sistem yang menghubungkan bagian dari instalasi listrik (baik logam maupun netral sistem) ke tanah (bumi) untuk menjamin keselamatan pengguna dan peralatan. Grounding memiliki peran penting dalam mencegah sengatan listrik akibat arus bocor serta melindungi peralatan dari tegangan lebih akibat petir atau gangguan sistem [4]

sistem penumbumian atau biasa disebut sebagai Sistem Arde merupakan sistem pengamanan terhadap peralatan-peralatan yang memakai listrik sebagai asal energi utama, Sistem Arde inilah yang berperan sebagai pelindung dan mengamankan peralatan-peralatan tersebut dari lonjakan arus listrik dan petir. Sistem grounding digambarkan sebagai hubungan antara suatu alat-alat atau sirkit listrik dengan bumi.

Tujuan utama sistem penumbumian :

1. Membatasi besar tegangan terhadap bumi supaya tetap berada didalam batasan yang diperbolehkan.
2. Memfasilitasi jalur aliran tegangan yang dapat memberikan sinyal jika terjadinya interaksi yang tidak diinginkan antara konduktor dan bumi. Sinyal ini akan menyebabkan bekerjanya alat-alat yang memutuskan suplai tegangan berdasarkan konduktor tersebut.
3. Melindungi manusia terhadap bahaya kebocoran arus dalam alat-alat listrik. Karakteristik sistem pembumian yang efektif antara lain merupakan Terencana dengan baik, seluruh koneksi yang ada.

didalam sistem perlu merupakan koneksi yang telah direncanakan sebelumnya menggunakan kaidah- kaidah tertentu.

1. Verifikasi secara visual bisa dilakukan.
2. Menghindarkan gangguan yang terjadi dalam arus listrik dari peralatan.
3. Semua komponen metal perlu ditahan/diikat oleh sistem pembumian, yang dimaksudkan guna meminimalkan arus listrik melalui material yang bersifat menjadi penghantar arus listrik dalam potensial listrik yang sama.

sistem pembumian yang baik untuk pentanahan netral dari suatu sistem energi listrik, pentanahan sistem penangkal petir dan pentanahan untuk suatu peralatan khususnya dibidang telekomunikasi dan elektro perlu diperhatikan dengan serius, karena pada prinsipnya pentanahan merupakan dasar yang dimaksudkan guna suatu sistem proteksi. Tidak jarang orang umum/ awam maupun seorang teknisi masih memiliki kekurangan dalam memprediksi nilai dari suatu resistansi pentanahan. Besaran yang sangat penting untuk diperhatikan dari suatu sistem pembumian merupakan resistansi suatu sistem dari pentanahan tersebut.

Grounding atau arde pada instalasi listrik berfungsi sebagai pencegah terjadinya hubungan antara makhluk hidup dengan tegangan listrik yang terekspos akibat terjadi kegagalan isolasi. Grounding pada Bangunan terpasang dua macam jenis, yaitu untuk instalasi listrik Bangunan dan instalasi penangkal petir. Kedua sistem grounding ini memang perlu dipisahkan pemasangannya dan berjarak setidaknya 10 meter.⁴ Agar sistem pembumian dapat bekerja secara efektif dan maksimal, sistem pembumian perlu memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:⁵

1. Membuat jalur resistansi rendah ke tanah untuk mengamankan peralatan menggunakan rangkaian yang efektif.
2. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (surge currents).
3. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk meyakinkan kontinuitas bahan tersebut sepanjang umur peralatan yang lindungi.
4. Menggunakan sistem mekanik yang bertenaga dan kuat tetapi mudah pelayanannya

Rumus Grounding (2.1)

Rumus umum sistem grounding:

$$R_g = \rho \times (L / A) \quad (2.1)$$

Keterangan:

- R_g = tahanan grounding (ohm, Ω)
- ρ = resistivitas tanah (ohm-meter, $\Omega \cdot m$)
- L = panjang elektroda (m)
- A = luas penampang elektroda (m^2)

Contoh Perhitungan Grounding

Misalnya:

- Jenis tanah: lempung basah $\rightarrow \rho = 10 \Omega \cdot \text{m}$
- Elektroda batang tembaga panjang 2 meter, diameter 1,27 cm (0,0127 m)

Rumus Luas Penampang (2.2)

Hitung luas penampang:

$$A = \pi \times r^2 = \pi \times (0,0127 / 2)^2 \approx 1,27 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (2.2)$$

Rumus Tahanan Pentanahan (2.3)

$$R_g = (10 \times 2) / (1,27 \times 10^{-4}) \approx 157480 \Omega \quad (2.3)$$

Catatan: Nilai ini terlalu besar. Dalam praktik, resistansi grounding yang baik umumnya $< 5 \text{ ohm}$, jadi digunakan beberapa batang atau pelat grounding paralel serta campuran tanah khusus seperti bentonit.

2.10.1 Tujuan Grounding

1. Melindungi manusia dari sengatan listrik.
2. Menjaga kestabilan tegangan sistem.
3. Melindungi peralatan dari lonjakan tegangan.

2.10.2 Jenis Grounding

1. Grounding sistem (System Grounding): Menghubungkan bagian sistem tenaga (biasanya titik netral trafo atau genset) ke tanah.
2. Grounding peralatan (Equipment Grounding): Menghubungkan bagian logam dari peralatan listrik ke tanah.

2.10.3 Nilai Resistansi Grounding

Menurut PUIL 2011, nilai tahanan pembumian (grounding) yang baik untuk sistem listrik umum adalah $\leq 5 \text{ ohm}$, sementara untuk sistem proteksi petir disarankan $\leq 1 \text{ ohm}$.

2.11 Standar dan Peraturan yang Berlaku

Analisa instalasi listrik harus mengacu pada beberapa standar dan peraturan yang berlaku, antara lain:

PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik)

SNI 03-6197-2000 (Sistem Pencahayaan) [5]

Standar pencahayaan menurut SNI untuk beberapa area di gedung adalah sebagai berikut:

1. Ruang kelas: Membutuhkan tingkat pencahayaan horizontal (illuminance) sebesar 300–500 lux, agar proses belajar mengajar seperti membaca, menulis, dan menyimak materi dapat berjalan dengan nyaman.
2. Laboratorium: Karena kegiatan bersifat teknis dan detail (seperti pengukuran, perakitan, pengamatan), pencahayaan minimal adalah 500–750 lux agar keselamatan dan ketelitian kerja terjamin.
3. Lorong/sirkulasi: Membutuhkan pencahayaan sebesar 100–150 lux sebagai jalur penghubung antar-ruangan.

Pengukuran pencahayaan dilakukan menggunakan alat *lux meter*. Keamanan Melalui Sistem Grounding Keamanan instalasi kelistrikan sangat penting untuk mencegah kerusakan akibat gangguan seperti petir, hubung singkat (korsleting), maupun kelebihan beban. Untuk itu, setiap instalasi tenaga listrik wajib dilengkapi dengan sistem pentanahan (grounding) guna melindungi peralatan dan keselamatan manusia [1]

Sistem grounding diperlukan pada pembangkit, jaringan distribusi, hingga peralatan pengguna, terutama yang sensitif terhadap lonjakan arus. Grounding yang baik akan menyalurkan arus gangguan langsung ke tanah sehingga tidak membahayakan pengguna dan tidak merusak peralatan.

Berdasarkan PUIL 2011, nilai tahanan pembumian yang direkomendasikan adalah:

- < 5 ohm untuk proteksi umum bangunan terhadap petir
- < 3 ohm untuk peralatan elektronik
- < 1 ohm untuk perangkat sensitif tertentu

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tahanan pentanahan meliputi kedalaman dan diameter elektroda, jenis tanah, dan jumlah batang elektroda. Pengukuran dilakukan menggunakan alat *earth tester* dengan bantuan beberapa komponen seperti:

1. Elektroda bantu
2. Kabel penghubung (warna hijau, kuning, dan merah)

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah sistem pencahayaan dan grounding di laboratorium Teknik Elektro UNISSULA telah memenuhi standar yang berlaku serta mampu mendukung kenyamanan dan keamanan penggunaan gedung.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Dan Waktu Penelitian

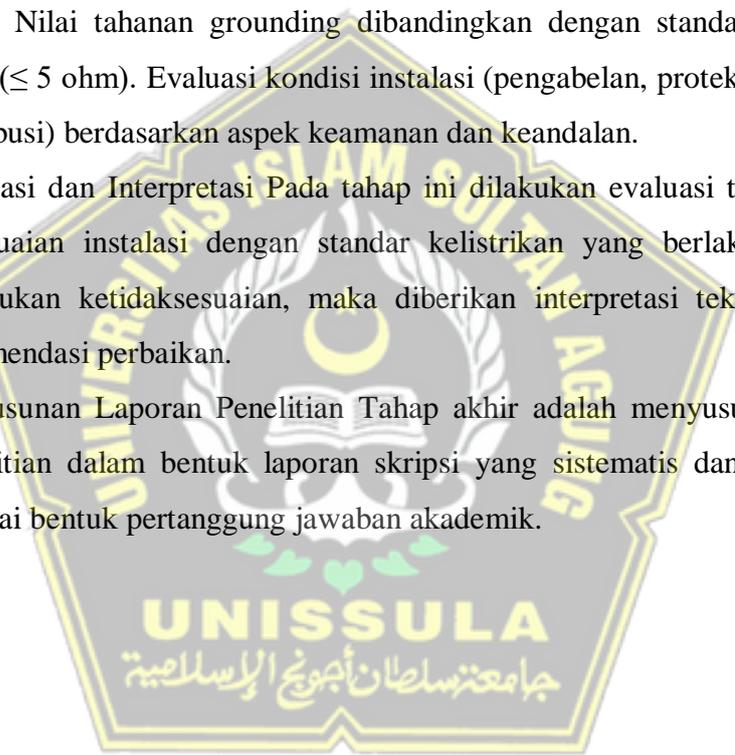
Pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan ketersediaan sarana dan prasarana di lokasi, serta dukungan dari pihak laboratorium. Adapun lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang, yang terletak di Jalan Kaligawe Raya KM. 4, Semarang, Jawa Tengah. Laboratorium ini dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki fasilitas instalasi listrik dan sistem grounding yang digunakan untuk kegiatan praktikum dan penelitian mahasiswa, sehingga penting untuk dianalisis kelayakan dan kesesuaiannya dengan standar yang berlaku. Penelitian ini dimulai pada bulan Mei 2024 sampai Mei 2025.

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis agar memperoleh hasil analisis yang akurat dan sesuai dengan tujuan. Adapun tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur Tahap awal dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari teori-teori serta standar yang relevan, seperti PUIL 2011, SNI 03-6197-2000, serta referensi dari jurnal dan skripsi sebelumnya. Hal ini bertujuan untuk memahami dasar teknis mengenai instalasi listrik pencahayaan dan sistem grounding.
2. Survei dan Observasi Lapangan Melakukan observasi langsung ke Laboratorium Teknik Elektro UNISSULA guna mengidentifikasi kondisi aktual instalasi listrik, jenis lampu yang digunakan, tata letak titik pencahayaan, serta sistem pembumian (grounding) yang terpasang.

3. Pengukuran dan Pengumpulan Data Melakukan pengukuran di lapangan menggunakan alat bantu seperti Lux Meter untuk mengukur tingkat pencahayaan di berbagai titik ruangan. Earth Tester untuk mengukur tahanan sistem grounding. Dokumentasi visual terhadap instalasi listrik yang ada.
4. Analisis Data, Data yang diperoleh dianalisis dengan membandingkan hasil pengukuran dengan standar yang berlaku, antara lain: Tingkat pencahayaan dibandingkan dengan standar lux dari SNI 03-6197-2000. Nilai tahanan grounding dibandingkan dengan standar PUIL 2011 (≤ 5 ohm). Evaluasi kondisi instalasi (pengabelan, proteksi, jalur distribusi) berdasarkan aspek keamanan dan keandalan.
5. Evaluasi dan Interpretasi Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap kesesuaian instalasi dengan standar kelistrikan yang berlaku. Jika ditemukan ketidaksesuaian, maka diberikan interpretasi teknis dan rekomendasi perbaikan.
6. Penyusunan Laporan Penelitian Tahap akhir adalah menyusun hasil penelitian dalam bentuk laporan skripsi yang sistematis dan ilmiah sebagai bentuk pertanggung jawaban akademik.

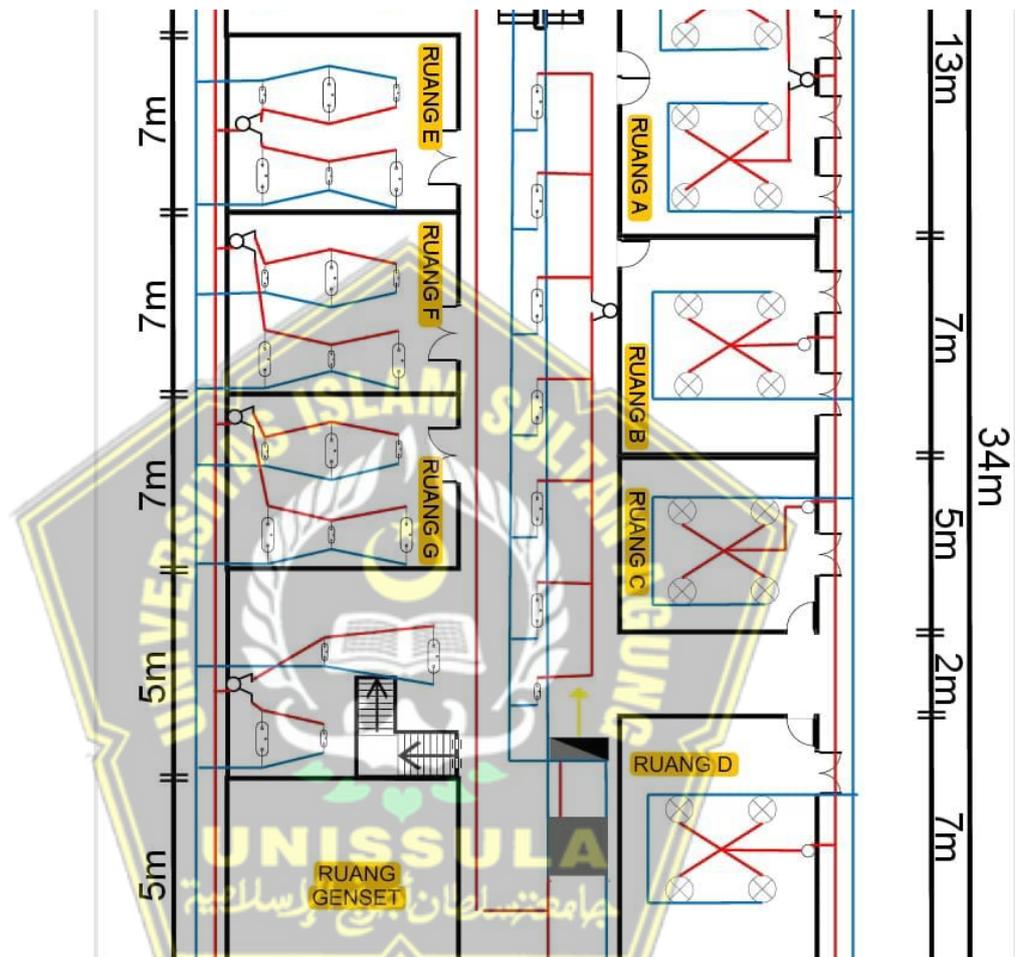




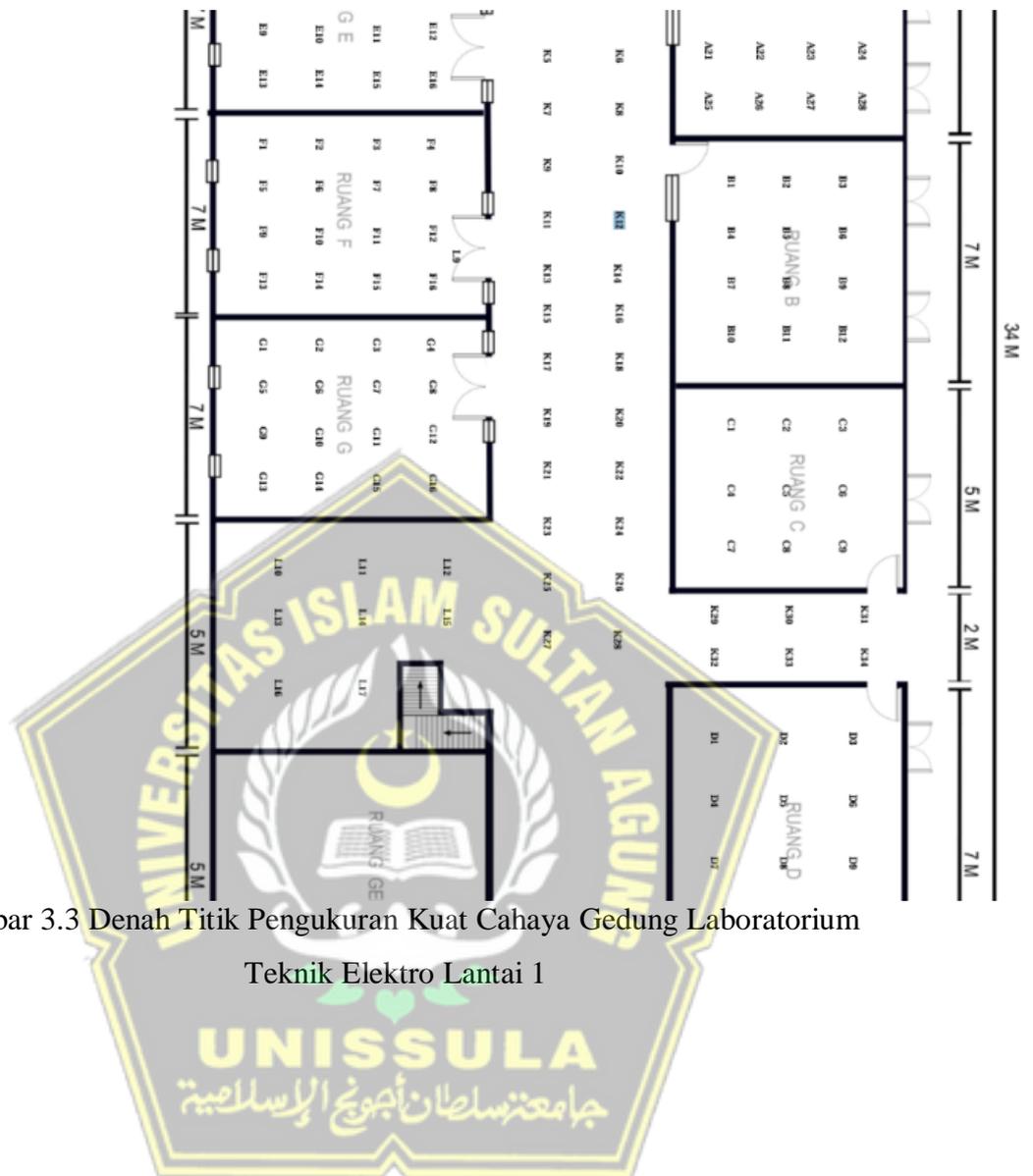
Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Evaluasi Sistem Penerangan Dan Grounding

3.3 Model Penelitian

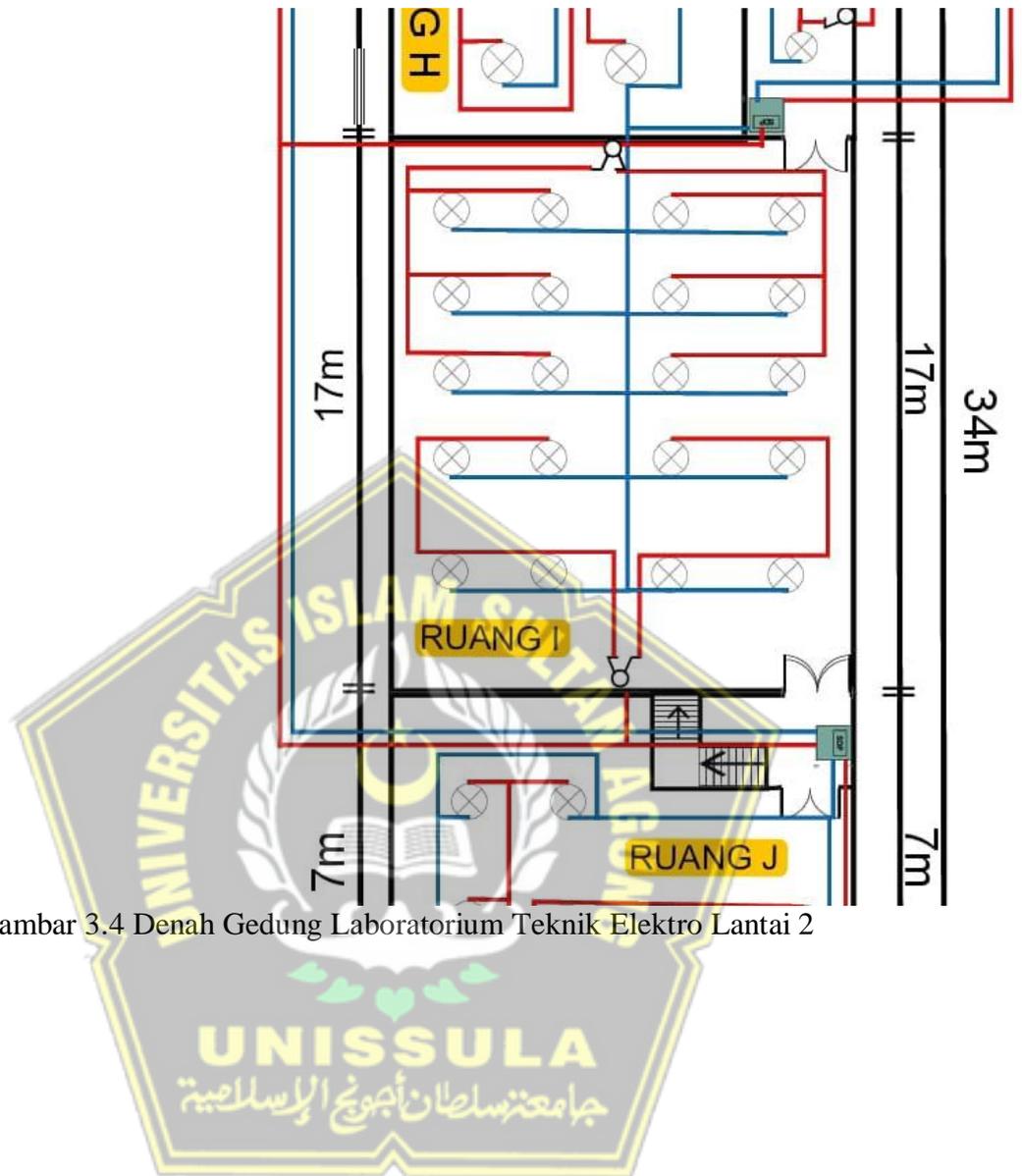
Model Penelitian adalah ilustrasi antara obyek penelitian dan peralatan yang akan digunakan, juga pengkondisian saat melakukan pengukuran / treatment.



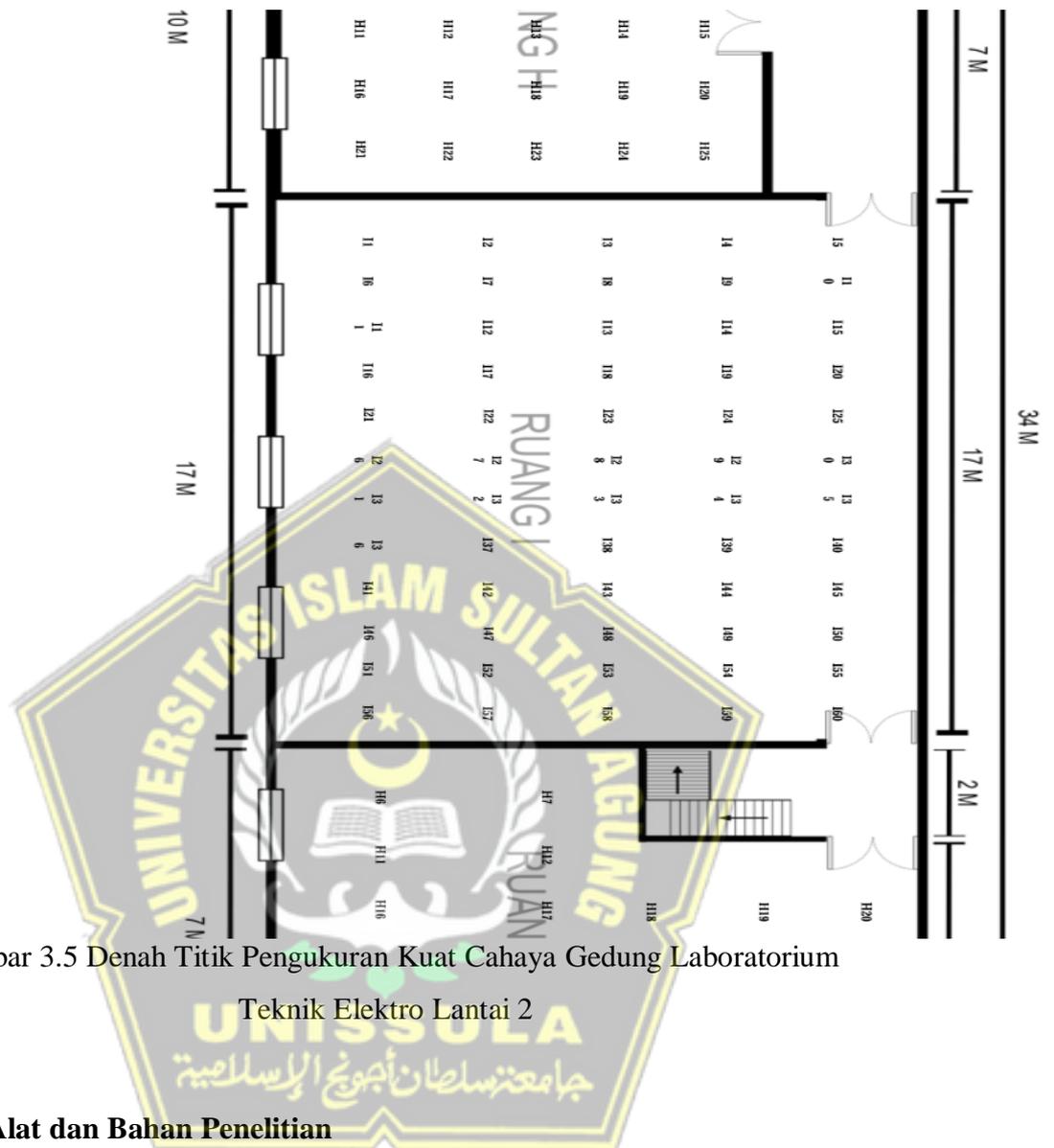
Gambar 3.2 Denah Gedung Laboratorium Teknik Elektro Lantai 1



Gambar 3.3 Denah Titik Pengukuran Kuat Cahaya Gedung Laboratorium Teknik Elektrolantai 1



Gambar 3.4 Denah Gedung Laboratorium Teknik Elektro Lantai 2



Gambar 3.5 Denah Titik Pengukuran Kuat Cahaya Gedung Laboratorium

Teknik Elektro Lantai 2

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, digunakan beberapa alat dan bahan yang menunjang proses pengumpulan data serta analisis instalasi listrik penerangan dan sistem grounding. Adapun alat dan bahan tersebut adalah sebagai berikut:

3.4.1 Alat Penelitian

1. Multimeter Digital, Digunakan untuk mengukur tegangan (*volt*), arus (*ampere*), resistansi (*ohm*), dan kontinuitas rangkaian pada instalasi listrik.



Gambar 3.6 Multimeter Digital

2. Lux Meter (*Light Meter*), Digunakan untuk mengukur intensitas pencahayaan (*lux*) pada berbagai titik di ruang laboratorium. Hasil pengukuran ini digunakan untuk mengetahui apakah pencahayaan sudah sesuai dengan standar pencahayaan yang direkomendasikan oleh SNI (Standar Nasional Indonesia) atau standar internasional lainnya. Pengukuran dilakukan di berbagai titik dengan kondisi pencahayaan yang menyala secara normal.



Gambar 3.7 Lux Meter

3. *Earth Tester* (Pengukur Tahanan Pentanahan), Alat khusus untuk mengukur nilai tahanan tanah (*ground resistance*) guna mengevaluasi kualitas sistem *grounding*. Alat ini digunakan untuk mengukur tahanan sistem pembumian (*grounding resistance*). Pengukuran ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem *grounding* pada instalasi listrik laboratorium Teknik Elektro di Universitas Islam Sultan Agung Semarang telah memenuhi standar keamanan kelistrikan sesuai PUIL 2011 dan SNI.



Gambar 3.8 *Earth Tester*

4. Clamp meter, atau sering disebut tang ampere, adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur arus listrik tanpa harus memutus rangkaian. Alat ini bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik, memungkinkan pengukuran arus AC dan DC secara aman dan efisien. Beberapa model juga dilengkapi dengan fitur tambahan seperti pengukuran tegangan, resistansi, frekuensi, dan suhu.



Gambar 3.9 Clamp Meter

5. Smartphone Oppo A92, Digunakan untuk mendokumentasikan kondisi fisik instalasi, posisi panel listrik, titik lampu, dan sistem pentanahan.
6. Laptop Lenovo ideapad 110-14ISK, Digunakan untuk mengolah data hasil pengukuran, membuat grafik atau tabel, serta menyusun laporan akhir penelitian.
7. Alat Tulis & Formulir Pengamatan, Berfungsi sebagai media pencatatan selama observasi dan pengukuran di lapangan.

3.4.2 Bahan Penelitian

1. Dokumen Gambar Instalasi terdapat pada Gambar 3.2 dan 3.3, Merupakan blueprint atau denah sistem instalasi listrik dan grounding yang ada di laboratorium, sebagai pembandingan terhadap kondisi aktual.
2. Standar dan Referensi, Termasuk di antaranya dokumen PUIL 2011, SNI instalasi listrik, dan buku teknik elektro yang dijadikan acuan dalam analisis.
3. Data Teknis Lapangan, Data hasil observasi langsung, seperti jumlah titik lampu, ukuran kabel, jenis pengaman, jenis sistem pentanahan, dan sebagainya.



BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil Pengujian Perhitungan Pencahayaan

Setelah melalui proses pembuatan di Laboratorium Universitas Islam Sultan Agung Semarang Untuk menghindari terjadinya kerusakan pada sebuah penghantar, maka luas penampang penghantar harus diperhitungkan dengan teliti.

Kerusakan pada sebuah penghantar dapat diakibatkan pada aliran arus yang melalui penghantar tersebut melebihi kapasitas kemampuan hantar arus (KHA). Jenis penghantar yang tepat akan sangat menentukan kemampuan dan keandalan untuk peralatan listrik yang bekerja.

Sesuai dengan PUIL 2000 :

1. Semua penghantar yang digunakan harus dibuat dari bahan yang memenuhi syarat, sesuai dengan tujuan dan penggunaannya, serta telah diperiksa dan diuji menurut standar penghantar yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang.
2. Penghantar harus diamankan dengan alat pengaman (pengaman lebur atau pemutus daya) yang harus membuka sirkit dalam waktu yang tepat bila timbul bahaya bahwa suhu penghantar akan menjadi terlalu tinggi. Untuk mendapatkan besarnya nilai KHA pada sebuah penghantar, maka terlebih dahulu harus didapatkan nilai arus maksimum yang akan mengalir pada penghantar tersebut.

4.1.1 Perhitungan Pencahayaan Pada Lantai 1

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Ruang A Menggunakan Lux Meter

NILAI LUX PADA TIAP TITIK LAMPU			
A1= 388	A2= 360	A3= 723	A4= 908
A5= 400	A6= 517	A7= 914	A8= 820
A9= 390	A10= 550	A11= 742	A12= 790
A13= 298	A14= 382	A15= 680	A16= 697
A17= 313	A18=344	A19=471	A20= 611
A21= 270	A22=246	A23=345	A24=393
A25= 314	A26= 335	A27= 499	A28= 742

1. Perhitungan instalasi

- Ukuran ruangan:

Lebar = 5 meter

Panjang = 13 meter

Luas = $5 \times 13 = 65 \text{ m}^2$

- Jumlah lampu = 8 buah

- Spesifikasi lampu:

Daya per lampu = 23 Watt

Lumen per lampu = 1900 lumen

- Tegangan listrik: 220 Volt

- Nilai total Daya

$P_{\text{total}} = \text{Jumlah Lampu} \times \text{Daya per lampu}$

$P_{\text{total}} = 8 \times 23 = 184 \text{ Watt}$

- Nilai Arus listrik total

$I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,836 \text{ Ampere}$

- Nilai Arus Perlampu

$I = P / V$

$I = 23 / 220 = 0,1045 \text{ Ampere}$

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

Lux rata-rata = $(388 + 360 + 723 + 908 + 400 + 517 + 914 + 820 + 390 + 550 + 742 + 790 + 298 + 382 + 680 + 697 + 313 + 344 + 471 + 611 + 270 + 246 + 345 + 393 + 314 + 335 + 499 + 742) / 28 = 560,46$ lux

3. Total Lumen yang Diperlukan

Lumen = Lux rata-rata \times Luas ruangan = $560,46 \times 65 = 36.429,9$ lumen

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

Daya (Watt) = $36.429,9 / 100 = 364,299$ Watt

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 560,46 lux
- Total lumen dibutuhkan: ~36.429,9 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 300–500 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Ruang B

NILAI		
B1= 248	B2= 384	B3=391
B4= 180	B5= 188	B6=197
B7= 275	B8= 341	B9=347
B10=189	B11=193	B12=202

1. Perhitungan instalasi

- Ukuran ruangan:

Lebar = 5 meter

Panjang = 7 meter

Luas = $5 \times 7 = 35 \text{ m}^2$

- Jumlah lampu = 4 buah
- Spesifikasi lampu:
 - Daya per lampu = 23 Watt
 - Lumen per lampu = 1900 lumen
- Tegangan listrik: 220 Volt
- Nilai total Daya
 - $P_{total} = \text{Jumlah Lampu} \times \text{Daya per lampu}$
 - $P_{total} = 4 \times 23 = 92 \text{ Watt}$
- Nilai Arus listrik total
 - $I = 92 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,418 \text{ Ampere}$
- Nilai Arus Perlampu
 - $I = P / V$
 - $I = 23 / 220 = 0,1045 \text{ Ampere}$
- 2. Perhitungan kuat cahaya
 - Rata-rata Lux (Lux rata-rata)
 - Lux rata-rata =
 - $(248+384+391+180+188+197+275+341+347+189+193+202) / 12$
 - $= 261,25 \text{ lux}$
- 3. Total Lumen yang Diperlukan
 - $\text{Lumen} = \text{Lux rata-rata} \times \text{Luas ruangan} = 261,25 \times 35 = 9.143,75$
 - lumen
- 4. Estimasi Daya Lampu
 - Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt
 - $\text{Daya (Watt)} = 9.143,75 / 100 = 91,4375 \text{ Watt}$
- 5. Kesimpulan Analisis
 - Rata-rata pencahayaan: 261,25 lux
 - Total lumen dibutuhkan: ~9.143,75 lumen
 - Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)

- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 300–500 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Ruangan C

NILAI		
C1=251	C2=297	C3=334
C4=199	C5=270	C6=299
C7=240	C8=277	C9=302

1. Perhitungan instalasi

- Ukuran ruangan:
 Lebar = 5 meter
 Panjang = 5 meter
 Luas = $5 \times 7 = 25 \text{ m}^2$
- Jumlah lampu = 4 buah
- Spesifikasi lampu:
 Daya per lampu = 23 Watt
 Lumen per lampu = 1900 lumen
- Tegangan listrik: 220 Volt
- Nilai total Daya
 $P_{\text{total}} = \text{Jumlah Lampu} \times \text{Daya per lampu}$
 $P_{\text{total}} = 4 \times 23 = 92 \text{ Watt}$
- Nilai Arus listrik total
 $I = 92 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,418 \text{ Ampere}$
- Nilai Arus Perlampu
 $I = P / V$
 $I = 23 / 220 = 0,1045 \text{ Ampere}$

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

Lux rata-rata =

$$(251+297+334+199+270+299+240+277+302) / 9$$

$$= 273,33 \text{ lux}$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$$\text{Lumen} = \text{Lux rata-rata} \times \text{Luas ruangan} = 273,33 \times 25 = 6.833,25 \text{ lumen}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = 6.833,25 / 100 = 68,3325 \text{ Watt}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 273,33 lux
- Total lumen dibutuhkan: ~6.833,25 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 300–500 lux (SNI 6197:2011)

4.1.2 Perhitungan Pencahayaan Pada Lantai 2

Tabel 4.4 Data Nilai Lux Pada Ruangan H Titik H1-H25

NILAI LUX PADA TIAP TITIK LAMPU				
602	494	442	418	374
352	351	360	327	276
471	429	398	346	338
653	452	347	352	323
327	354	341	311	288

1. Perhitungan instalasi

- Ukuran ruangan:

Lebar = 6 meter

Panjang = 10 meter

Luas = $6 \times 10 = 60 \text{ m}^2$

- Jumlah lampu = 9 buah

- Spesifikasi lampu:

Daya per lampu = 23 Watt

Lumen per lampu = 1900 lumen

- Tegangan listrik: 220 Volt

- Nilai total Daya

$P_{\text{total}} = \text{Jumlah Lampu} \times \text{Daya per lampu}$

$P_{\text{total}} = 9 \times 23 = 207 \text{ Watt}$

- Nilai Arus listrik total

$I = 207 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,94 \text{ Ampere}$

- Nilai Arus Perlampu

$I = P / V$

$I = 23 / 220 = 0,1045 \text{ Ampere}$

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

Lux rata-rata =

$$(602 + 494 + 442 + 418 + 374 + 352 + 351 + 360 + 327 + 276 + 471 + 429 + 398 + 346 + 338 + 653 + 452 + 347 + 352 + 323 + 327 + 354 + 341 + 311 + 288) / 25 = 389,04 \text{ lux}$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$$\text{Lumen} = \text{Lux rata-rata} \times \text{Luas ruangan} = 389,04 \times 60 = 23.342,4 \text{ lumen}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = 23.342,4 / 100 = 233,424 \text{ Watt}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 273,33 lux
- Total lumen dibutuhkan: ~23.342,4 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)

Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 300–500 lux (SNI 6197:2011)

4.2 Hasil Perhitungan Kabel

Pada bab ini disajikan hasil perhitungan dan analisis terhadap kebutuhan instalasi kabel serta sistem grounding pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Perhitungan dilakukan berdasarkan data spesifikasi ruangan, nilai pencahayaan (lux) di tiap titik lampu, serta kebutuhan standar keselamatan listrik sesuai peraturan dan rekomendasi teknis.

Analisis dimulai dengan estimasi total daya listrik dari sistem penerangan berdasarkan rata-rata nilai lux yang diperoleh dari 28 titik pengukuran. Dari total daya yang diperoleh, dilakukan perhitungan arus

listrik dan penentuan ukuran kabel jenis NYM yang sesuai untuk menjamin kinerja dan keamanan instalasi.

Selain itu, perhitungan sistem grounding juga dilakukan untuk memastikan bahwa sistem proteksi terhadap gangguan arus bocor atau petir telah memenuhi standar resistansi tanah. Nilai resistansi dihitung menggunakan metode per batang elektroda tanah, dan disesuaikan jumlah batang agar tercapai nilai tahanan di bawah ambang batas yang direkomendasikan ($< 5 \text{ Ohm}$).

Hasil perhitungan yang diperoleh akan menjadi dasar dalam perencanaan dan pelaksanaan instalasi listrik agar sesuai dengan ketentuan teknis dan aspek keselamatan kerja.

4.2.1 Perhitungan Ukuran Kabel Pada Lantai 1

Pada perhitungan ini di hitung secara total titik keseluruhan pada Lantai 1

1. Langkah : Hitung rata-rata lux dan tentukan jumlah lampu.

$$\text{Jumlah titik lampu} = 52$$

$$\text{Total lux} = 14.070/149 \text{ titik lux} = 94,4$$

$$\text{Rata-rata lux} = 94,4$$

2. Luas Ruangan : $34\text{m} \times 14\text{m} = 476\text{m}^2$
3. Total Lumen dibutuhkan $94,4 \times 476\text{m}^2 = 44.948 \text{ lux}$
4. Lampu LED 23 watt dengan lumen 1.900
 $44.948 / 1.900 = 23,6 \text{ lampu}$
 $P_{\text{total}} = 23,6 \times 23\text{ watt} = 542,8 \text{ watt}$
5. Tegangan $V=220\text{V}$, Faktor daya ($\cos\phi$) diasumsikan 0,9 :
 $I = P / V \times \cos \phi = 542,8 / 220 \times 0,9$
 $= 2,74 \text{ Ampere}$

4.2.2 Perhitungan Ukuran Kabel Pada Lantai 2

Pada perhitungan ini di hitung secara total titik keseluruhan pada Lantai 2

1. Langkah : Hitung rata-rata lux dan tentukan jumlah lampu.

$$\text{Jumlah lampu} = 34$$

$$\text{Jumlah titik pengukuran} = 101$$

$$\text{Total lux} = 39.464$$

$$\text{Rata-rata lux} = 39.464 / 101 = 390,73 \text{ lux}$$

2. Luas Ruang : $34\text{m} \times 9\text{m} = 306\text{m}^2$

3. Total Lumen dibutuhkan $390,73 \times 306\text{m}^2 = 119.563,38$

4. Lampu LED 23 watt dengan lumen 1.900

$$119.563,38 / 1.900 = 62,9 \text{ lampu}$$

$$P_{\text{total}} = 34 \times 23\text{watt} = 782 \text{ watt}$$

5. Tegangan $V=220\text{VV} = 220\text{VV}=220\text{V}$, Faktor daya ($\cos\phi$) diasumsikan 0.9 (lampu LED): $I = 782 / (220 \times 0,9) = 3,9 \text{ Ampere}$

4.2.3 Hasil Pengukuran Pentanahan

Tabel 4.5 Hasil Dan Perbandingan kepada nilai standar PUIL 2011

Jenis Instalasi / Peralatan	Nilai Tahanan Pentanahan Maksimum (Ω)	Keterangan
Sistem pentanahan umum	$\leq 5 \Omega$	Untuk instalasi umum, sistem proteksi terhadap sentuhan tak

Jenis Instalasi / Peralatan	Nilai Tahanan Pentanahan Maksimum (Ω)	Keterangan
		langsung.
Pentanahan gardu distribusi	$\leq 1 \Omega$	Agar proteksi sistem (MCB, fuse) bekerja efektif saat gangguan hubung tanah.
Pentanahan penangkal petir	$\leq 10 \Omega$	Disarankan $< 5 \Omega$ untuk efektivitas perlindungan.
Pentanahan untuk perangkat elektronik sensitif	$\leq 1 \Omega$	Untuk menghindari gangguan sinyal, lonjakan tegangan.
Pentanahan sistem netral (TT system)	$\leq 2 \Omega$	Agar proteksi arus gangguan bekerja cepat dan efektif.
Parameter	Nilai Pengukuran	Nilai Maksimum (PUIL 2011)
Tegangan Gangguan (V)	2.4 V	Aman untuk pengukuran resistansi $\leq 5 \Omega$
Tahanan Pentanahan (Ω)	0.38 Ω	Dalam standar SNI / IEEE $\leq 1 \Omega$

Keterangan: Nilai tegangan gangguan 0.24 V menunjukkan tidak ada interferensi signifikan.

Nilai tahanan pentanahan 0.38 ohm termasuk sangat baik, di bawah batas ideal:

- $\leq 1 \Omega$ untuk proteksi petir

- $\leq 5 \Omega$ untuk instalasi umum

Kesimpulan: Sistem grounding dalam kondisi sangat baik dan aman untuk proteksi terhadap gangguan listrik dan sambaran petir.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem pencahayaan di Laboratorium Teknik Elektro UNISSULA secara umum sudah memenuhi standar pencahayaan sesuai SNI 6197:2011. Tingkat pencahayaan rata-rata di lantai 1 adalah 628,75 lux dan di lantai 2 sebesar 389,04 lux, yang cukup mendukung kenyamanan visual dalam aktivitas laboratorium.
2. Sistem pentanahan masih belum memenuhi standar PUIL 2011 karena nilai resistansi yang diukur berada pada kisaran $\pm 49,4$ ohm, jauh di atas ambang batas maksimum 5 ohm.
3. Perbaikan sistem grounding sangat diperlukan, seperti penambahan batang elektroda grounding secara paralel atau penerapan metode grounding mesh/chemical grounding untuk menurunkan resistansi ke bawah 5 ohm.

5.2 Saran

1. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:
2. Sistem pencahayaan di Laboratorium Teknik Elektro UNISSULA secara umum sudah memenuhi standar pencahayaan sesuai SNI 6197:2011. Tingkat pencahayaan rata-rata di lantai 1 adalah 628,75 lux dan di lantai 2 sebesar 389,04 lux, yang cukup mendukung kenyamanan visual dalam aktivitas laboratorium.

3. Sistem pentanahan masih belum memenuhi standar PUIL 2011 karena nilai resistansi yang diukur berada pada kisaran $\pm 49,4$ ohm, jauh di atas ambang batas maksimum 5 ohm.
4. Perbaikan sistem grounding sangat diperlukan, seperti penambahan batang elektroda grounding secara paralel atau penerapan metode grounding mesh/chemical grounding untuk menurunkan resistansi ke bawah 5 ohm.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Mahfud, 'STUDI KELAYAKAN SISTEM GROUNDING PADA INSTALASI LISTRIK GEDUNG FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR -RANIRY BANDA ACEH', Banda Aceh, 2022.
- [2] B. W. Pramono, Suyamto, and S. D. Prabowo, 'PERANCANGAN GROUNDING UNTUK LABORATORIUM TEKNIK TEGANGAN TINGGI DI TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA', *Teknoin*, vol. 22, no. 01, pp. 1–8, 2016.
- [3] R. Mubarak, R. N. Prasetyono, and Z. Alfarikhi, 'Analisis Sistem Grounding Menggunakan Elektroda Ground Rod Jenis Tembaga Pada Gedung A dan D di Universitas Peradaban', *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 4, no. 2, pp. 100–107, Jul. 2022, doi: 10.20895/jtece.v4i2.708.
- [4] A. Budiman, 'Analisa Tahanan Pembumian Peralatan Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan Yang Menggunakan Elektrode Pasak Tunggal Panjang 2 Meter', *Jurnal Penelitian Enjiniring*, vol. 21, no. 1, pp. 75–80, May 2017, doi: 10.25042/jpe.052017.11.
- [5] A. P. Sidiq, E. Priatna, and I. Usrah, 'ANALISIS KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK DI PT. KOMATSU INDONESIA (KBN PLANT)', Oktober, 2023.
- [6] A. Eka, P. Lestari, and P. Oetomo, 'ANALISIS PEMILIHAN PENGHANTAR TENAGA LISTRIK PALING EFFISIEN PADA GEDUNG BERTINGKAT'.
- [7] T. Taali, A. B. Pulungan, H. Hambali, and A. Angraini, 'Studi Kelayakan Sistem Grounding Di Fakultas Pariwisata Dan Perhotelan Universitas Negeri Padang', *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 2, p. 328, Aug. 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i2.114829.
- [8] M. Rianda, A. B. Pulungan, S. Sukardi, and T. Taali, 'Studi Kelayakan Sistem Grounding Pada Gedung Olahraga Universitas

Negeri Padang’, *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 96–101, Jan. 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.205.

- [9] A. V. Wijayanto, ‘PERANCANGAN BOUTIQUE HOTEL DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR EKOLOGI DI PRAWIROTAMAN YOGYAKARTA’, Yogyakarta, 2020.

