

**ANALISIS KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK BANGUNAN
SEKOLAH SMA ISLAM SULTAN AGUNG 1 SEMARANG**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

NAMA : MOHAMMAD RAYHAN F.I

NIM : 30602000006

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

2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK BANGUNAN SEKOLAH SMA ISLAM SULTAN AGUNG 1 SEMARANG” ini disusun oleh :

Nama : Mohammad Rayhan Fawwazimtiyaz

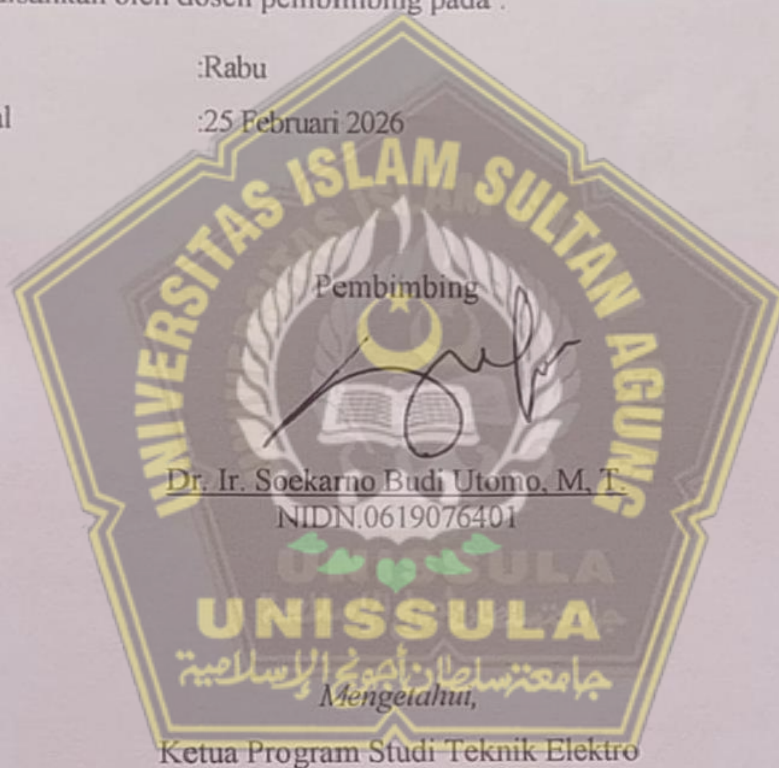
NIM : 30602000006

Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari :Rabu

Tanggal :25 Februari 2026



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK BANGUNAN SEKOLAH SMA ISLAM SULTAN AGUNG 1 SEMARANG” ini telah dipertahankan di depan Dosen Penguji Tugas Akhir pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 25 Februari 2026

TIM PENGUJI

Tanda Tangan

Ketua Penguji dan Penguji I

Ir. Ida Widiastuti, M.T.
NIDN. 0005036501



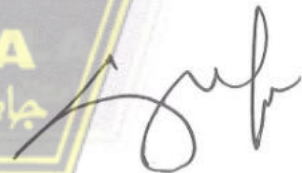
Penguji II

Prof. Dr. Ir. Muhammad Haddin, M.T.
NIDN. 0618066301



Penguji III

Dr. Ir. Sukarno Budi Utomo, M.T.
NIDN. 0619076401



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mohammad Rayhan Fawwazimtiyaz
NIM : 30602000006
Judul Tugas Akhir : ANALISIS KELAYAKAN INSTALASI
LISTRIK BANGUNAN SEKOLAH SMA
ISLAM SULTAN AGUNG 1 SEMARANG

Dengan bahwa ini saya menyatakan bahwa judul dan isi 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.

Semarang, 25 Februari 2026

Yang Menyatakan



Mohammad Rayhan F.I

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mohammad Rayhan Fawwazimtiyaz

NIM : 30602000006

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan Judul : **“ANALISIS KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK BANGUNAN SEKOLAH SMA ISLAM SULTAN AGUNG 1 SEMARANG”**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan 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, 25 Februari 2026

Yang Menyatakan



Mohammad Rayhan F.I

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menilai apakah sistem pencahayaan dan listrik di SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang sudah layak. Jadi, penulis ingin memeriksa seberapa baik sistem listrik dan lampu yang ada di Gedung A. Instalasi listrik sangat penting untuk mendukung kegiatan belajar dan beraktivitas. Terlebih lagi, bangunan ini sudah cukup lama digunakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan atau pengembangan sistem agar tetap sesuai dengan syarat Umum Daerah Instalasi Listrik 2011. Begitu juga dengan standar untuk pengujian tingkat pencahayaan yang ada. Untuk itu, peneliti perlu menganalisis apakah penyebaran listrik dan pencahayaan di kelas sudah aman dan nyaman untuk digunakan. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kualitatif studi kasus. Data yang digunakan adalah data primer dan sekunder. Pengambilan data primer yang digunakan adalah pengamatan langsung dengan cara mengukur tegangan dan arus menggunakan alat yang disebut clamp meter, intensitas cahaya dilakukan dengan cara menghitung lux meter. Data hasil pengukuran diolah dan dibandingkan dengan PUIL 2011 dan SNI 03-6197-2000 mengenai tingkat pencahayaan minimum ruang kelas. Analisis data meliputi pemeriksaan terhadap sistem panel distribusi, ukuran kabel, kerapian instalasi, tingkat iluminasi ruang kelas metode lumen untuk menentukan jumlah lampu ideal. Hasil dari studi menunjukkan bahwa secara keseluruhan sistem kelistrikan di bangunan sudah sesuai dengan aturan PUIL 2011, tetapi masih ada beberapa bagian yang harus diperbaiki, seperti warna kabel untuk fasa dan cara kabel disusun yang belum sepenuhnya mengikuti standar terbaru. Dari segi pencahayaan, beberapa ruang kelas memiliki cahaya kurang dari 250 lux, jadi perlu ditambah atau disusun ulang posisi lampunya agar sesuai dengan standar SNI. Dengan begitu, perbaikan dan perawatan secara rutin sangat disarankan untuk memastikan keamanan, efisiensi energi, dan kenyamanan bagi orang-orang yang menggunakan bangunan tersebut.

Kata Kunci : instalasi listrik, pencahayaan, standar PUIL 2011.

ABSTRACT

This study aims to evaluate whether the lighting and electrical systems at SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang are feasible. The researcher seeks to assess the performance of the existing electrical and lighting systems in Building A. Electrical installations play a vital role in supporting learning activities and other operations within the building. Moreover, the building has been in use for a considerable period, making it necessary to carry out improvements or upgrades to ensure compliance with the General Requirements for Electrical Installations (PUIL) 2011. Similarly, the lighting system must also meet the standards for proper illumination levels. Therefore, this study analyzes whether the distribution of electricity and lighting in the classrooms is safe and comfortable for daily use. This research employs a qualitative case study approach, utilizing both primary and secondary data. Primary data were obtained through direct observation, including voltage and current measurements using a clamp meter and illumination measurements using a lux meter. The collected data were then processed and compared to the PUIL 2011 and SNI 03-6197-2000 standards, which specify the minimum lighting levels for classrooms. The data analysis covered examination of the distribution panel system, cable sizing, wiring neatness, and classroom illumination levels using the lumen method to determine the ideal number of lighting fixtures. The results of the study indicate that, overall, the electrical system in the building complies with the PUIL 2011 standards; however, several aspects require improvement, such as the phase cable color coding and cable arrangement, which have not yet fully adhered to the updated standards. In terms of lighting, some classrooms have illumination levels below 250 lux, necessitating the addition or rearrangement of lighting fixtures to meet SNI standards. Therefore, regular maintenance and system upgrades are recommended to ensure safety, energy efficiency, and comfort for the building's users.

Keywords: *electrical installation, lighting, PUIL 2011 standards.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Instalasi Listrik	7
2.3 Standar Instalais Listrik	8
2.4 Jenis Kabel	9
2.5 Sistem Pencahayaan	13
2.6 Jenis – jenis Pencahayaan	14
2.7 Standar Pencahayaan	14

2.8	Konsep Pencahayaan	Error! Bookmark not defined.
2.9	Standar dan Peraturan yang Berlaku	15
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		16
3.1	Metode Penelitian.....	16
3.2	Tahapan Penelitian	16
3.3	Lokasi Penelitian	17
3.4	FLOWCHART	19
3.5	Denah Gedung.....	20
1 .	LANTAI 1.....	21
2 .	LANTAI 2	22
3 .	LANTAI 3	23
3.6	Jadwal Pelaksanaan	Error! Bookmark not defined.
3.7	Instalasi Perkabelan Gedung	25
3.7.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	28
3.7.2	Alat Penelitian.....	28
3.7.3	Tabel Pengambilan data.....	Error! Bookmark not defined.
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Hasil Penelitian	29
4.1.1	Hasil Kelayakan Instalasi Listrik	29
4.1.2	Kondisi Instalasi Peralatan.....	31
4.2	Hasil Audit Energi.....	37
4.2.1	Temuan Lapangan	37
4.2.2	Kualitas Daya Listrik	38
4.2.3	Perhitungan daya beban	39
4.3	Hasil pengujian pencahayaan kelas	44

4.3.1 Hasil perhitungan data pencahayaan	44
4.3.2 Pembahasan perncahayaan	61
4.4 Hasil Penelitian	62
4.4.1 Kerapian dan Keamanan Instalasi.....	63
4.4.2 Hasil Audit Energi	63
4.4.3 Kelayakan Pencahayaan Ruang Kelas	63
4.4.4 Implikasi terhadap Kenyamanan dan Keselamatan	64
BAB V.....	65
KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	68



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kabel NYA.....	9
Gambar 2. 2 Kabel NYM	10
Gambar 2. 3 Kabel NYY.....	11
Gambar 2. 4 Kabel NYMHY.....	12
Gambar 2. 5 Lux meter	13
Gambar 3. 1 Flowchart.....	19
Gambar 3. 2 Denah Gedung Lantai 1	21
Gambar 3. 3 Denah Gedung Lantai 2	22
Gambar 3. 4 Denah Gedung Lantai 3	23
Gambar 3. 5 Denah Perkabelan Gedung Lantai 1	25
Gambar 3. 6 Denah Perkabelan Gedung Lantai 2	26
Gambar 3. 7 Denah Perkabelan Gedung Lantai 3	27
Gambar 3. 8 Clam meter	28
Gambar 3. 9 Lux meter	28
Gambar 4. 1 Panel SDP Lantai 3 (Sub Distribution Panel)	31
Gambar 4. 2 Inspeksi kondisi panel MDP	31
Gambar 4. 3 MCCB yang digunakan pada panel MDP.....	32
Gambar 4. 4 MCCB pada SDP Lantai 3	33
Gambar 4. 5 MCCB pada SDP Lantai 2	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2 Peralatan Instalasi Listrik	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3 Sumber Tegangan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 4 Sumber Arus	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 5 wawancara petugas kelistrikan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 6 Tabel Pengukuran.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 hasil pengukuran arus	33
Tabel 4. 2 Hasil Pengecekan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Nama Peralatan Instalasi Listrik	34
Tabel 4. 4 Data Pengukuran Pencahayaan kelas XI – Lantai 1.....	44
Tabel 4. 5 Data Pengukuran Pencahayaan kelas XI – 6 Lantai 2	46
Tabel 4. 6 Data Pengukuran Pencahayaan kelas XI – 6 Lantai 2	47
Tabel 4. 7 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 8 lantai 2	49
Tabel 4. 8 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 9 lantai 2	50
Tabel 4. 9 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 10 lantai 2	52
Tabel 4. 10 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 1 lantai 3	53
Tabel 4. 11 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 2 lantai 3	55
Tabel 4. 12 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 3 lantai 3	57
Tabel 4. 13 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 4 lantai 3	58
Tabel 4. 14 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 5 lantai 3	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instalasi listrik merupakan sistem vital dalam bangunan gedung yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik secara aman dan andal guna menunjang seluruh aktivitas di dalam bangunan. Pada bangunan pendidikan, seperti gedung sekolah, instalasi listrik memiliki peranan yang sangat penting karena berhubungan langsung dengan keselamatan pengguna, kenyamanan proses belajar mengajar, serta keberlangsungan operasional fasilitas pendidikan. Oleh karena itu, instalasi listrik wajib dirancang, dipasang, dan dipelihara sesuai dengan standar teknis yang berlaku, seperti Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan Standar Nasional Indonesia (SNI). (Syarat, 2024)

Pada kondisi ideal, instalasi listrik harus mampu menyalurkan daya listrik sesuai kebutuhan beban, memiliki sistem proteksi yang memadai, serta memenuhi aspek keselamatan dan keandalan. Namun, pada bangunan yang telah digunakan dalam jangka waktu lama, sering ditemukan berbagai permasalahan instalasi listrik, seperti perubahan jumlah dan jenis beban, pembagian beban yang tidak merata, penurunan kualitas komponen instalasi, serta tidak dilakukannya evaluasi dan pemeriksaan instalasi secara berkala. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan ketidaksesuaian instalasi listrik dengan standar yang berlaku. (Kasus *et al.*, 2017)

Penelitian ini menggunakan model penelitian evaluatif-deskriptif dengan pendekatan komparatif, yaitu dengan mengevaluasi kondisi eksisting instalasi listrik Gedung A SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang melalui observasi, pengukuran parameter kelistrikan, dan dokumentasi lapangan, kemudian membandingkan hasil yang diperoleh dengan standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Metode ini digunakan untuk menilai tingkat kelayakan instalasi listrik yang meliputi sistem instalasi, pembagian dan pembebanan listrik, sistem proteksi, serta pencahayaan ruang kelas, sehingga dapat ditentukan apakah instalasi listrik telah memenuhi kriteria kelayakan atau masih memerlukan perbaikan dan penyesuaian. (Dwilesmana, 2023)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi kelayakan instalasi listrik pada gedung A ?
2. Bagaimana sistem pembagian pembebanan pada masing – masing grup ?
3. Bagaimana kondisi kelayakan instalasi listrik Gedung A SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang berdasarkan standar PUIL dan SNI?
4. Bagaimana perhitungan analisis penchayaan ruang kelas sesuai standar?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan untuk menghindari penyimpangan dari fokus utama dan agar penelitian lebih terarah, sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian difokuskan pada instalasi listrik yang berada di Gedung A SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang.
- b. Pengukuran dan evaluasi instalasi listrik dilakukan pada panel utama dan sistem distribusi listrik di dalam gedung tersebut.
- c. Pengukuran pencahayaan hanya dilakukan pada ruang kelas gedung A.
- d. Perangkat pengukuran yang digunakan terbatas pada alat ukur kelistrikan standar seperti clamp meter, lux meter, dan earth tester.
- e. Penelitian ini tidak membahas sistem instalasi jaringan internet atau sistem keamanan listrik berbasis otomatisasi apa yang tepat untuk meningkatkan kelayakan instalasi listrik.
- f. Pengukuran pembebanan dilakukan semua ruangan dari lantai 1 sampai lantai 3 kecuali ruang guru dan ruang tata usaha

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui dan menganalisis kondisi instalasi listrik secara menyeluruh pada gedung A, meliputi pemeriksaan visual, pengukuran parameter listrik, dan identifikasi potensi masalah atau ketidaksesuaian

dengan standar yang berlaku.

2. Untuk mengevaluasi sistem pembagian pembebanan pada masing-masing grup di gedung A, termasuk analisis keseimbangan beban, identifikasi potensi beban berlebih, dan rekomendasi perbaikan untuk memastikan efisiensi dan keamanan.
3. Untuk menentukan kelayakan sistem pencahayaan di ruang kelas gedung A berdasarkan standar pencahayaan yang relevan (misalnya, SNI atau PUIL), meliputi pengukuran tingkat pencahayaan, evaluasi jenis lampu yang digunakan, dan analisis kesesuaian dengan kebutuhan tugas.
4. Untuk melakukan perhitungan dan analisis pencahayaan di ruang kelas gedung A sesuai dengan standar yang berlaku, termasuk perhitungan, keseragaman pencahayaan, dan, serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan atau optimalisasi sistem pencahayaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi sekolah: Meningkatkan kualitas pembelajaran, mengurangi biaya operasional, meningkatkan keamanan.
2. Bagi peneliti: Menambah pengetahuan di bidang teknik elektro, memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan.
3. Bagi masyarakat: Memberikan informasi penting tentang pentingnya instalasi listrik yang baik di sekolah

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian ini menyoroti pentingnya perawatan dan pembaharuan instalasi listrik yang sudah lama digunakan. Kompleks Balai Desa Kaliwenang terdiri dari 3 gedung yang berdekatan yaitu, gedung kantor, aula pertemuan, dan GOR. Terdapat 2 meteran mcb listrik masing- masing 1300 watt serta beberapa perlengkapan instalasi listrik yang di katagorikan tidak layak dikarenakan penggunaan dalam jangka waktu yang cukup lama tanpa adanya perawatan dan pembaharuan maupun pemeriksaan berskala (MAHENDRA, 2023).

Studi Evaluasi Perencanaan Instalasi Listrik Pada Gedung Wisma Pora Di Kabupaten Pidie: Penelitian ini menunjukkan bahwa perencanaan instalasi listrik pada gedung Wisma Pora di kabupaten Pidie sudah layak. Namun, beberapa faktor yang ada di lokasi penelitian menyimpang dari persyaratan umum instalasi listrik yang ditetapkan dalam PUIL edisi 2011 (MORIS, 2024).

Menurut Firdaus, Mulyana, dan Suryadi (2023), instalasi listrik rumah tangga mengalami perubahan baik dari segi kualitas maupun kuantitas seiring dengan meningkatnya kebutuhan listrik masyarakat. Kualitas instalasi listrik yang menurun dan perubahan kuantitas titik beban sangat berpengaruh terhadap kelayakan instalasi listrik serta keselamatan penggunaannya. Instalasi listrik yang tidak layak dapat menimbulkan risiko kecelakaan listrik, khususnya pada rumah yang telah berusia lebih dari 13 tahun tanpa perawatan dan pemeriksaan berkala (Firdaus et al., 2023). Lebih lanjut, kelayakan instalasi listrik harus memenuhi Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) yang telah mengalami beberapa revisi terakhir pada tahun 2011 dan menjadi standar wajib sejak 2014 (SNI 0225:2011). Standar ini mengatur aspek perancangan, pemasangan, pemeriksaan, dan pengujian instalasi listrik agar aman dan sesuai dengan perkembangan teknologi serta standar internasional (Firdaus, Mulyana and Suryadi, 2023).

Perkembangan teknologi listrik telah memberikan dampak signifikan pada berbagai sektor, termasuk industri, sosial budaya, pertanian, pertahanan,

pendidikan, dan ekonomi. Instalasi listrik merupakan bagian penting dalam sebuah bangunan atau fasilitas industri yang berfungsi menunjang kenyamanan dan keandalan operasional. Keandalan sistem instalasi listrik sangat dipengaruhi oleh faktor keamanan dan kapasitas instalasi, khususnya pada bagian pengaman dan penampang penghantar. Sistem instalasi yang handal adalah sistem yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan meminimalkan gangguan penyaluran listrik, sehingga dapat menjamin keselamatan manusia dan mencegah kerusakan pada peralatan listrik (Imran *et al.*, 2022).

Pengaman listrik berfungsi sebagai perangkat utama yang menjaga kelangsungan penyaluran daya listrik dengan cara memutus aliran listrik saat terjadi gangguan seperti beban berlebih (*overload*) atau hubung singkat (*short circuit*). Kapasitas pengaman harus disesuaikan dengan standar yang berlaku, seperti yang tercantum dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011, agar dapat melindungi instalasi dan peralatan listrik secara optimal. Selain itu, penampang penghantar juga harus memenuhi standar agar mampu menghantarkan arus listrik sesuai kebutuhan tanpa menimbulkan panas berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan atau kebakaran (Andrea, Haq and Siagian, 2020).

2.2 Dasar Teori

Berdasarkan dokumen PUIL 2011, standar kelistrikan pada gedung sekolah Merujuk pada beberapa bagian penting. Pertama, Bagian 11 tentang Ruang Lingkup, secara jelas menyatakan bahwa PUIL berlaku untuk desain, pemasangan, dan verifikasi instalasi listrik di "kompleks umum", yang mencakup fasilitas pendidikan seperti sekolah. Kedua, Bagian 10.3.1.2 tentang Tanggung Jawab menyatakan bahwa perancang dan pemasangan instalasi listrik menjadi tanggung jawab para perancang, pelaksana, dan pengawas konstruksi, tekanan perlunya tenaga ahli yang kompeten dalam instalasi listrik di sekolah. Selain itu, Bagian 10.2.3 tentang Pemberlakuan menyatakan bahwa PUIL berlaku di seluruh wilayah Republik Indonesia, termasuk kompleks atau lokasi milik asing, selama masih dalam ruang lingkup PUIL (SNI, 2011).

Pembebanan pada instalasi listrik tiga fasa diawali dengan menentukan kondisi tegangan suplai menggunakan pengukuran tegangan antar-fasa. Nilai tegangan ini dirata-ratakan untuk memperoleh tegangan representatif yang menggambarkan kualitas suplai secara keseluruhan. Langkah ini diperlukan sebelum menghitung besarnya arus dan daya, karena tegangan berpengaruh langsung terhadap kapasitas penghantar dan besarnya daya yang dapat disalurkan oleh sistem.

$$V_{LL} = \frac{V_R + V_S + V_T}{3} \dots\dots\dots (2-1)$$

V_{LL} = Tegangan antar – fasa rata – rata (Volt)

V_R, V_S, V_T = Tegangan antar fasa yang terukur (Volt)

Setelah tegangan antar-fasa rata-rata diperoleh, nilai tersebut dikonversikan menjadi tegangan fasa. Tegangan fasa diperlukan karena mayoritas peralatan pada gedung sekolah menggunakan sistem satu fasa. Dalam sistem tiga fasa, tegangan fasa dapat dihitung dari tegangan antar-fasa dengan membaginya menggunakan faktor $\sqrt{3}$. Nilai ini menjadi dasar perhitungan arus beban.

$$V_f = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (2-2)$$

V_f = Tegangan fasa terhadap netral (Volt)

V_{LL} = Tegangan antar fasa rata – rata (Volt)

$\sqrt{3}$ = Konstanta hubungan sistem 3 fasa

Arus pada masing-masing fasa dihitung berdasarkan daya pada fasa tersebut, tegangan fasa, dan faktor daya beban. Arus adalah parameter penting dalam menentukan kapasitas MCB, kabel, serta keselamatan instalasi. Perhitungan arus dalam sistem satu fasa mengikuti hubungan dasar antara daya, tegangan, dan faktor daya.

$$I_{fase} = \frac{P_{fase}}{V_f \times PF} \dots\dots\dots (2-3)$$

I_{fase} = Arus listrik pada fasa tertentu (Ampere)

P_{fase} = Daya pada fasa tersebut (Watt)

V_f = Tegangan fasa (Volt)

PF = Faktor daya beban

$$P_{output} = P_{input} \times \eta \dots \dots \dots (2-4)$$

P_{output} = Daya keluaran sistem (Watt)

P_{input} = Total daya masuk sebelum rugi – rugi (Watt)

η = Efisiensi sistem

Standar pencahayaan pada gedung sekolah mengatur tingkat pencahayaan minimum yang harus dipenuhi untuk menjamin kenyamanan dan efektivitas belajar. Ruang kelas harus memiliki pencahayaan minimal 250 lux, perpustakaan 300 lux, dan laboratorium 500 lux. Perhitungan kebutuhan pencahayaan menggunakan metode lumen dengan rumus:

$$\text{Total lumen} = \text{Luas ruangan (m}^2\text{)} \times \text{Tingkat pencahayaan (lux)} \dots \dots \dots (2-5)$$

Untuk menentukan jumlah lampu yang diperlukan, digunakan rumus:

$$\text{Jumlah lampu} = \frac{\text{Total lumen}}{\text{Lumen per lampu} \times \text{Faktor efisiensi}} \dots \dots \dots (2-6)$$

dimana faktor efisiensi biasanya berkisar antara 0,8 sampai 0,9 untuk memperhitungkan penurunan cahaya akibat usia lampu dan kondisi armatur. Dengan standar ini, pencahayaan di gedung sekolah dapat memenuhi persyaratan kenyamanan visual dan mendukung proses belajar mengajar secara optimal (SNI, 2011).

2.3 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 (Sidiq, Priatna and Usrah, 2023).

2.4 Standar Instalasi Listrik

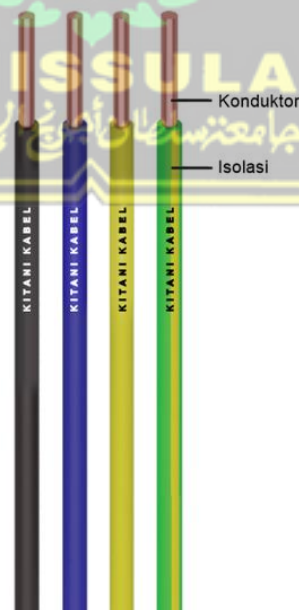
Pentingnya standar instalasi listrik untuk gedung sekolah dan ruang kelas terletak pada perlindungan dan kelancaran proses belajar mengajar yang sangat bergantung pada pasokan listrik yang Andal dan aman. Standar instalasi listrik, seperti PUIL 2011, memastikan bahwa setiap pemasangan listrik memenuhi aspek keamanan, kebisingan, dan efisiensi, sehingga listrik tidak hanya mampu mendukung penggunaan perangkat belajar seperti lampu dan komputer, tetapi juga mencegah bahaya seperti korsleting dan kebakaran yang dapat mengancam keselamatan siswa dan guru. Keberadaan instalasi listrik yang sesuai standar memberikan rasa aman bagi penghuni sekolah dan menjaga kelangsungan pembelajaran tanpa gangguan masalah akibat kelistrikan teknis. Dengan standar yang baik, gedung dan ruang kelas pun dapat dipelihara dan diperluas secara optimal untuk menunjang aktivitas pendidikan yang semakin berkembang.

2.5 Jenis Kabel

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.

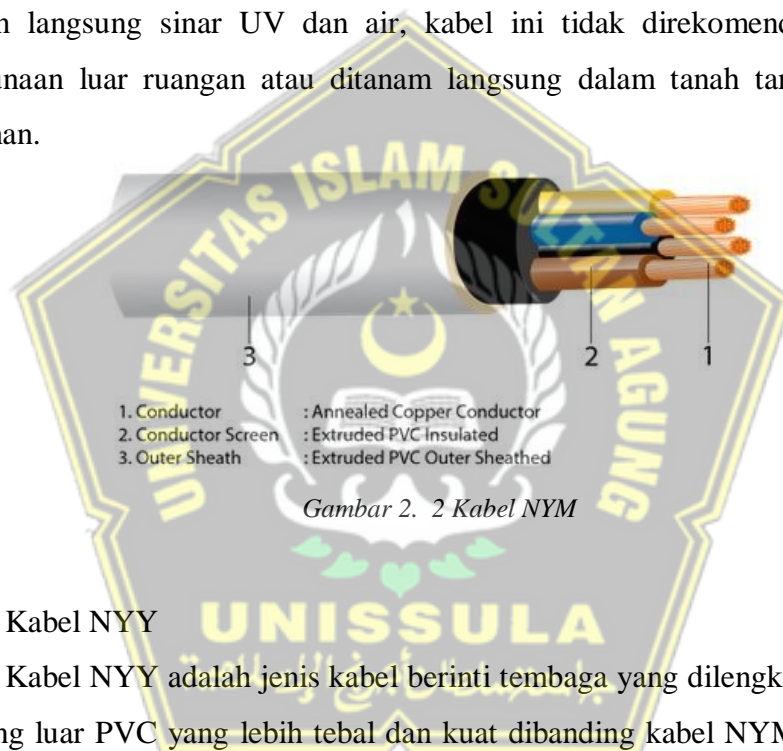


Gambar 2. 1 Kabel NYA

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

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.

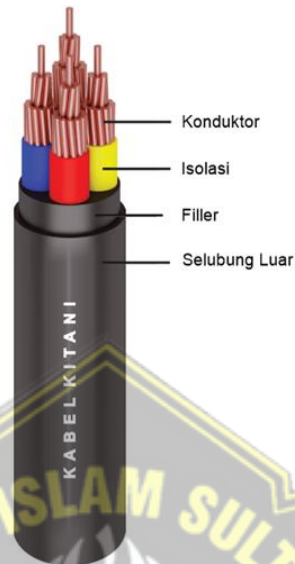
Kabel NYY dapat ditanam langsung dalam tanah tanpa pipa pelindung, sehingga sering digunakan untuk jalur distribusi daya dari panel utama ke sub-panel, maupun untuk jaringan luar ruangan. Kabel ini banyak di aplikasikan pada instalasi gedung bertingkat, area industri, dan perkantoran.

Tinjauan Standar dan Keamanan

Pemilihan kabel harus merujuk pada standar yang berlaku, seperti:

- a. PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik)

- b. SNI 04-6629.3-2006 tentang Kabel untuk Tegangan Rendah
- c. IEC 60228 dan IEC 60502 untuk standar internasional kabel daya



Gambar 2. 3 Kabel NYY

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 NYY, 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

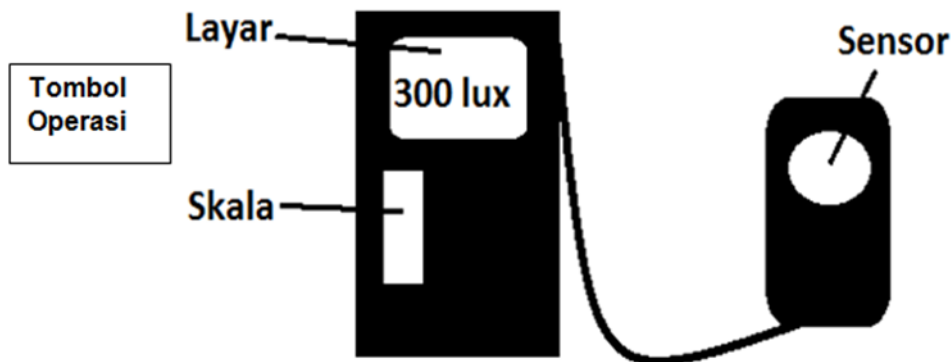
5. Kabel TLY / TTR (Twisted Twin Rubber)

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 :



Gambar 2. 5 Lux meter

- a. Tegangan dan arus nominal system
- b. Lingkungan instalasi (indoor, outdoor, tertanam, di udara bebas)
- c. Suhu sekitar dan ventilasi ruang
- d. Peraturan dan standar yang berlaku (PUIL, SNI, IEC)
- e. Kemudahan instalasi dan fleksibilitas kabel
- f. 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.

2.6 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.

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).

2.7 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 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 (SNI, 2011).

2.9 Standar dan Peraturan yang Berlaku

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

- a. PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik)(SNI, 2011)
- b. SNI 03-6197-2000 (Sistem Pencahayaan)(Badan Standardisasi Nasional, 2000).

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.
4. Pengukuran pencahayaan dilakukan menggunakan alat lux meter. Keamanan Melalui Sistem 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(SNI, 2011).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan model penelitian evaluatif-deskriptif dengan pendekatan komparatif, yaitu model yang bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kelayakan instalasi listrik dengan cara membandingkan kondisi eksisting di lapangan terhadap standar teknis yang berlaku. Model ini digunakan untuk mengkaji instalasi listrik pada Gedung A SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang guna mengetahui kesesuaian sistem instalasi listrik dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif evaluatif, yang dilakukan melalui pengumpulan data kondisi instalasi listrik Gedung A SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung terhadap komponen instalasi listrik, pengukuran parameter kelistrikan, serta dokumentasi kondisi lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi sistem instalasi, pembagian dan pembebanan listrik, sistem proteksi, serta sistem pencahayaan ruang kelas.

Data hasil pengamatan dan pengukuran selanjutnya dianalisis dengan cara membandingkan kondisi aktual instalasi listrik dengan ketentuan yang tercantum dalam PUIL dan SNI. Hasil perbandingan tersebut digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan instalasi listrik, apakah telah memenuhi standar atau masih terdapat ketidaksesuaian, serta sebagai dasar dalam penyusunan rekomendasi perbaikan guna meningkatkan keselamatan, keandalan, dan kenyamanan penggunaan instalasi listrik pada bangunan tersebut.

3.2 Tahapan Penelitian

1. Data untuk menilai kondisi instalasi listrik pada gedung a denah instalasi listrik gedung A (gambaran jalur kabel, posisi panel, stop kontak, saklar, dan titik lampu) Jenis, spesifikasi, dan kondisi fisik komponen instalasi (kabel, panel, MCB, saklar, stop kontak, dan perlengkapan pelindung) usia

dan riwayat pemeliharaan instalasi listrik. Dokumentasi hasil inspeksi visual (foto-foto kerusakan, keausan, atau potensi bahaya). Sertifikat layak operasi atau dokumen pemeriksaan instalasi terakhir (jika ada) data gangguan atau insiden listrik (jika pernah terjadi).

2. Data untuk analisis sistem pembagian pembebanan pada masing-masing grup diagram pembagian grup (rangkain panel dan sub-panel, serta pembagian beban pada tiap MCB). Data kapasitas MCB dan panel distribusi daftar peralatan listrik yang terhubung pada tiap grup beserta daya masing-masing (watt). Pengukuran arus listrik (ampere) pada tiap grup saat beban puncak dan rata-rata data faktor daya (power factor) pada tiap grup (jika memungkinkan). Beban maksimum yang diizinkan pada tiap grup menurut standar atau spesifikasi panel.
3. Data untuk menilai kelayakan sistem pencahayaan ruang kelas jumlah, jenis, dan spesifikasi lampu yang terpasang di setiap ruang kelas. Tata letak (layout) lampu di dalam ruangan. Dimensi ruang kelas (panjang, lebar, tinggi). Pengukuran tingkat pencahayaan (lux) di beberapa titik representatif di setiap ruang kelas menggunakan lux meter. Kondisi fisik lampu (fungsi, kebersihan, kerusakan). Standar pencahayaan ruang kelas yang digunakan sebagai acuan SNI 03-6575-2001 (Code *et al.*, 2001).
4. Data untuk perhitungan analisis pencahayaan sesuai standar data hasil pengukuran tingkat pencahayaan (lux) di setiap ruang kelas. Data spesifikasi lampu (lumen output, watt, jenis lampu). Koefisien penggunaan cahaya (utilization factor) dan koefisien pemeliharaan (maintenance factor) sesuai standar. Data reflektansi permukaan (plafon, dinding, lantai) jika diperlukan untuk perhitungan iluminasi. Jumlah dan posisi jendela atau sumber cahaya alami (jika ingin memperhitungkan pencahayaan alami). Pengambilan data yang sistematis dan lengkap akan memudahkan analisis serta memberikan hasil penelitian yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan.

3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu gedung sekolah menengah atas

swasta di Semarang yaitu SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang. Yang berlokasi di Jl. Mataram No.657, Wonodri, Kec. Semarang Sel., Kota Semarang, Jawa Tengah 50242, pelaksanaan penelitian dilakukan pada gedung A yang memiliki tiga tingkat dan 11 kelas dan 2 ruang administrasi yaitu ruang guru dan ruang tata usaha. Penelitian ini berfokus untuk mengetahui standar dari instalasi listrik dan standar pencahayaan pada ruang kelas serata mengevaluasi apakah sudah sesuai atau tidak jika belum penelitian ini akan berguna untuk evaluasi perbaikan agar dapat menunjang kegiatan di Sekolah.



3.4 FLOWCHART



Gambar 3. 1 Flowchart

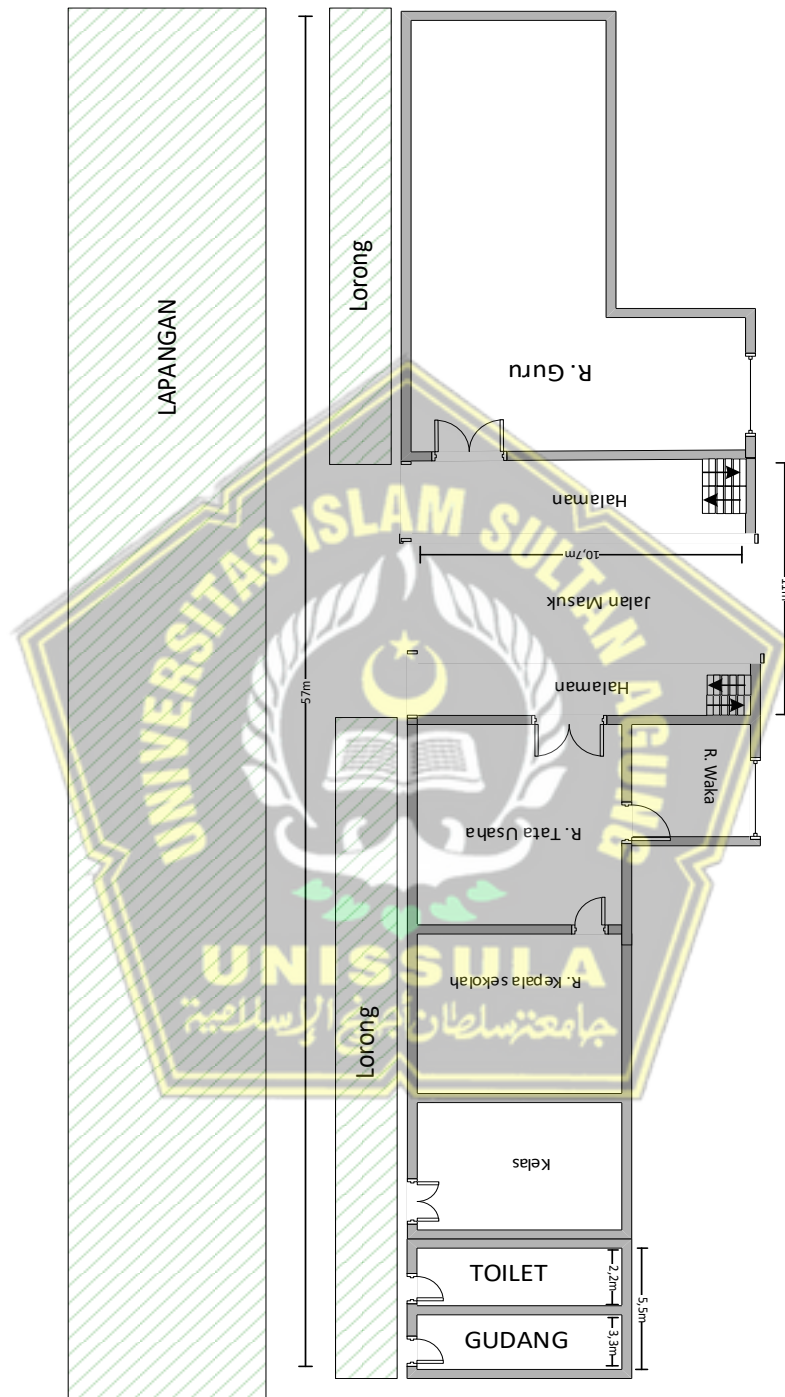
3.5 Denah Gedung

Denah gedung merupakan gambaran visual yang menunjukkan tata letak ruangan, lorong, serta fasilitas pendukung pada lokasi penelitian. Penyajian denah ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai kondisi fisik gedung yang menjadi objek penelitian, sehingga dapat membantu dalam proses identifikasi titik-titik instalasi listrik maupun distribusi beban pada masing-masing lantai.

Secara keseluruhan, Gedung A SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang terdiri dari tiga lantai utama. Pada lantai dasar (lantai 1) terdapat ruang tata usaha, ruang guru, ruang kepala sekolah, serta beberapa ruang pendukung seperti gudang, toilet, dan akses menuju halaman sekolah. Lantai 2 dan lantai 3 sebagian besar difungsikan sebagai ruang kelas, yang masing-masing dilengkapi dengan koridor (lorong) sebagai jalur sirkulasi antar kelas, serta fasilitas pendukung seperti gudang dan toilet.

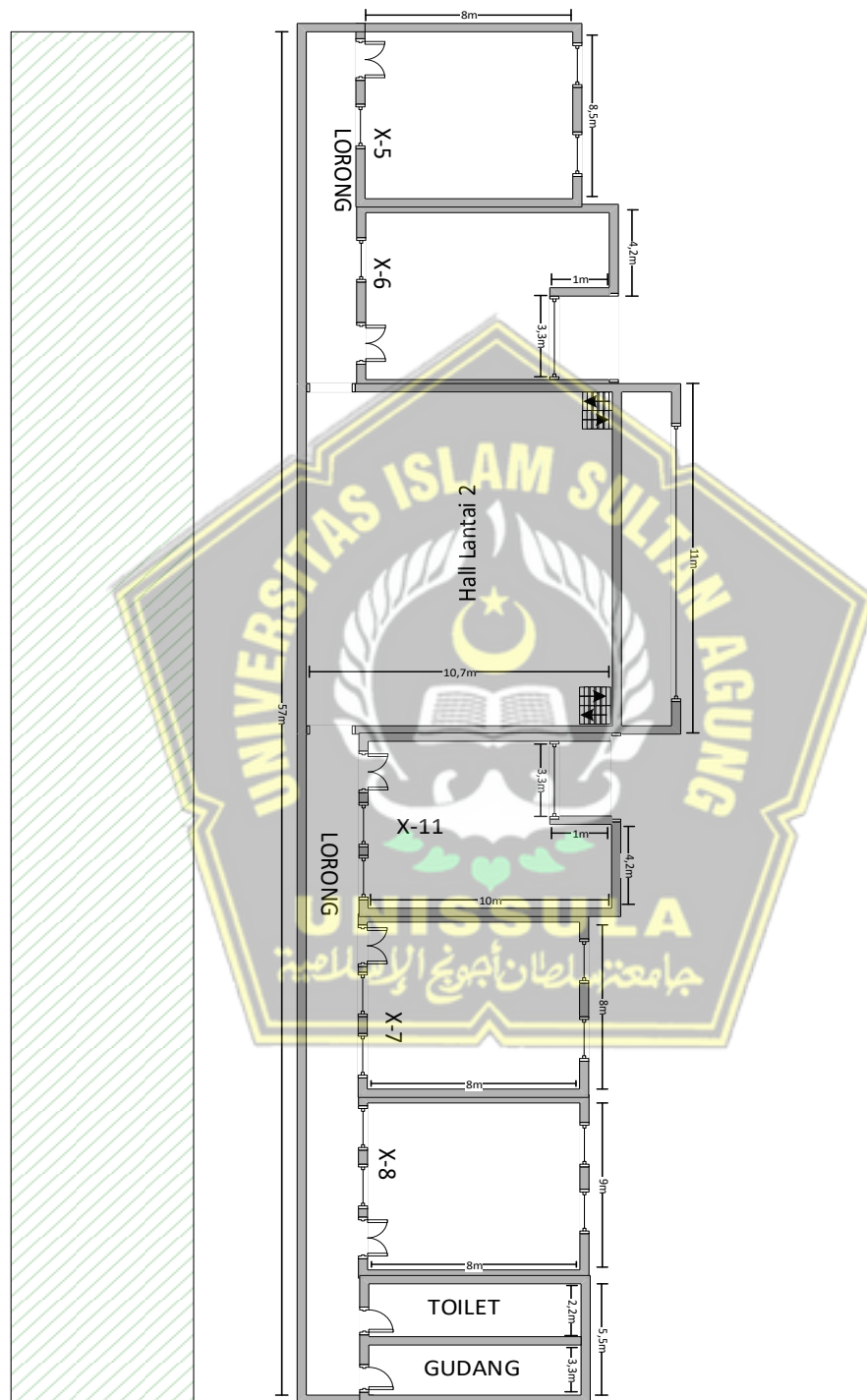
Dengan adanya denah ini, peneliti dapat menentukan titik observasi instalasi listrik, melakukan pengukuran secara sistematis, serta menilai kelayakan instalasi sesuai dengan standar yang berlaku. Selain itu, denah juga membantu dalam pemetaan posisi panel listrik, titik lampu, dan jalur distribusi energi yang akan dianalisis pada bab selanjutnya.

1. LANTAI 1



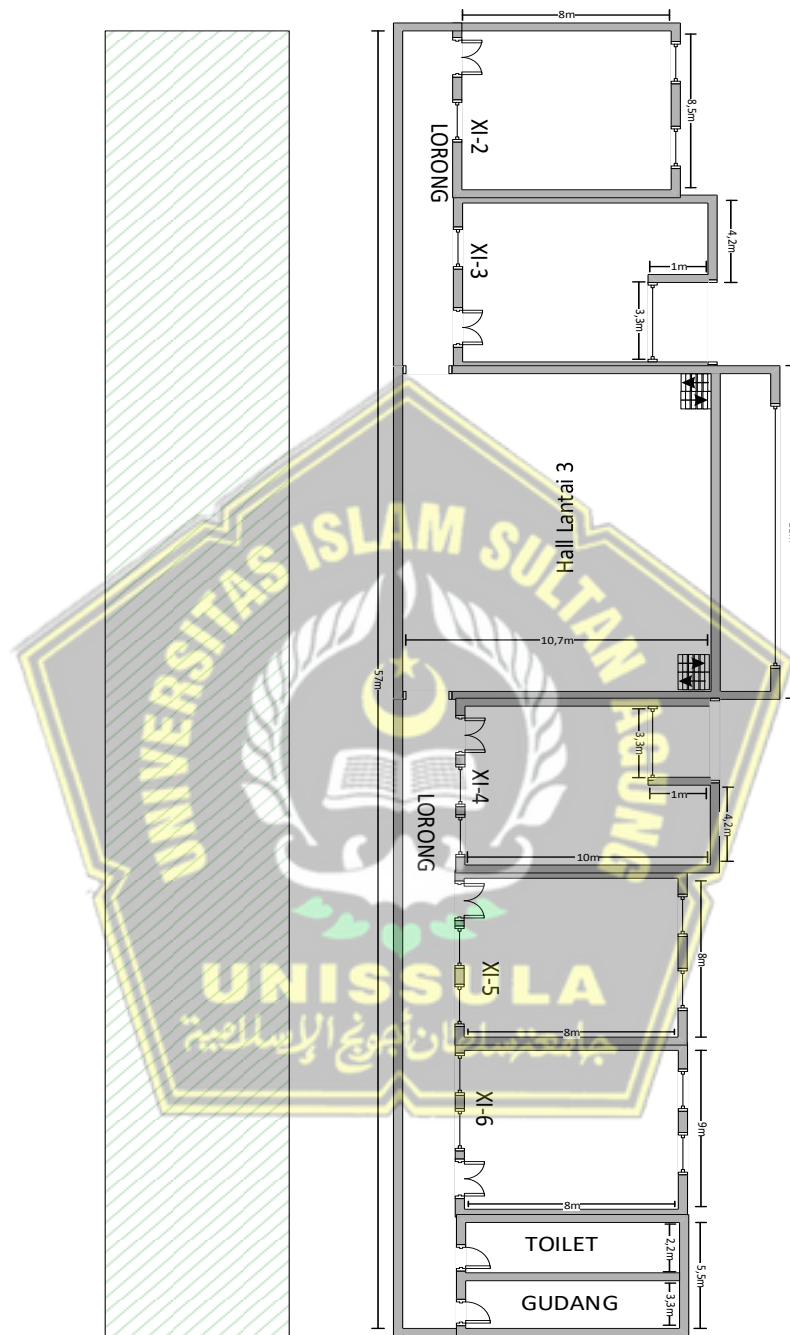
Gambar 3. 2 Denah Gedung Lantai 1

2. LANTAI 2

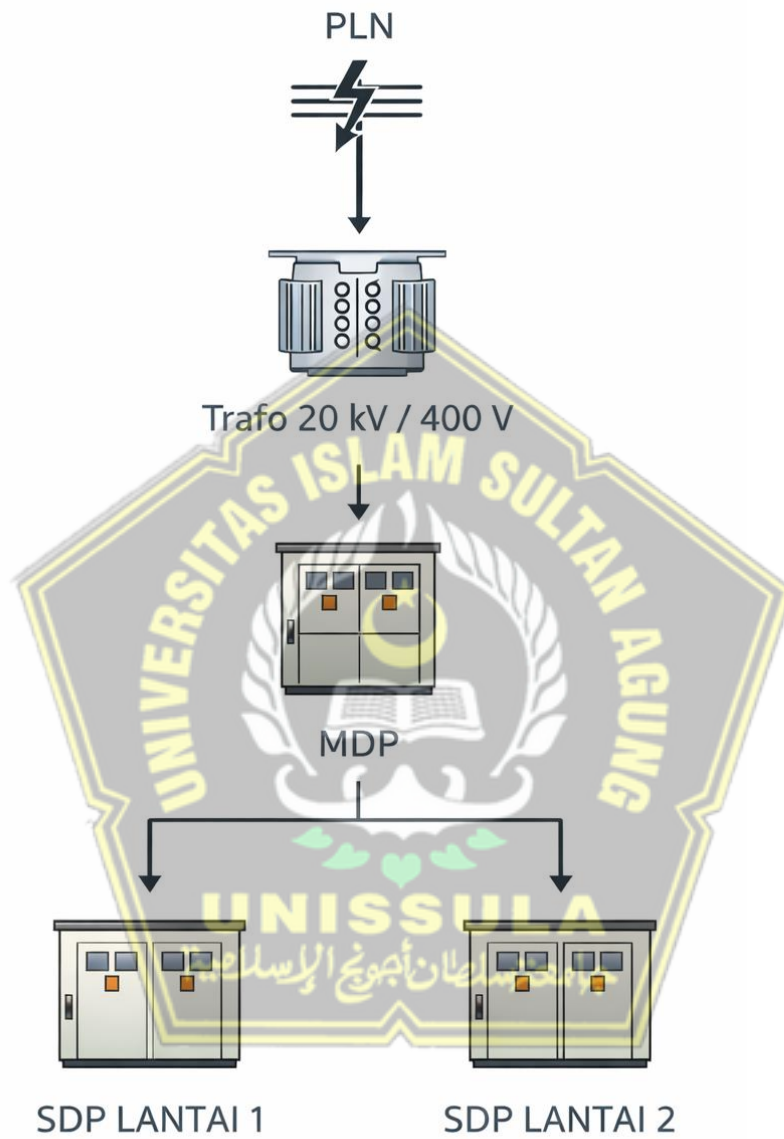


Gambar 3. 3 Denah Gedung Lantai

3. LANTAI 3

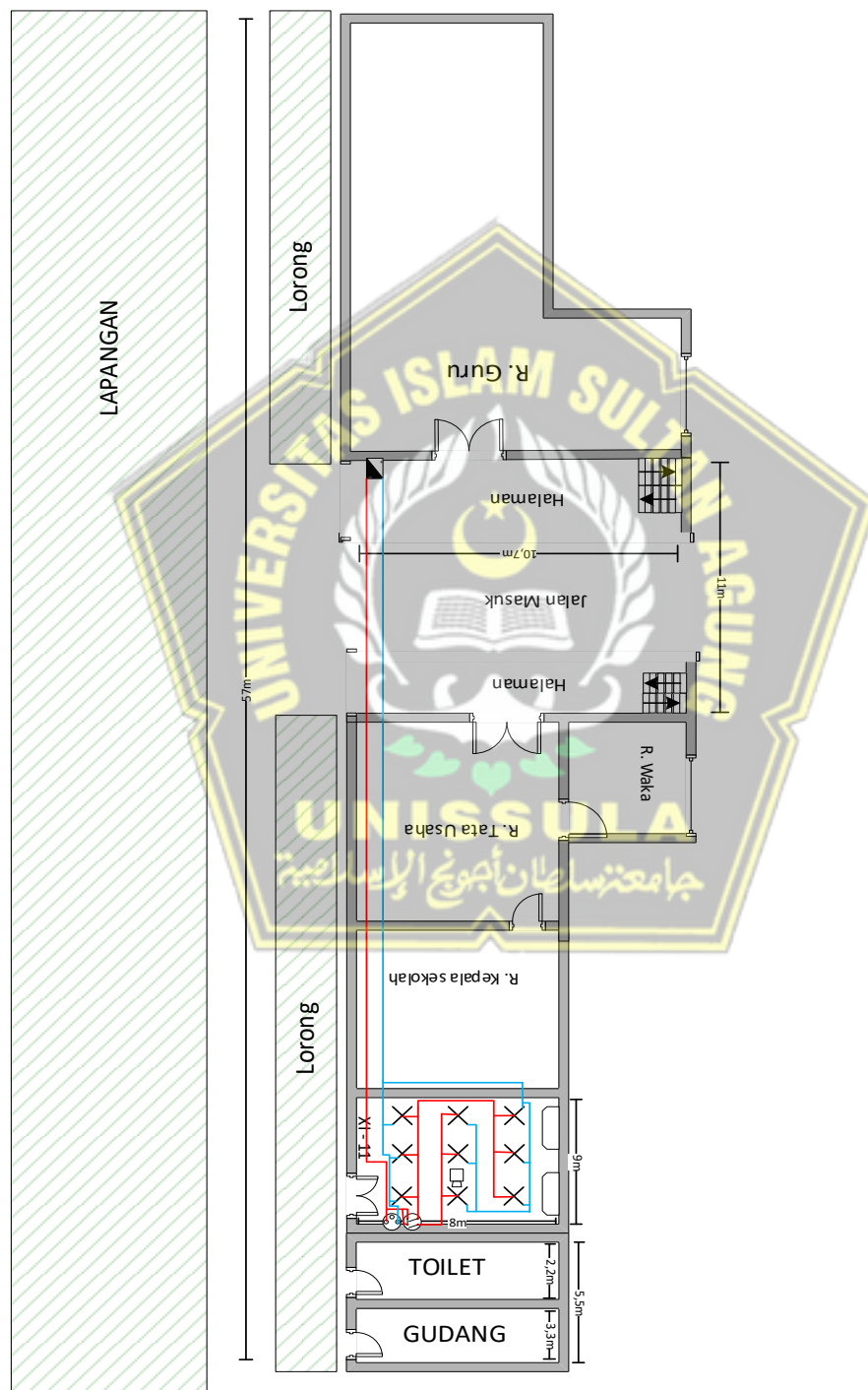


Gambar 3. 4 Denah Gedung Lantai

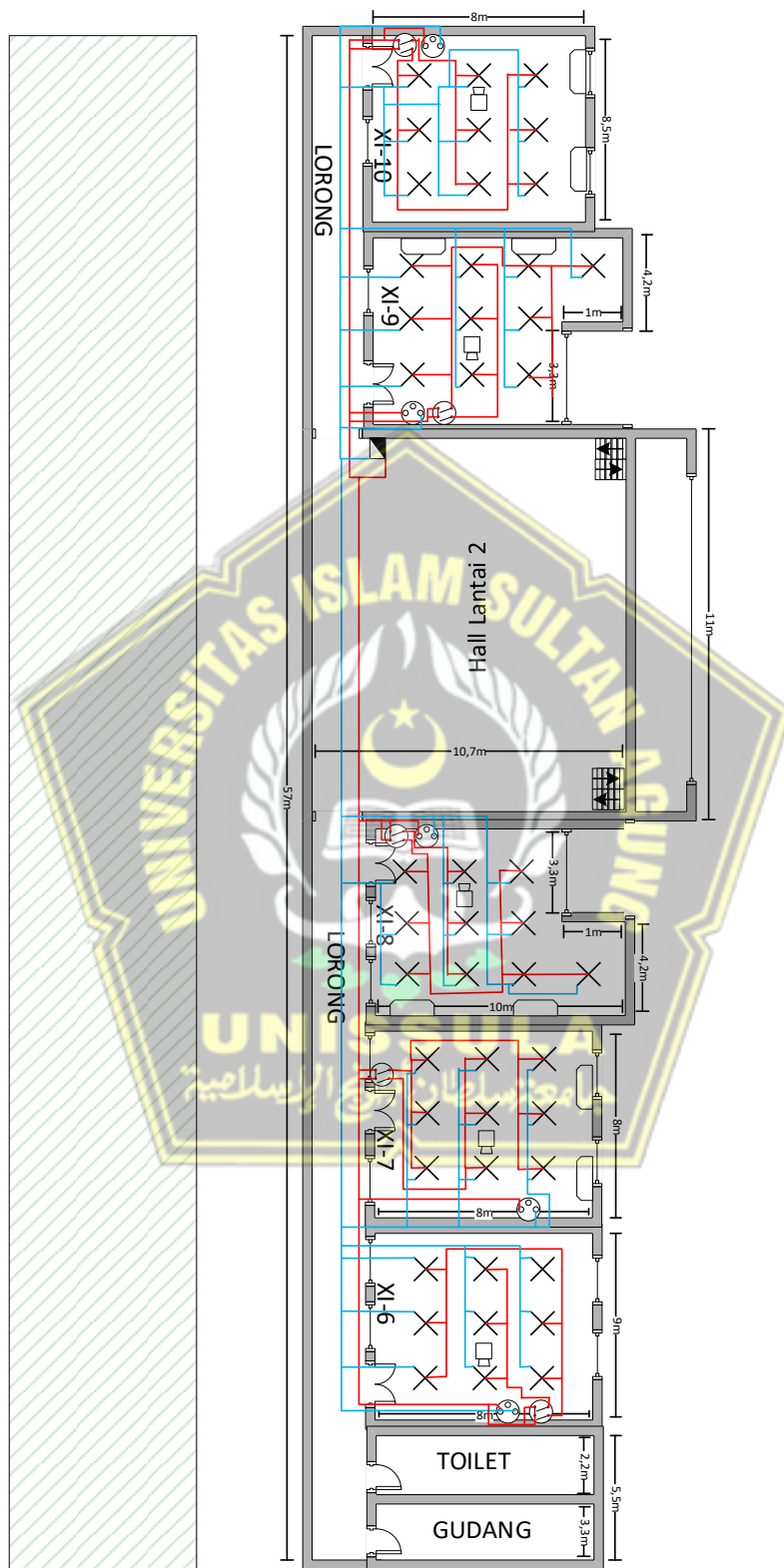


Gambar 3.5 Singgel line diagram

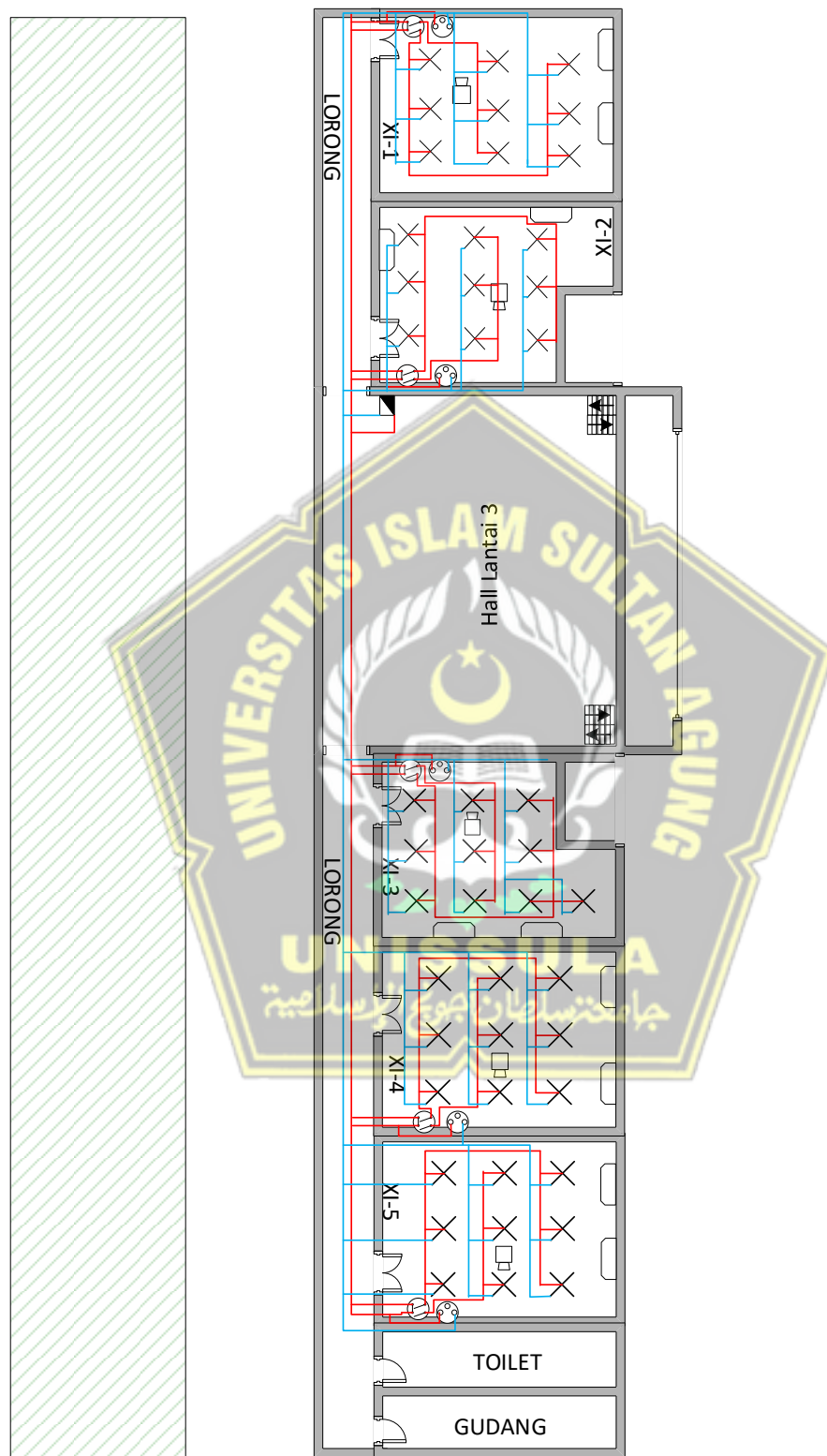
3.7 Instalasi Pengawatan Gedung



Gambar 3. 6 Denah Pengawatan Gedung Lantai 1



Gambar 3. 7 Denah Pengawatan Gedung Lantai 2



Gambar 3. 8 Denah Pengawatan Gedung Lantai 3

3.7.1 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

3.7.2 Alat Penelitian

1. Clamp meter



Gambar 3. 5 Clam meter

2. Lux Meter (Light Meter)



Gambar 3. 6 Lux meter

3. Smartphone Infinix Note 30pro
4. Laptop Note book ASUS
5. Alat Tulis & Formulir Pengamatan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

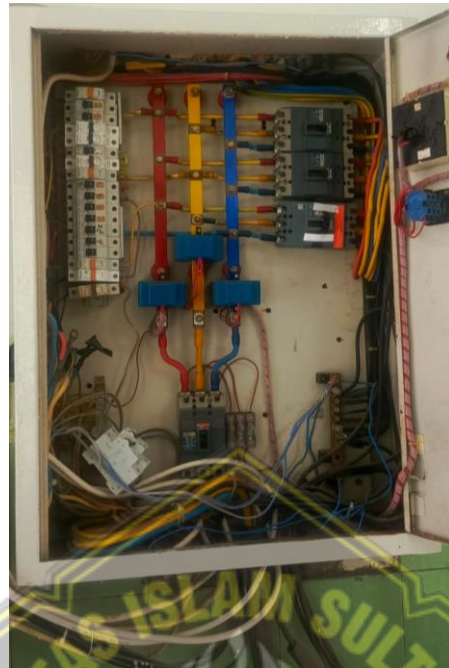
4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menyajikan evaluasi perencanaan instalasi listrik pada gedung SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2025. Data untuk penelitian ini diperoleh melalui observasi, wawancara, dan telaah dokumen. Sebelum memulai penelitian, peneliti melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing dan mempersiapkan instrumen yang akan digunakan untuk pengumpulan data.

Penelitian ini membahas tentang evaluasi perencanaan instalasi listrik pada gedung Wisma Pora di kabupaten Pidie. Panel MDP (Main Distribution Panel) berfungsi sebagai panel utama dalam penelitian ini. Data yang ditinjau berkaitan dengan warna kabel, ukuran kabel, kelayakan MCB, kelayakan MCCB, pengukuran tegangan pada panel, pengukuran arus pada panel, dan kelayakan alat ukur pada panel. Panel MDP (Main Distribution Panel) yang menjadi subjek penelitian ini digambarkan pada

4.1.1 Hasil Kelayakan Instalasi Listrik

Penelitian ini membahas tentang evaluasi perencanaan instalasi listrik pada gedung Wisma Pora di kabupaten Pidie. Panel MDP (*Main Distribution Panel*) berfungsi sebagai panel utama dalam penelitian ini. Data yang ditinjau berkaitan dengan warna kabel, ukuran kabel, kelayakan MCB, kelayakan MCCB, pengukuran tegangan pada panel, pengukuran arus pada panel, dan kelayakan alat ukur pada panel. Panel MDP (Main Distribution Panel) yang menjadi subjek penelitian ini digambarkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Panel MDP Lantai 1 (Main Distribution Panel)



Gambar 4. 2 Panel SDP Lantai 2 (Sub Distribution Panel)



Gambar 4. 1 Panel SDP Lantai 3 (Sub Distribution Panel)

Hasil pertama yang adalah melihat kondisi pada pada instalasi listrik, yang dilihat dalam kegiatan ini adalah panel MDP (Main Distribution Panel) adapun penerapan instalasi listrik dapat di lihat pada Gambar 4.4



Gambar 4. 2 Inspeksi kondisi panel MDP

4.1.2 Kondisi Instalasi Peralatan

Jika disesuaikan dengan aturan standar PUIL 2011 yang seharusnya warna kabel yang di gunakan pada sistem 3 fasa panel MDP atau SDP yaitu:

Sistem Tiga Fasa (umumnya pada MDP & SDP)

- a. Kabel Fasa (L1/R): Cokelat

- b. Kabel Fasa (L2/S): Hitam
- c. Kabel Fasa (L3/T): Abu-abu
- d. Kabel Netral (N): Biru
- e. Kabel Proteksi (PE/Ground): Hijau-kuning (strip)

Dari observasi dan analisa yang dilakukan menunjukkan sebagai berikut

- a. Umumnya digunakan warna merah, kuning, biru pada busbar/fasa, serta kabel biru untuk netral, dan kuning strip hijau untuk ground.
- b. Dalam gambar, urutan busbar merah (R), kuning (S), biru (T) digunakan untuk fasa.
- c. Kabel biru digunakan untuk netral; kabel kuning strip hijau untuk pentanahan (ground).
- d. Ada penggunaan kabel merah dan kuning untuk fasa yang Merujuk pada standar lama PUIL, bukan PUIL 2011 yang telah menyetel fasa L1 coklat, L2 hitam, L3 abu-abu.

Warna kabel fasa pada panel-panel masih menggunakan skema warna lama (merah, kuning, biru) dan belum sesuai standar terbaru PUIL 2011 yang mengatur coklat, hitam, dan abu-abu untuk fasa. Namun penggunaan kabel biru untuk netral dan kuning-strip hijau untuk ground sudah sesuai standar PUIL 2011.



Gambar 4. 3 MCCB yang digunakan pada panel MDP



Gambar 4. 5 MCCB pada SDP Lantai 2



Gambar 4. 4 MCCB pada SDP Lantai 3

4.1.3 Pengukuran Tegangan Pada MDP

Hasil pengukuran tegangan dan dokumentasi yang dilakukan di lapangan menghasilkan temuan-temuan sebagai berikut.:

Tabel 4.1 hasil pengukuran uji kelayakan tegangan

Hasil pengamatan dan pengukuran lapangan yang dilakukan dengan menggunakan Tang amper meter digital disajikan pada lampiran 2. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan tegangan antar fasa dan juga tegangan fasa netral.

Tabel 4. 1 hasil pengukuran arus

NO	Sumber Tegangan	Tegangan standar puil	Tegangan yang diukur	Keterangan	
				Sesuai	Tidak
1.	R-S	380V/400V	412	√	
2.	S-T	380V/400V	418	√	
3.	T-R	380V/400V	414	√	
4.	R-N	220V/230V	241	√	
5.	S-N	220V/230V	238	√	
6.	T-N	220V/230V	240	√	

Tabel 4. 2 Nama Peralatan Instalasi Listrik

NO	Nama Peralatan instalasi listrik	Standar PUIL	Layak	Keterangan
1.	Warna kabel	Fasa 1 : merah / hitam Fasa 2 : kuning/coklat Fasa 3 : hitam/abu-abu Netral : biru Pembumian : hijau-kuning	X	Untuk kabelnya layak untuk digunakan tetapi tidak mengikuti atau tidak berpedoman ke puil, dan penataan kabel kurang rapi
2.	Ukuran kabel	1,5mm/2,5mm/4mm (instalasi ringan) 6mm/10mm (instalasi besar)	√	Ukuran kabel yang digunakan layak dan sesuai
3.	Kapasitas MCB	MCB lampu (6A/10A) MCB daya (16A/20A) MCB peralatan berat (32A)	√	Untuk kapasitas MCB udah sesuai dan layak di gunakan.
4.	Kapasitas MCCB	MCCB beban ringan-sedang (20A-100A) MCCB beban besar (125A/200A)	√	Untuk kapasitas MCB udah sesuai dan layak di gunakan.

NO	Nama Peralatan instalasi listrik	Standar PUIL	Layak	Keterangan
5.	Mengukur tegangan pada panel	R-S : 380V/400V S-T : 380V/400V T-R : 380V/400V R-N : 220V/230V S-N : 220V/230V T-N : 220V/230V	√	Untuk mengukur tegangan pada panel pengukuran yang ada di panel MDP layak untuk di gunakan tetapi nilai yang ada di panel berbeda dengan yang di ukur.
6.	Alat ukur pada panel	-	√	Alat ukur pada panel layak di gunakan akan tetapi alat ukur tersebut tidak berfungsi karna tidak ada beban, dikarenakan diputuskan arus oleh pihak pln.
7.	Busbar	Ukuran 25mm x 5mm, 50mm x 10mm	√	Untuk ukuran dan penempatan busbarya makadapat di katakana layak
8.	Kotak kontak	Fasa paling atas Netral di bawah	√	Kotak kontak layak digunakan akan tetapi untuk kotak kontak tidak mengikuti PUIL.

NO	Nama Peralatan instalasi listrik	Standar PUIL	Layak	Keterangan
9.	Kapasitas kabel	Kabel Tembaga (Cu): Kabel tunggal berisolasi PVC (NYA): 1.5 mm ² : 17 A 2.5 mm ² : 24 A 4 mm ² : 32 A 6 mm ² : 41 A 10 mm ² : 57 A Kabel serabut berisolasi PVC (NYM): 1.5 mm ² : 15 A 2.5 mm ² : 21 A 4 mm ² : 28 A 6 mm ² : 36 A 10 mm ² : 50 A Kabel Aluminium (Al): Kabel tunggal berisolasi PVC (NYA): 2.5 mm ² : 20 A 4 mm ² : 26 A 6 mm ² : 34 A 10 mm ² : 46 A	√	Kapasitas kabel layak untuk di gunakan dikarenakan selama penelitian di lapangn tidak ditemukan bahawasanya ada kabel yang bocor.

NO	Nama Peralatan instalasi listrik	Standar PUIL	Layak	Keterangan
10.	Kerapian instalasi	Beberapa standar kerapian yang diatur oleh PUIL adalah sebagai berikut: penetaan kabel penandaan kabel penggunaan komponen dan material yang sesuai pemelihara rute kabel pengikatan kabel pemasangan komponen listrik	X	selama penelitian di lapangn tidak ditemukan bahawasanya ada kabel yang bocor.

4.2 Hasil Audit Energi

Hasil yang ke dua Hasil auadit energy pada gedung A di SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang di peroleh hasil sebagai berikut: Audit energi yang dilakukan pada gedung A bertujuan untuk mengidentifikasi potensi penghematan energi dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi di gedung tersebut. Proses audit mencakup pemeriksaan sistem penerangan, AC (*Air Conditioning*), peralatan kantor, serta sistem manajemen energi.

4.2.1 Temuan Lapangan

Temuan penelitian menunjukkan bahwa instalasi listrik di gedung A harus memenuhi sejumlah standar keselamatan yang telah ditetapkan, termasuk penggunaan bahan dan peralatan yang tepat, pemasangan yang benar, dan pemeliharaan rutin.. Selain itu, peraturan dan standar keselamatan listrik harus dipatuhi. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa aspek-aspek listrik tertentu dari instalasi memerlukan perbaikan. Perlu dilakukan maintenance secara

ruting guna mengetahui prangkat instalasi listrik apakah mengalami pengausan atau memerlukan pergantian, sebagai contoh melakukan pengecekan pada pentanahan apakah mengalami kebocoran atau tahanan yang sudah tidak sesuai dengan standar.

4.2.2 Kualitas Daya Listrik

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas daya 3x40A di SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang ini cukup baik. Tegangan dan arus terdistribusi secara merata ke seluruh bagian gedung, tanpa fluktuasi atau gangguan yang signifikan yang dapat mempengaruhi pengoperasian peralatan listrik. Tidak ditemukan tanda-tanda panas berlebih pada kabel dan panel distribusi, yang mengindikasikan bahwa sistem instalasi beroperasi dalam batas kapasitas yang aman. Peralatan penting seperti komputer, pendingin ruangan dan penerangan beroperasi dengan stabil dan efisien tanpa gangguan atau kerusakan akibat kualitas daya yang buruk. Hal ini menunjukkan bahwa instalasi listrik di SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang dirancang dan dipelihara dengan baik, sehingga menjamin kualitas listrik yang handal dan stabil untuk mendukung aktivitas sehari-hari.

Untuk menghitung daya input dan output pada sistem dengan beban 3 fasa dengan arus masing-masing. Berikut langkah-langkahnya :

Rata – rata tegangan :

$$V_l = \frac{412 + 418 + 414}{3} = 414,67V$$

Tegangan fasa :

$$V_f = 3V_f = \frac{414,67}{\sqrt{3}} = 239,4V$$

Daya Input :

(Asumsi Beban Resistif, karena $\phi=1$)

$$P_r = V_f \times DAYA_r = 239,67 \times 0,49 = 117,3W$$

$$P_s = 239,67 \times 0,10 = 23,94W$$

$$P_t = 239,67 \times 0,35 = 83,8W$$

$$P_{total} = P_r + P_s + P_t = 117,3W + 23,94W + 83,8W = 225,04W$$

Daya Output :

Misalnya efisiensi peralatan adalah 85% ($\eta=0,85$):

$$P_{output} = P_{input} \times \eta = 225,04 \times 0,85 = 191,28W$$

Dengan demikian hasil perhitungan dengan efisiensi 85%, dari perhitungan daya input 225,04W dan daya output 191,28W.

4.2.3 Perhitungan daya beban

Perhitunag beban tiap grup di bagi menjadi 3, yaitu grup per lantai sebagai berikut

Beban perlantai ($\eta = 90\%$ atau 0.9)

$$P_{total} = P_{lampu} + P_{Ac} + P_{Proyektor} + P_{tv}$$

Arus perlantai

$$I_{lantai} = \frac{P_{lantai}}{V \times P_f} = \frac{P_{lantai}}{220 \times 0,9} = \frac{P_{lantai}}{198}$$

Lantai 1

Lampu panjang = 12 biji (20 W / lampu)

Lampu bohlam LED = 31 biji (23 W / lampu)

Lampu = $12 \times 20 + 31 \times 23 = 240 + 713 = 953$ W

AC = 2×500 W = 1.000 W

Proyektor = 1×298 W = 298 W

$P_{total} = 953$ W + 1.000 W + 298 W = 2.251 W

Arus Lantai 1 = $\frac{2.251}{198} = 11,37$ A

Lantai 2

Lampu panjang = 8 biji (20 W / lampu)

Lampu bohlam LED = 71 biji (23 W / lampu)

Lampu = $8 \times 20 + 71 \times 23 = 160 + 1.633 = 1.793$ W

AC = 10×500 W = 5.000 W

Proyektor = 5×298 W = 1.490 W

$P_{total} = 1.793$ W + 5.000 W + 14.90 W = 8.283 W

Arus Lantai 2 = $\frac{8.283}{198} = 41,83$ A

Lantai 3

Lampu panjang = 8 biji (20 W / lampu)

Lampu bohlam LED = 65 biji (23 W / lampu)

$$\text{Lampu} = 8 \times 20 + 65 \times 23 = 160 + 1.495 = 1.655 \text{ W}$$

$$\text{AC} = 10 \times 500 \text{ W} = 5.000 \text{ W}$$

$$\text{Proyektor} = 5 \times 298 \text{ W} = 1.490 \text{ W}$$

$$P_{total} = 1655 \text{ W} + 5.000 \text{ W} + 1.495 \text{ W} = 10.395 \text{ W}$$

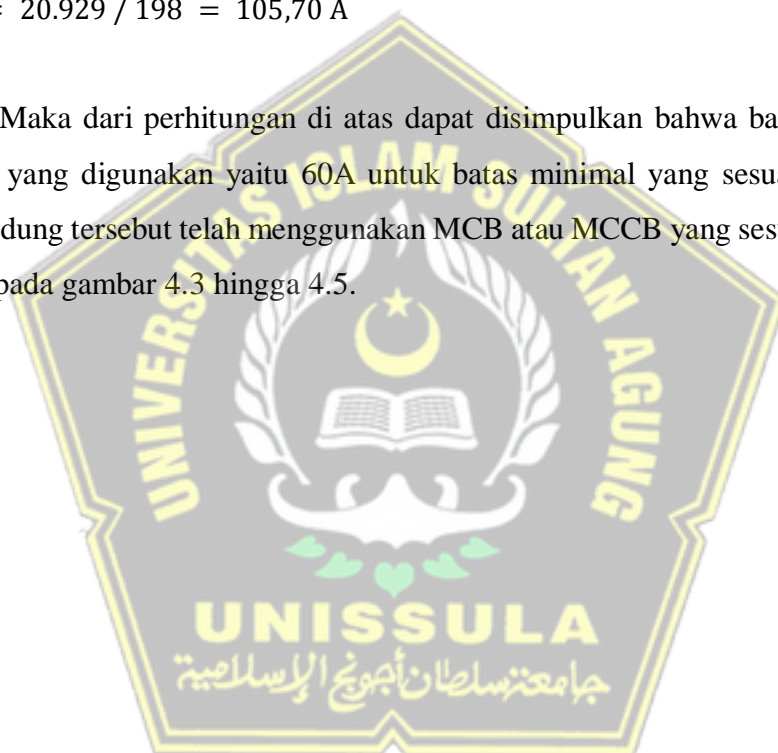
$$\text{Arus Lantai 3} = \frac{10.395}{198} = 52,50 \text{ A}$$

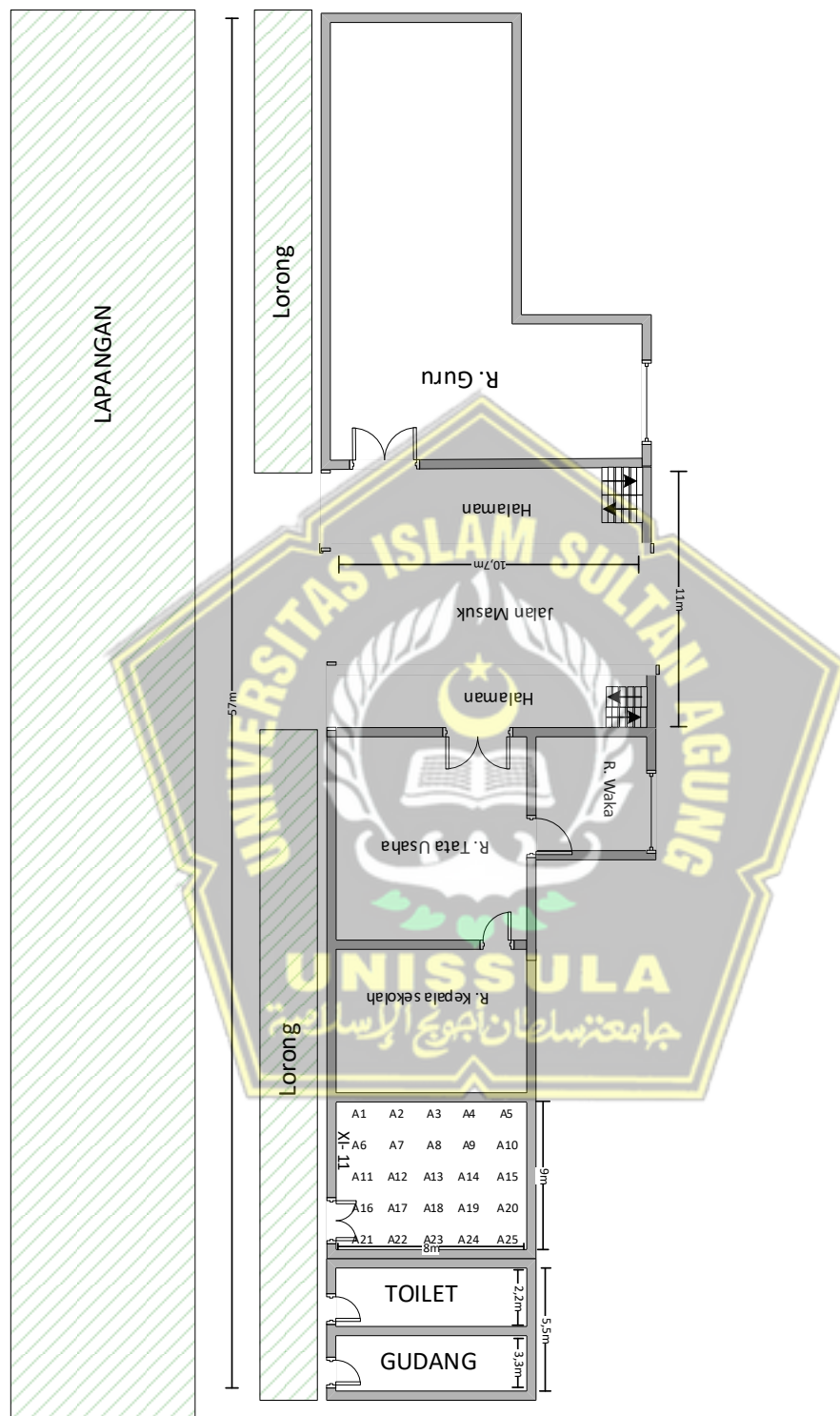
Total beban gedung

$$P_{total} = 2.251 + 8.283 + 10.395 = 20.929 \text{ W} \approx 20,93 \text{ kW}$$

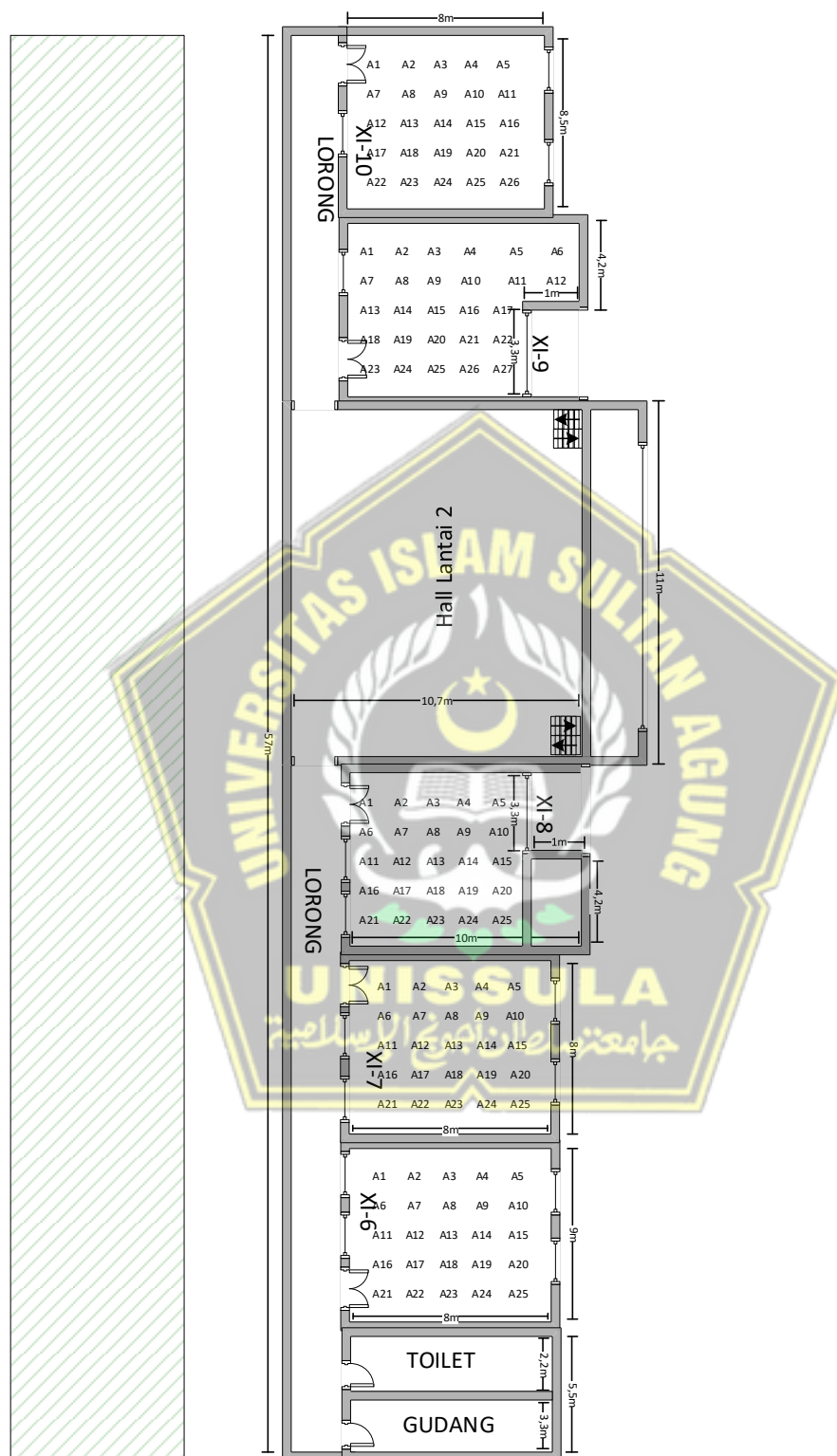
$$I_{total} = 20.929 / 198 = 105,70 \text{ A}$$

Maka dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa batas MCB atau MCCB yang digunakan yaitu 60A untuk batas minimal yang sesuai standar dan pada gedung tersebut telah menggunakan MCB atau MCCB yang sesuai yang dapat dilihat pada gambar 4.3 hingga 4.5.

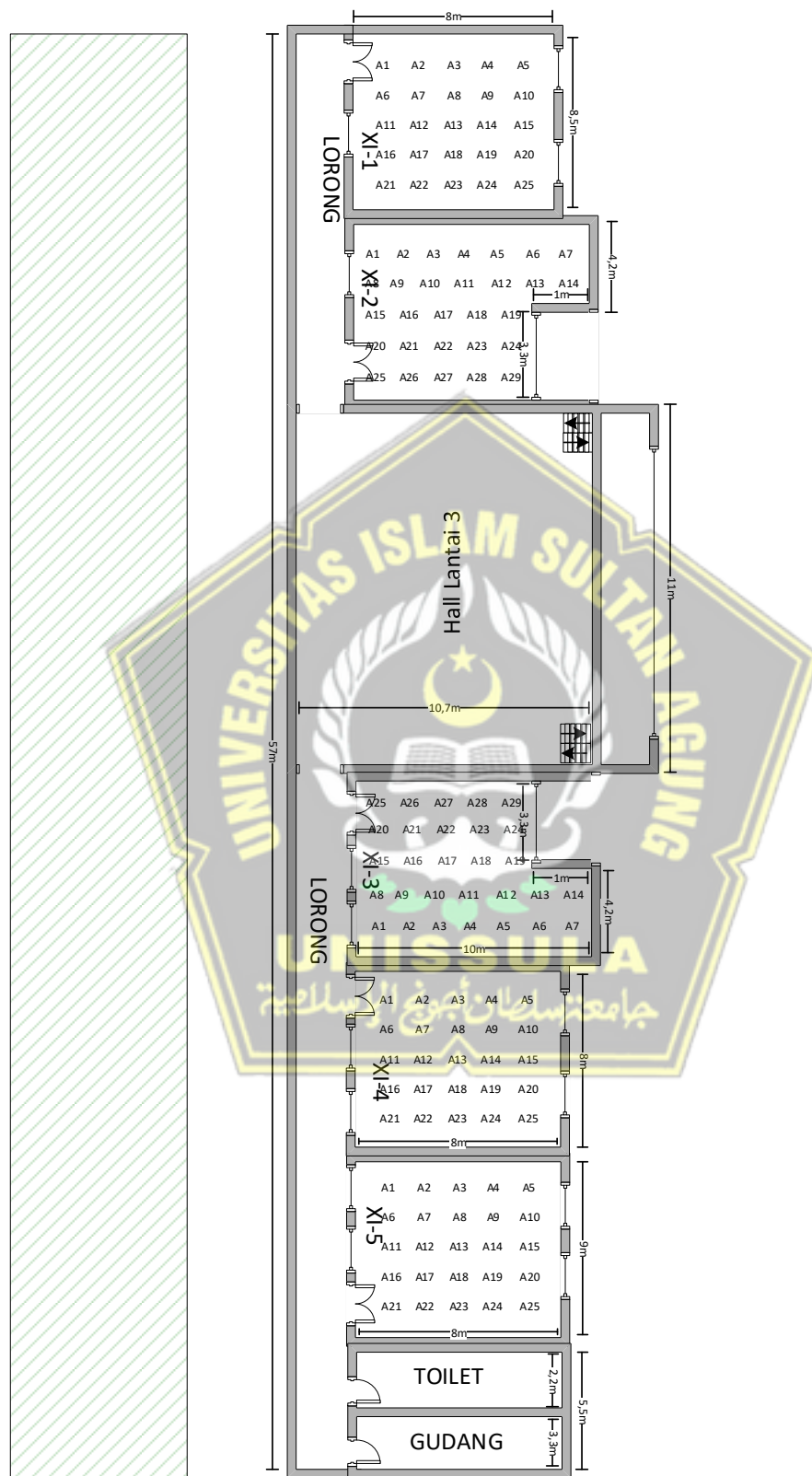




Gambar 4. 7 Denah dengan titik pengambilan data pencahayaan Lantai 1



Gambar 4.8 Denah dengan titik pengambilan data pencahayaan Lantai 2



Gambar 4. 9 Denah dengan titik pengambilan data pencahayaan Lantai 3

4.3 Hasil pengujian pencahayaan kelas

Pengujian ini dilakukan pada saat tidak ada kegiatan belajar mengajar yang dilakukan dimulai dari jam 16:00 wib hingga jam 19:00 wib pada tanggal 11 juli 2025. Berikut hasil dari pengawatan dari pencahayaan ruang kelas:

4.3.1 Hasil perhitungan data pencahayaan

Data ini di dapatkan dengan melakukan pengukuran menggunakan lux meter, beikut data dan perhitungan :

Tabel 4. 2 Data Pengukuran Pencahayaan kelas XI 11 – Lantai 1

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	115,67	11	A11	105	21	A21	111,33
2	A2	131,67	12	A12	133,33	22	A22	138,33
3	A3	147,33	13	A13	148,67	23	A23	144,67
4	A4	139,33	14	A14	136,33	24	A24	126,33
5	A5	124,67	15	A15	121,33	25	A25	114,33
6	A6	112	16	A16	107,67	26	A26	
7	A7	152,33	17	A17	141,67	27	A27	
8	A8	167,33	18	A18	155,67	28	A28	
9	A9	141,67	19	A19	128,67	29	A29	
10	A10	119,67	20	A20	117,33	30	A30	
	Rata - rata							131,29

- Perhitungan instalasi
 - Ukuran ruangan:
 - Lebar = 8 meter
 - Panjang = 9 meter
 - Luas = $8 \times 9 = 72 \text{ m}^2$
 - 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

$$I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$$

- Nilai Arus Perlampu

$$I = P / V$$

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

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{A1 + A2 + A3 + \dots A25}{25}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{2647,34}{25} = 131,29$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$$\text{Lumen} = \text{Lux rata - rata} \times \text{Luas Ruangan}$$

$$\text{Lumen} = 131,29 \times 72 = 9.452,88 \text{ lux}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{9.452,88}{100} = 94,5288 \text{ lumen}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 131,29 lux
- Total lumen dibutuhkan: ~94,5288 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4. 3 Data Pengukuran Pencahayaan kelas XI – 6 Lantai 2

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	112	11	A11	99	21	A21	124
2	A2	158,67	12	A12	166,67	22	A22	173,33
3	A3	204	13	A13	203	23	A23	162
4	A4	170,33	14	A14	193	24	A24	128,67
5	A5	131	15	A15	106,33	25	A25	104,67
6	A6	121,67	16	A16	118	26	A26	
7	A7	163,33	17	A17	162,67	27	A27	
8	A8	227	18	A18	172,33	28	A28	
9	A9	189	19	A19	178,67	29	A29	
10	A10	115	20	A20	119,33	30	A30	
	Rata - rata							152,14

1. Perhitungan instalasi
 - Ukuran ruangan:
 - Lebar = 8 meter
 - Panjang = 9 meter
 - Luas = $8 \times 9 = 72 \text{ m}^2$
 - 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
 - $I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$
 - 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 =
$$\frac{A1 + A2 + A3 + \dots + A25}{25}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{3803,67}{25} = 152,14$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$$\text{Lumen} = \text{Lux rata - rata} \times \text{Luas Ruangan}$$

$$\text{Lumen} = 152,14 \times 72 = 10.954,08 \text{ lux}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{10.954,08}{100} = 1.095.408 \text{ lumen}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 152,14 lux
 - Total lumen dibutuhkan: ~1.095.408 lumen
 - Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4. 4 Data Pengukuran Pencahayaan kelas XI – 7 Lantai 2

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	76,33	11	A11	46	21	A21	60,33
2	A2	76,34	12	A12	65	22	A22	71
3	A3	76,35	13	A13	61,67	23	A23	45,67
4	A4	76,36	14	A14	68	24	A24	64,33
5	A5	76,37	15	A15	41	25	A25	63
6	A6	61,67	16	A16	53	26	A26	
7	A7	53	17	A17	72	27	A27	
8	A8	52	18	A18	76,33	28	A28	
9	A9	60	19	A19	74	29	A29	
10	A10	57	20	A20	51	30	A30	
	Rata - rata							63,11

1. Perhitungan instalasi

- Ukuran ruangan:

Lebar = 8 meter

Panjang = 9 meter

Luas = $8 \times 8 = 64 \text{ m}^2$

- Jumlah lampu = 9 buah
- Spesifikasi lampu:
 - Daya per lampu = 23 Watt
 - Lumen per lampu = 1900 lumen
- Tegangan listrik: 220 Volt
- Nilai total Daya
 - $P_{total} = \text{Jumlah Lampu} \times \text{Daya per lampu}$
 - $P_{total} = 9 \times 23 = 207 \text{ Watt}$
- Nilai Arus listrik total
 - $I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$
- Nilai Arus Perlampu
 - $I = P / V$
 - $I = 23 / 220 = 0,1045 \text{ Ampere}$
- 2. Perhitungan kuat cahaya
 - Rata-rata Lux (Lux rata-rata)
 - $$\text{Lux rata - rata} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{25}}{25}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{1577,75}{25} = 63,11$$
- 3. Total Lumen yang Diperlukan
 - $$\text{Lumen} = \text{Lux rata - rata} \times \text{Luas Ruang}$$

$$\text{Lumen} = 63,11 \times 64 = 4.039,04 \text{ lux}$$
- 4. Estimasi Daya Lampu
 - Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt
 - $$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{4.039,04}{100} = 40,3904 \text{ lumen}$$
- 5. Kesimpulan Analisis
 - Rata-rata pencahayaan: 63,11 lux
 - Total lumen dibutuhkan: ~40,3904 lumen
 - Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
 - Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4. 5 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 8 lantai 2

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	120	11	A11	94,67	21	A21	91
2	A2	120	12	A12	112	22	A22	100
3	A3	107,33	13	A13	110	23	A23	71
4	A4	99,33	14	A14	100,33	24	A24	95
5	A5	75,33	15	A15	84,67	25	A25	78,67
6	A6	86	16	A16	82,33	26	A26	
7	A7	121,33	17	A17	105	27	A27	
8	A8	115,67	18	A18	98	28	A28	
9	A9	87	19	A19	106	29	A29	
10	A10	73,33	20	A20	79,33	30	A30	
	Rata - rata							96,53

1. Perhitungan instalasi

• Ukuran ruangan:

Lebar = 9 meter

Panjang = 7,5 meter

Luas = $7,5 \times 9 = 67,5 \text{ m}^2$

• 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

 $I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$

• Nilai Arus Perlampu

$$I = P / V$$

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

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{A1 + A2 + A3 + \dots + A25}{25}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{2413,32}{25} = 96,5328$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$$\text{Lumen} = \text{Lux rata - rata} \times \text{Luas Ruangan}$$

$$\text{Lumen} = 96,5328 \times 67,5 = 6.515,964 \text{ lux}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{6.515,964}{100} = 65,15964 \text{ lumen}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 131,29 lux
- Total lumen dibutuhkan: ~65,15964 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)

Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4. 6 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 9 lantai 2

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	118	11	A11	112,67	21	A21	87
2	A2	129,67	12	A12	136,33	22	A22	96
3	A3	109	13	A13	113,33	23	A23	111,33
4	A4	120,33	14	A14	118	24	A24	100
5	A5	100,67	15	A15	105,67	25	A25	94
6	A6	133	16	A16	88	26	A26	85
7	A7	134	17	A17	130,67	27	A27	83
8	A8	108,67	18	A18	94	28	A28	
9	A9	126,33	19	A19	122	29	A29	
10	A10	113,33	20	A20	118	30	A30	
	Rata - rata							110,66

1. Perhitungan instalasi

- Ukuran ruangan:

Bagian A

Panjang : 3,3 meter

Lebar : 9 meter

Bagian B

Panjang : 4,2 meter

Lebar : 10 meter

$$\text{Luas} = 3,3 \times 9 + 4,2 \times 10 = 71,7 \text{ m}^2$$

- 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

$$I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$$

- Nilai Arus Perlampu

$$I = P / V$$

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

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{25}}{27}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{2.988}{27} = 110,66$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$$\text{Lumen} = \text{Lux rata - rata} \times \text{Luas Ruangan}$$

$$\text{Lumen} = 110,66 \times 71,7 = 7.934,322 \text{ lux}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{7.934,322}{100} = 79,34322 \text{ lumen}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 110,66 lux
- Total lumen dibutuhkan: ~79,34322 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)

- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011).

Tabel 4. 7 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 10 lantai 2

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	125	11	A11	115,33	21	A21	111
2	A2	153	12	A12	152,33	22	A22	145
3	A3	156,67	13	A13	154,33	23	A23	156,67
4	A4	148	14	A14	147,67	24	A24	127,67
5	A5	97,67	15	A15	112,67	25	A25	115,67
6	A6	138,67	16	A16	101,33	26	A26	
7	A7	160,33	17	A17	122,33	27	A27	
8	A8	137,33	18	A18	143	28	A28	
9	A9	134,67	19	A19	107	29	A29	
10	A10	118,33	20	A20	111,67	30	A30	
	Rata - rata							131,73

- Perhitungan instalasi
 - Ukuran ruangan:
 Lebar = 8 meter
 Panjang = 8,5 meter
 Luas = $8 \times 8,5 = 68 \text{ m}^2$
 - 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
 $I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$
 - Nilai Arus Perlampu
 $I = P / V$
 $I = 23 / 220 = 0,1045 \text{ Ampere}$
- Perhitungan kuat cahaya
 Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{A1 + A2 + A3 + \dots + A25}{25}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{3293,34}{25} = 131,73$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$$\text{Lumen} = \text{Lux rata - rata} \times \text{Luas Ruangan}$$

$$\text{Lumen} = 131,73 \times 68 = 8.957,64 \text{ lux}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{8.957,64}{100} = 89,5764 \text{ lumen}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 131,73 lux
- Total lumen dibutuhkan: ~89,5764 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4. 8 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 1 lantai 3

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	102,67	11	A11	126,67	21	A21	102
2	A2	133,33	12	A12	140,33	22	A22	146
3	A3	143	13	A13	157,67	23	A23	167,67
4	A4	138	14	A14	135	24	A24	130,67
5	A5	111,33	15	A15	121	25	A25	96,67
6	A6	122	16	A16	138,67	26	A26	
7	A7	155	17	A17	170,67	27	A27	
8	A8	162,67	18	A18	174,67	28	A28	
9	A9	153	19	A19	159	29	A29	
10	A10	122	20	A20	113	30	A30	
	Rata - rata							136,9076

1. Perhitungan instalasi

- Ukuran ruangan:

Lebar = 8 meter

Panjang = 8,5 meter

Luas = $8 \times 9 = 68 \text{ m}^2$

- 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

$I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$

- Nilai Arus Perlampu

$I = P / V$

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

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{25}}{25}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{3422,69}{25} = 136,90$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$\text{Lumen} = \text{Lux rata - rata} \times \text{Luas Ruangan}$

$$\text{Lumen} = 136,90 \times 68 = 9.309,2 \text{ lux}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{9.309,2}{100} = 93,092 \text{ lumen}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 136,90 lux

- Total lumen dibutuhkan: ~93,092 lumen

- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4. 9 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 2 lantai 3

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	362,67	11	A11	415	21	A21	206,67
2	A2	335,33	12	A12	918	22	A22	174,67
3	A3	342	13	A13	243,67	23	A23	140
4	A4	367,33	14	A14	247,67	24	A24	151,67
5	A5	500,33	15	A15	238	25	A25	212
6	A6	1150,3	16	A16	263	26	A26	157,33
7	A7	223,67	17	A17	148,67	27	A27	193,33
8	A8	256,67	18	A18	192,67	28	A28	153,33
9	A9	309,33	19	A19	225,33	29	A29	121
10	A10	288,33	20	A20	220,33	30	A30	
	Rata - rata							302,01

1. Perhitungan instalasi
 - Ukuran ruangan:

Bagian A
Panjang : 3,3 meter
Lebar : 9 meter

Bagian B
Panjang : 4,2 meter
Lebar : 10 meter

$$\text{Luas} = 3,3 \times 9 + 4,2 \times 10 = 71,7 \text{ m}^2$$
 - 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

$I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$

- Nilai Arus Perlampu

$$I = P / V$$

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

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{A1 + A2 + A3 + \dots + A25}{25}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{8758,33}{29} = 302,01$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$$\text{Lumen} = \text{Lux rata - rata} \times \text{Luas Ruangan}$$

$$\text{Lumen} = 302,01 \times 71,7 = 21.654,117 \text{ lux}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{21.654,117}{100} = 216,54117 \text{ lumen}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 302,01 lux
- Total lumen dibutuhkan: ~216,54117 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4. 10 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 3 lantai 3

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	212	11	A11	160	21	A21	60
2	A2	207,67	12	A12	140,33	22	A22	85
3	A3	207,33	13	A13	139,33	23	A23	117
4	A4	323	14	A14	165,33	24	A24	87
5	A5	1111	15	A15	462,67	25	A25	74
6	A6	162,67	16	A16	146,33	26	A26	60,33
7	A7	201,33	17	A17	142	27	A27	59
8	A8	186,33	18	A18	109	28	A28	49
9	A9	355,33	19	A19	90	29	A29	39,33
10	A10	897,67	20	A20	79,67	30	A30	
	Rata - rata							211,36

1. Perhitungan instalasi
 - Ukuran ruangan:
 - Bagian A
 - Panjang : 3,3 meter
 - Lebar : 9 meter
 - Bagian B
 - Panjang : 4,2 meter
 - Lebar : 10 meter
 - Luas = $3,3 \times 9 + 4,2 \times 10 = 71,7 \text{ m}^2$
 - 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
 - $I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$
 - Nilai Arus Perlampu
 - $I = P / V$
 - $I = 23 / 220 = 0,1045 \text{ Ampere}$

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{A1 + A2 + A3 + \dots + A25}{29}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{6129,65}{29} = 211,36$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$$\text{Lumen} = \text{Lux rata - rata} \times \text{Luas Ruangan}$$

$$\text{Lumen} = 211,36 \times 71,7 = 15.154,512 \text{ lux}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{15.154,512}{100} = 151,54512 \text{ lumen}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 211,36 lux
- Total lumen dibutuhkan: ~151,54512 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4. 11 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 4 lantai 3

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	153,67	11	A11	110,33	21	A21	62,33
2	A2	164	12	A12	147,67	22	A22	108,33
3	A3	166	13	A13	167,33	23	A23	134,33
4	A4	157,67	14	A14	141	24	A24	128
5	A5	125,67	15	A15	99	25	A25	100,67
6	A6	115,67	16	A16	79,33	26	A26	
7	A7	171	17	A17	115	27	A27	
8	A8	146,67	18	A18	144	28	A28	
9	A9	134	19	A19	128,67	29	A29	
10	A10	128	20	A20	92,67	30	A30	
	Rata - rata							128,84

1. Perhitungan instalasi

- Ukuran ruangan:

Lebar = 8 meter

Panjang = 8 meter

Luas = $8 \times 8 = 64 \text{ m}^2$

- 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

$I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$

- Nilai Arus Perlampu

$I = P / V$

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

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{25}}{25}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{3221,01}{25} = 128,84$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$\text{Lumen} = \text{Lux rata - rata} \times \text{Luas Ruangan}$

$$\text{Lumen} = 128,84 \times 64 = 8.245,76 \text{ lux}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{8.245,76}{100} = 82,4576 \text{ lumen}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 128,84 lux

- Total lumen dibutuhkan: ~82,4576 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011)

Tabel 4. 12 Data Pengukuran pencahayaan kelas XI – 5 lantai 3

No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil	No	Titik Pengambilan	Hasil
1	A1	66	11	A11	100,67	21	A21	88
2	A2	82,67	12	A12	134	22	A22	122,67
3	A3	98,33	13	A13	146,33	23	A23	151,67
4	A4	110	14	A14	131,33	24	A24	146
5	A5	90,33	15	A15	79	25	A25	110
6	A6	79,67	16	A16	117,33	26	A26	
7	A7	91,33	17	A17	126	27	A27	
8	A8	128,33	18	A18	162,67	28	A28	
9	A9	132,33	19	A19	168,67	29	A29	
10	A10	100	20	A20	101	30	A30	
	Rata - rata							114,57

1. Perhitungan instalasi
 - Ukuran ruangan:
 Lebar = 8 meter
 Panjang = 9 meter
 Luas = $8 \times 9 = 72 \text{ m}^2$
 - 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
 $I = 184 \text{ watt} / 220 \text{ volt} = 0,9409 \text{ Ampere}$
 - Nilai Arus Perlampu
 $I = P / V$

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

2. Perhitungan kuat cahaya

Rata-rata Lux (Lux rata-rata)

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{A1 + A2 + A3 + \dots + A25}{25}$$

$$\text{Lux rata - rata} = \frac{2864,33}{25} = 114,57$$

3. Total Lumen yang Diperlukan

$Lumen = Lux \text{ rata - rata} \times Luas \text{ Ruangan}$

$$Lumen = 114,57 \times 72 = 8.249,04 \text{ lux}$$

4. Estimasi Daya Lampu

Asumsi efisiensi lampu LED = 100 lumen/watt

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{total lumen}}{100}$$

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{8.249,04}{100} = 82,4904 \text{ lumen}$$

5. Kesimpulan Analisis

- Rata-rata pencahayaan: 114,57 lux
- Total lumen dibutuhkan: ~82,4904 lumen
- Daya listrik yang diperlukan: ~220 watt (lampu LED 100 lm/W)
- Pencahayaan sudah mencukupi atau berlebih dibandingkan standar 250 - 300 lux (SNI 6197:2011).

4.3.2 Pembahasan pencahayaan

Berdasarkan hasil pengukuran tingkat pencahayaan di beberapa ruang kelas Gedung A SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang, diperoleh data bahwa nilai rata-rata lux bervariasi antara 63,11 lux hingga 302,01 lux. Jika dibandingkan dengan standar SNI 6197:2011, pencahayaan untuk ruang kelas seharusnya berada pada kisaran minimum 250 lux. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar ruang kelas masih belum memenuhi standar pencahayaan yang direkomendasikan.

Beberapa kelas di lantai 1 dan 2 hanya memiliki rata-rata pencahayaan sekitar 110–150 lux. Nilai ini jauh di bawah standar, sehingga dapat mengurangi kenyamanan visual siswa dan guru dalam proses belajar mengajar. Kondisi ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu jumlah lampu yang relatif sedikit serta

distribusi lampu yang kurang merata pada ruangan dengan ukuran 64–72 m². Dengan spesifikasi lampu LED 23 W yang hanya menghasilkan sekitar 1.900 lumen, jumlah total lumen yang tersedia tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan iluminasi ruangan sebesar ±18.000 lumen.

Namun, pada salah satu kelas di lantai 3, hasil pengukuran menunjukkan rata-rata pencahayaan mencapai 302 lux. Nilai ini sudah sesuai dengan standar SNI 6197:2011. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh kondisi ruangan yang lebih mendukung distribusi cahaya serta kemungkinan faktor pantulan cahaya dari dinding dan plafon yang lebih baik.

Secara keseluruhan, sistem pencahayaan pada Gedung A dapat dikategorikan belum optimal. Mayoritas ruang kelas masih membutuhkan penambahan jumlah armatur lampu atau penggantian dengan lampu LED yang memiliki output lumen lebih tinggi. Selain itu, penataan ulang posisi lampu juga diperlukan agar distribusi cahaya merata dan tidak menimbulkan area gelap pada sudut-sudut ruangan. Dengan peningkatan sistem pencahayaan sesuai standar SNI 6197:2011, diharapkan proses pembelajaran dapat berlangsung lebih nyaman, mengurangi risiko kelelahan mata, serta meningkatkan konsentrasi siswa di dalam kelas.

4.4 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis pada instalasi listrik Gedung A SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang, dapat ditarik beberapa pembahasan sebagai berikut:

4.4.1 Kelayakan Instalasi Listrik

Dari hasil pengukuran pada panel utama (MDP) diperoleh nilai tegangan antar fasa (R–S, S–T, T–R) berada di kisaran 412–418 V, sedangkan tegangan fasa–netral (R–N, S–N, T–N) berada di kisaran 238–241 V. Nilai tersebut masih berada dalam toleransi ±5% dari tegangan nominal 380/220 V sebagaimana ditetapkan dalam PUIL 2011, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem distribusi daya di Gedung A masih bekerja dengan stabil. Namun, hasil observasi menunjukkan bahwa kode warna kabel fasa masih mengikuti standar lama (merah, kuning, biru) dan belum menyesuaikan PUIL 2011 (cokelat, hitam, abu-abu). Selain itu, beberapa

penataan kabel kurang rapi. Meskipun tidak mengganggu fungsi, hal ini berpotensi menyulitkan perawatan dan berisiko menimbulkan kesalahan teknis di kemudian hari.

4.4.1 Kerapian dan Keamanan Instalasi

Dari observasi lapangan, kerapian penataan kabel belum sepenuhnya memenuhi standar PUIL 2011. Beberapa jalur kabel belum diberi penandaan jelas, dan posisi kotak kontak tidak mengikuti ketentuan penempatan fasa-netral. Kondisi ini meskipun tidak berbahaya secara langsung, dapat menimbulkan risiko kesalahan teknis jika tidak segera ditata ulang. Sistem pentanahan juga perlu dipastikan agar nilai tahanan tetap $\leq 5 \Omega$ sesuai standar keselamatan dalam PUIL 2011.

Hasil audit energi menunjukkan distribusi arus pada masing-masing fasa yaitu R = 0,49 A, S = 0,10 A, dan T = 0,35 A. Meskipun terdapat perbedaan nilai arus, seluruhnya masih jauh di bawah kapasitas MCB/MCCB yang digunakan, yaitu 60 A. Tidak ditemukan adanya panas berlebih pada kabel maupun panel, sehingga dapat dipastikan tidak terjadi kelebihan beban. Dengan demikian, pembagian pembebanan pada Gedung A dapat dikatakan cukup seimbang dan aman, sesuai dengan standar proteksi yang tercantum dalam PUIL 2011.

4.4.2 Hasil Audit Energi

Audit energi menunjukkan distribusi daya listrik cukup baik. Tidak ditemukan indikasi panas berlebih pada kabel maupun panel. Beban listrik total (lampu, AC, proyektor, dan perangkat lainnya) masih dalam batas aman karena MCB/MCCB yang digunakan telah sesuai dengan kapasitas beban gedung, yaitu sekitar 60A. Hal ini mengindikasikan sistem proteksi bekerja baik dan efisiensi penggunaan daya relatif terjaga. Namun, pemeliharaan rutin tetap diperlukan agar keandalan sistem tetap optimal.

4.4.3 Kelayakan Pencahayaan Ruang Kelas

Hasil pengukuran pencahayaan menunjukkan variasi tingkat lux di tiap kelas. Pada beberapa ruang kelas, rata-rata pencahayaan berada pada kisaran 110–150 lux, yang masih di bawah standar SNI 6197:2011 (minimum 250 lux untuk ruang kelas). Namun, terdapat pula ruang yang sudah mendekati standar, bahkan satu ruangan di lantai 3 mencapai 302 lux, sesuai standar. Perbedaan ini terjadi

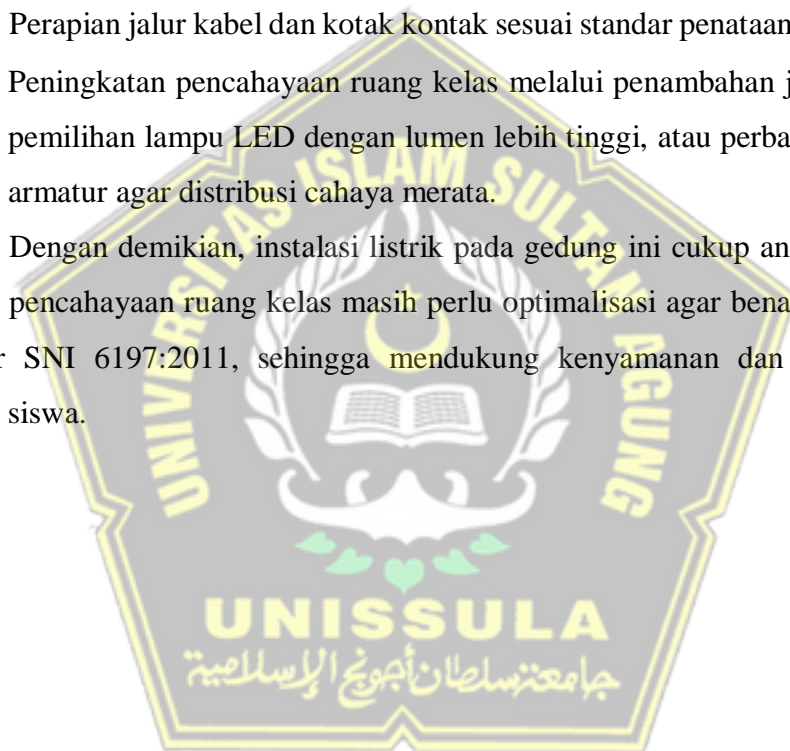
akibat distribusi lampu yang kurang merata serta penggunaan lampu dengan spesifikasi lumen yang relatif rendah (lampu LED 23W, ± 1900 lumen). Secara umum, pencahayaan di sebagian besar ruang kelas masih belum memenuhi standar kenyamanan belajar.

4.4.4 Implikasi terhadap Kenyamanan dan Keselamatan

Instalasi listrik pada gedung A dapat dikatakan layak secara umum, namun masih terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan, yaitu:

- Penyesuaian kode warna kabel fasa sesuai PUIL 2011.
- Perapian jalur kabel dan kotak kontak sesuai standar penataan (PUIL 2011).
- Peningkatan pencahayaan ruang kelas melalui penambahan jumlah lampu, pemilihan lampu LED dengan lumen lebih tinggi, atau perbaikan tata letak armatur agar distribusi cahaya merata.

Dengan demikian, instalasi listrik pada gedung ini cukup andal dan aman, namun pencahayaan ruang kelas masih perlu optimalisasi agar benar-benar sesuai standar SNI 6197:2011, sehingga mendukung kenyamanan dan produktivitas belajar siswa.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kondisi Instalasi Listrik Gedung A

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan antar fasa (412–418 V) dan fasa ke netral (238–241 V), sistem distribusi listrik masih stabil dan sesuai batas toleransi $\pm 5\%$ PUIL 2011. Instalasi secara umum tergolong layak dan aman digunakan, meskipun terdapat kekurangan pada kode warna kabel yang masih mengikuti standar lama (merah–kuning–biru) dan penataan kabel yang kurang rapi. Kondisi ini belum berbahaya, tetapi berpotensi menimbulkan kendala teknis dan kesulitan perawatan di masa mendatang.

2. Sistem Pembagian Pembebanan pada Masing-masing Grup

Hasil audit menunjukkan total daya terpasang sebesar 20,93 kW dengan arus total 105,7 A. Beban pada setiap lantai relatif seimbang — lantai 1 sebesar 2,25 kW (11,36 A), lantai 2 sebesar 8,28 kW (41,83 A), dan lantai 3 sebesar 10,39 kW (52,5 A). Nilai ini masih jauh di bawah kapasitas MCB/MCCB sebesar 60 A, menandakan sistem proteksi bekerja dengan baik dan tidak terjadi kelebihan beban.

3. Kelayakan Sistem Pencahayaan Ruang Kelas

Hasil pengukuran tingkat pencahayaan menunjukkan bahwa sebagian besar ruang kelas masih belum memenuhi standar SNI 6197:2011 (minimal 250 lux). Rata-rata pencahayaan hanya berkisar 110–150 lux, meskipun ada satu ruang kelas yang sudah mencapai 302 lux. Hal ini disebabkan oleh jumlah dan distribusi lampu yang kurang merata serta spesifikasi lumen lampu yang relatif rendah

4. Perhitungan Analisis Pencahayaan Sesuai Standar

Berdasarkan hasil perhitungan, setiap ruang kelas seharusnya memiliki total cahaya sekitar 18.000 lumen agar sesuai dengan standar pencahayaan, sedangkan kondisi saat ini baru mencapai sekitar 17.100 lumen. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan di ruang kelas masih sedikit kurang terang dari standar yang ditetapkan. Untuk meningkatkan

kenyamanan belajar, sekolah dapat menambah 1–2 lampu LED di setiap ruang kelas atau mengganti lampu yang ada dengan jenis lampu berdaya lebih terang, sekitar 2.500 lumen per unit, sehingga pencahayaan menjadi lebih merata, nyaman, dan sesuai dengan ketentuan standar nasional.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan kinerja instalasi listrik dan kualitas pencahayaan di Gedung A, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

1. Perbaikan Instalasi
 - Melakukan pembaruan kode warna kabel sesuai standar terbaru PUIL agar lebih aman dan memudahkan perawatan.
 - Menata ulang jalur kabel agar lebih rapi dan meminimalkan potensi gangguan listrik di kemudian hari.
2. Optimalisasi Pembebanan
 - Meskipun distribusi beban sudah seimbang, perlu dilakukan pengukuran beban secara berkala agar dapat terpantau jika terjadi perubahan atau penambahan peralatan.
 - Jika terjadi penambahan perangkat dengan daya besar (seperti AC atau TV tambahan), sebaiknya dilakukan evaluasi ulang pembagian beban dan rating proteksi.
3. Peningkatan Pencahayaan
 - Menambah jumlah lampu pada ruang kelas yang tingkat pencahayaannya masih di bawah standar.
 - Mengganti jenis lampu dengan lampu hemat energi ber-lumen tinggi agar cahaya yang dihasilkan lebih terang dan merata.
 - Mengatur ulang posisi pemasangan armatur sehingga distribusi cahaya lebih optimal dan tidak menimbulkan bayangan.
4. Pemeliharaan Rutin
 - Melakukan perawatan preventif secara berkala pada instalasi listrik, MCB, MCCB, serta lampu.
 - Melakukan penggantian lampu yang redup atau mati agar tingkat

pencahayaannya tetap sesuai standar.

- Menyediakan jadwal inspeksi tahunan terhadap sistem instalasi listrik untuk memastikan keselamatan dan efisiensi.



DAFTAR PUSTAKA

- Andrea, I., Haq, M. Z. and Siagian, S. M. (2020) 'Analisa Sistem Instalasi Listrik Dan Pembagian Daya Di P . T Kereta Api Indonesia Persero (Studi Kasus Stasiun Tebing Tinggi)', 3(1).
- Badan Standardisasi Nasional (2000) 'SNI 03-6197-2000 Konservasi energi pada sistem pencahayaan', *Sni 03-6197-2000*, p. 17.
- Code, N. E. *et al.* (2001) 'Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung .', pp. 1–32.
- Dwilesmana, A. (2023) 'ANALISIS SISTEM INSTALASI LISTRIK GEDUNG BERTINGKAT DI PT . MULTI GROUP HOLDING COMPANY', 2(2), pp. 124–138.
- Firdaus, H., Mulyana, D. and Suryadi, D. (2023) 'Analisis Kelayakan Instalasi Listrik Rumah Tangga di Desa Baregebg Kecamatan Baregebg Kabupaten Ciamis', *Jurnal Media Teknologi*, 9(2), pp. 142–151. doi: 10.25157/jmt.v9i2.2933.
- Imran, A. *et al.* (2022) 'ELECTRICAL INSTALLATION STUDY PT . NUSANTARA PLANTATION XIV (PERSERO) TAKALAR SUGAR FACTORY', 20(1).
- Kasus, S. *et al.* (2017) 'Evaluasi Desain Pencahayaan Interior Pada Ruang Pertemuan Publik Berdasarkan Nilai Intensitas Pencahayaan', IX(2), pp. 73–77.
- MAHENDRA, G. N. (2023) 'Analisis Kelayakan Instalasi Listrik Kompleks Balai Desa Kelurahan Kali Wenang Kecamatan Tanggunharjo Kabupaten Grobogan', pp. 12–13.
- MORIS, A. (2024) 'STUDI EVALUASI KELAYAKAN INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG WISMA PORA DI KABUPATEN PIDIE', p. 6.
- Sidiq, R. P., Priatna, E. and Usrah, I. (2023) 'Analisis Kelayakan Instalasi Listrik di PT. Komatsu Indonesia (KBN Plant)', *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 5(1), pp. 3–7. doi: 10.37058/jeee.v5i1.7850.
- SNI (2011) 'Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)', *DirJen Ketenagalistrikan*, 2011(PUIL), pp. 1–133.
- Syarat, M. (2024) 'ANALISA PEMBEBANAN DAYA INSTALASI LISTRIK'.