

**SKRIPSI**

**STUDI EVALUASI INSTALASI LISTRIK PADA SEMEN  
TONASA *MEDICAL CENTRE***

**Disusun dan diajukan oleh:**

**AISSIH ATASARI  
D041201023**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**STUDI EVALUASI INSTALASI LISTRIK PADA SEMEN  
TONASA *MEDICAL CENTRE***

Disusun dan diajukan oleh

**Aissih Atasari  
D041201023**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 14 Oktober 2024  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. H. Ansar Suyuti, M.T., IPU., ASEAN.Eng  
NIP. 196712311992021001

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. Ing. Ir. Faizal A Samman, M.T., IPU., ASEAN.Eng. ACPE.  
NIP. 197506052002121004

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aissih Atasari  
NIM : D041201023  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **STUDI EVALUASI INSTALASI LISTRIK PADA SEMEN TONASA MEDICAL CENTRE**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 14 Oktober 2024

Yang Menyatakan,



Aissih Atasari

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "Studi Evaluasi Instalasi Listrik pada Semen Tonasa *Medical Centre*". Penyusunan skripsi merupakan salah satu syarat kelulusan pada pendidikan strata satu (S1) di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sehingga penulisan skripsi ini tidak terlepas sebagai pemenuhan penulis untuk menyelesaikan studi sarjana.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian skripsi ini, terdapat berbagai hambatan dan tantangan. Namun, berkat dukungan dan arahan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yang terkasih, yang selalu memberikan dukungan, arahan, doa, dan bantuan dalam berbagai bentuk selama masa perkuliahan hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Ansar Suyuti, M.T., IPU., ASEAN.Eng selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, saran dan masukan, serta berbagi ilmu selama proses penelitian dan pengerjaan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Fitriyanti Mayasari, S. T., M. T. dan Bapak Ir. Tajuddin Waris, M.T. selaku dosen penguji yang telah menyempatkan waktu untuk hadir selama seminar dan memberikan kritik, saran serta arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan pegawai Departemen Teknik Elektro Universitas Hasanuddin yang telah mengajar dan mendidik, memberikan dukungan serta bantuan selama masa kuliah sampai pada penyelesaian skripsi ini.
5. Salsah, Aliyya, dan Febe yang telah membantu dan mendukung selama proses pengerjaan skripsi.

6. Teman-teman instalasi, Nadhila, Yani, Paang, Aan, Adi, Andi, Riska, dan Rendy yang telah berbagi cerita, saling membantu, dan saling menghibur dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Muhammad Fadli Akbar yang selalu membantu dan menemani sejak awal perkuliahan hingga penulisan skripsi, serta menjadi *support system* dalam pengerjaan skripsi ini.
8. Seluruh rekan-rekan PROCEZ20R yang telah membantu dan menemani penulis dari awal perkuliahan hingga akhir penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik elektro. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

## ABSTRAK

**Aissih Atasari.** *STUDI EVALUASI INSTALASI LISTRIK PADA SEMEN TONASA MEDICAL CENTRE* (Dibimbing oleh: Prof. Dr. Ir. H. Ansar Suyuti, M.T., IPU., ASEAN.Eng.)

Energi listrik merupakan hal yang penting dalam pengoperasian rumah sakit, termasuk di Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC), di mana keandalan pasokan listrik sangat berpengaruh terhadap keselamatan pasien dan kelancaran aktivitas medis. Kualitas sistem instalasi listrik yang baik dapat menghindari risiko yang dapat membahayakan penghuni rumah sakit serta mencegah gangguan pada peralatan medis yang sensitif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penyediaan energi listrik di STMC, menghitung besaran arus pada masing-masing kelompok beban, mengevaluasi sistem penerangan dan sistem pembumian, serta menghitung *losses* akibat ketidakseimbangan beban. Metode penelitian yang digunakan meliputi observasi, wawancara, pengambilan data sekunder, dan pengukuran langsung. Adapun data yang dikumpulkan mencakup arus listrik, hasil pengukuran intensitas cahaya (lux), dan tahanan pembumian. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis untuk menentukan apakah telah memenuhi standar PUIL 2011 dan PERMENKES. Hasil penelitian menunjukkan kelemahan dalam sistem cadangan energi, yaitu tidak adanya UPS di area kritis dan pengoperasian genset yang manual sehingga disarankan berdasarkan PERMENKES rumah sakit harus menambahkan UPS pada area kritis dan pengoperasian genset secara otomatis. Selanjutnya, pengukuran intensitas penerangan didapatkan ada beberapa ruangan yang nilai luxnya masih belum sesuai dengan standar PERMENKES sehingga disarankan untuk dilakukan penyesuaian dengan standar yang berlaku. Berdasarkan hasil perhitungan *losses* terdapat beberapa kelompok beban yang melebihi batas toleransi ketidakseimbangan yaitu >20% sehingga disarankan untuk dilakukannya penyeimbangan beban. Berdasarkan hasil perhitungan nilai KHA dan pengukuran nilai tahanan pembumian, semua nilai KHA penghantar yang terpasang pada STMC dan nilai tahanan pembumian sudah memenuhi standar PUIL tetapi titik pembumian hanya ada satu sehingga disarankan setiap panel dilengkapi sistem pembumian.

Kata Kunci : Energi Listrik, Sistem Penerangan, Sistem Pembumian, Instalasi Listrik, *Losses*.

## ABSTRACT

**Aissih Atasari.** *STUDY OF ELECTRICAL INSTALLATION EVALUATION AT SEMEN TONASA MEDICAL CENTRE* (Supervised by: Prof. Dr. Ir. H. Ansar Suyuti, M.T., IPU., ASEAN.Eng.)

Electrical energy is essential in hospital operations, including at Semen Tonasa Medical Center (STMC), where the reliability of electricity supply greatly affects patient safety and the smooth running of medical activities. A good quality electrical installation system can avoid risks that can endanger hospital occupants as well as prevent interference with sensitive medical equipment. This study aims to evaluate the supply of electrical energy at STMC, calculate the amount of current in each load group, evaluate the lighting system and earthing system, and calculate losses due to load imbalance. The research methods used include observation, interview, secondary data collection, and direct measurement. The data collected includes electric current, light intensity measurement results (lux), and earthing resistance. The data collected was then analyzed to determine whether it meets the PUIL 2011 and PERMENKES standards. The results showed weaknesses in the energy backup system, namely the absence of UPS in critical areas and manual operation of generators so it is recommended based on PERMENKES that hospitals should add UPS in critical areas and operate generators automatically. Furthermore, the measurement of lighting intensity found that there are several rooms whose lux value is still not in accordance with PERMENKES standards so it is recommended to make adjustments to the applicable standards. Based on the results of the calculation of losses, there are several groups of loads that exceed the tolerance limit for imbalance, which is  $> 20\%$  so it is recommended to do load balancing. Based on the results of the calculation of KHA value and measurement of earthing resistance value, all KHA values of conductors installed in STMC and earthing resistance value have met PUIL standards but there is only one earthing point so it is recommended that each panel be equipped with an earthing system.

Keywords: Electrical Energy, Lighting System, Earthing System, Electrical Installation, Losses.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Profil Singkat Semen Tonasa <i>Medical Centre</i> .....	5
2.2 Teori Dasar.....	5
2.2.1 Definisi Evaluasi Instalasi Listrik.....	5
2.2.2 Energi listrik .....	6
2.2.3 Daya Listrik .....	7
2.2.4 Faktor daya .....	7
2.3 Prinsip Dasar Instalasi Listrik.....	8
2.4 Ketentuan Perancangan/Desain Instalasi Listrik Menurut Standar .....	9
2.5 Pengaman Instalasi Listrik.....	10
2.6 Komponen Instalasi Listrik.....	10
2.6.1 Panel.....	11
2.6.2 Jenis Penghantar .....	11
2.6.3 Kotak Kontak.....	14
2.6.4 Fitting.....	15
2.6.5 Sakelar .....	15
2.6.6 <i>Miniature Circuit Breaker (MCB), Molded Case Circuit Breaker</i> <i>(MCCB), Earth Leakage Circuit Breaker ELCB</i> .....	16

2.7 Kemampuan Hantar Arus (KHA) .....	18
2.8 Sistem Penerangan.....	19
2.8.1 Konsep dan satuan penerangan.....	21
2.8.2 Penentuan jumlah dan kekuatan lampu .....	22
2.9 Tingkat Pencahayaan Rumah Sakit.....	25
2.9.1 Ruang Gawat Darurat .....	25
2.9.2 Ruang Rawat Jalan.....	27
2.9.3 Ruang Rawat Inap.....	29
2.10 Pengukuran Intensitas Penerangan .....	31
2.10.1 Penentuan titik pengukuran .....	31
2.11 Sistem Pembumian.....	32
2.12 Generator .....	34
2.12.1 Jenis-Jenis Generator .....	34
2.12.2 <i>Diesel Generating Set</i> .....	35
2.13 <i>Uninterruptable Power Supply (UPS)</i> .....	35
2.13.1 Komponen utama UPS.....	36
2.14 <i>Automatic Transfer Switch (ATS)</i> dan <i>Automatic Main Failure (AMF)</i> .....	36
2.15 Peluang Penghematan Energi .....	37
2.15.1 Arus Netral.....	38
2.15.2 Rugi pada Arus Netral.....	38
2.16 Penelitian yang Relevan.....	39
BAB III METODE PENELITIAN.....	41
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	41
3.2 Alat yang digunakan .....	41
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	41
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	42
3.5 Metode Analisis Data.....	44
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN .....	47
4.1 Penyediaan Energi Listrik pada Semen Tonasa <i>Medical Centre</i> .....	47
4.1.1 Analisis Sumber Utama (PLN) pada Semen Tonasa <i>Medical Centre</i> ....	47
4.1.2 Analisis <i>Uninterruptable Power Supply (UPS)</i> pada Semen Tonasa <i>Medical Centre</i> .....	47
4.1.3 Analisis Genset pada Semen Tonasa <i>Medical Centre</i> .....	48
4.2 Pemilihan Penghantar pada Semen Tonasa <i>Medical Centre</i> .....	50

4.2.1 Perhitungan Nilai KHA pada Panel Utama.....	50
4.2.2 Perhitungan Nilai KHA pada Panel AC (MCCB AC 1) .....	51
4.2.3 Perhitungan Nilai KHA pada Panel AC (MCCB AC 2) .....	51
4.2.4 Perhitungan Nilai KHA pada Panel AC (MCCB AC 3) .....	52
4.2.5 Perhitungan Nilai KHA pada Panel Penerangan (Penerangan 1) .....	53
4.2.6 Perhitungan Nilai KHA pada Panel Penerangan (Penerangan 2) .....	53
4.2.7 Perhitungan Nilai KHA pada Panel Utama (MCB IGD).....	54
4.3 Perhitungan <i>losses</i> akibat adanya ketidakseimbangan beban pada <i>Semen Tonasa Medical Centre</i> .....	57
4.3.1 Perhitungan ketidakseimbangan beban.....	57
4.4 Sistem Penerangan dan Sistem Pembumian pada <i>Semen Tonasa Medical Centre (STMC)</i> .....	61
4.4.1 Hasil Pengukuran Intensitas Penerangan pada ruang IGD .....	61
4.4.2 Hasil Pengukuran Intensitas Penerangan pada Ruang Rawat Jalan .....	63
4.4.3 Hasil Pengukuran Intensitas Penerangan pada Ruang Rawat Inap.....	63
4.4.4 Hasil Pengukuran Sistem Pembumian pada <i>Semen Tonasa Medical Centre</i> . .....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran .....	71
DAFTAR PUSTAKA .....	72
LAMPIRAN .....	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kabel NYA .....	12
Gambar 2 Kabel NYM .....	13
Gambar 3 Kabel NYAF .....	13
Gambar 4 Kabel NYY .....	14
Gambar 5 Kabel ACSR .....	14
Gambar 6 Stop Kontak.....	15
Gambar 7 Sakelar .....	15
Gambar 8 MCB 1 fasa dan 3 fasa .....	16
Gambar 9 MCCB .....	16
Gambar 10 ELCB.....	17
Gambar 11 Armature Pancaran Lebar dan Lampu TL .....	20
Gambar 12 Klasifikasi Pendistribusian Cahaya.....	21
Gambar 13 Rangkaian Pengukuran Pembumian.....	34
Gambar 14 Blok diagram proses kerja ATS dan AMF.....	37
Gambar 15 Diagram alir penelitian.....	42
Gambar 16 Jalur Kelistrikan Semen Tonasa Medical Centre.....	49
Gambar 17 Denah Ruangan STMC .....	66
Gambar 18 Titik lampu pada ruangan yang dilakukan pengukuran.....	67
Gambar 19 Rangkaian Pengukuran Pembumian.....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kode pengenalan dan penandaan identifikasi konduktor.....	11
Tabel 2 Perbedaan MCB dan MCCB .....	17
Tabel 3 KHA terus menerus untuk kabel NYY pada suhu ambien 30° C .....	19
Tabel 4 Faktor refleksi berdasarkan warna dinding dan langit-langit ruangan.....	23
Tabel 5 Efisiensi Penerangan.....	24
Tabel 6 Kategori Pencahayaan pada Ruang Gawat Darurat .....	25
Tabel 7 Kategori Pencahayaan pada Ruang Rawat Jalan.....	27
Tabel 8 Kategori Pencahayaan pada Ruang Rawat Inap.....	29
Tabel 9 Resistansi jenis tanah.....	33
Tabel 10 Karakteristik Penghantar Aluminium JTR .....	39
Tabel 11 Hasil Perhitungan Nilai KHA pada Panel Semen Tonasa Medical Centre .....	56
Tabel 12 Data Pengukuran Arus STMC .....	59
Tabel 13 Waktu Operasi dan Energi yang Terbuang pada STMC.....	60
Tabel 14 Hasil Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang IGD.....	62
Tabel 15 Hasil Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Rawat Jalan.....	63
Tabel 16 Hasil Pengukuran Intensitas Penerangan Ruang Perawatan .....	64
Tabel 17 Hasil Pengukuran Resistansi Pembedaan .....	68

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang paling dibutuhkan terutama dalam pengoperasian rumah sakit. Energi listrik merupakan hal yang sangat vital dalam pengoperasian rumah sakit karena hampir semua aktivitas yang ada memerlukan pasokan listrik seperti penggunaan peralatan medis dan sistem penerangan. Selain itu, keandalan pasokan listrik sangat penting untuk menjaga keselamatan pasien dan kelancaran aktivitas medis. Oleh karena itu, rumah sakit biasanya dilengkapi dengan sumber cadangan seperti generator untuk mengatasi kemungkinan terjadinya pemadaman listrik dari sumber utama.

Seiring berjalannya waktu dan meningkatnya kebutuhan listrik, instalasi listrik dapat mengalami perubahan baik dari segi kualitas maupun kuantitas, yaitu menurunnya kualitas instalasi listrik dan perubahan kuantitas titik beban. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kelayakan instalasi dan keselamatan pemakainya. Oleh karena itu, sistem instalasi pada suatu bangunan harus memiliki sistem instalasi yang baik dan mengikuti standar kelistrikan yang berlaku.

Rumah sakit yang aman dan efisien tentu harus memiliki instalasi listrik yang baik. Instalasi listrik di rumah sakit merupakan bagian kritis dari infrastruktur yang harus diperhatikan. Dengan instalasi listrik yang baik, rumah sakit dapat memastikan pasokan listrik yang stabil dan andal untuk semua peralatan medis dan non-medis yang diperlukan dalam penyediaan perawatan kesehatan yang berkualitas. Apabila instalasi listrik tidak diperhatikan dengan baik, masalah yang dapat membahayakan *staff* medis dan pasien rumah sakit kemungkinan bisa terjadi. Seperti terjadinya korsleting saat pasien sementara menjalani operasi atau saat berada di ruang perawatan intensif, hal ini bisa membahayakan nyawa pasien. Selain itu, risiko kebakaran juga sangat berbahaya di lingkungan rumah sakit. Kebakaran dapat terjadi karena berbagai alasan, termasuk korsleting, *overloading*, atau penggunaan peralatan listrik yang rusak atau tidak aman. Oleh karena itu, sistem instalasi pada suatu bangunan harus memiliki sistem instalasi yang baik dan berdasarkan peraturan yang berlaku, dan juga harus memperhatikan nilai-nilai estetika dan nilai-nilai ekonomis.

Pengetahuan tentang Kuat Hantar Arus (KHA) dari penghantar listrik juga sangat penting dalam merancang dan memilih instalasi listrik yang aman dan andal. KHA mengacu pada kapasitas penghantar untuk mengalirkan arus listrik. Jika arus listrik yang mengalir melalui penghantar melebihi nilai KHA yang ditentukan, penghantar tersebut dapat menjadi panas dan menyebabkan kerusakan pada isolasi. Kerusakan isolasi bisa menyebabkan kebocoran arus listrik dan dapat menyebabkan bahaya bagi keselamatan manusia atau bahkan memicu kebakaran. Oleh karena itu, pentingnya mengetahui besaran arus pada penghantar untuk menentukan pemilihan kabel yang sesuai dengan kapasitas instalasi listrik.

Selain instalasi listrik yang baik, hal lain yang perlu diperhatikan agar rumah sakit dapat berjalan dengan baik adalah intensitas cahaya yang memadai. Dengan intensitas cahaya yang memenuhi standar, maka penggunaan pencahayaan tambahan seperti lampu bisa diminimalkan, sehingga mengurangi konsumsi energi dan biaya listrik. Disamping itu, orang yang berada pada ruangan dengan intensitas cahaya yang cukup akan merasa nyaman dan tidak mengalami kesilauan atau gelap yang berlebih. Oleh karena itu, suatu bangunan perlu memerhatikan intensitas penerangan yang layak dan sesuai aturan yang berlaku.

Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC) merupakan pusat layanan kesehatan yang dikelola oleh PT Semen Tonasa yang telah berdiri sejak lama. Seiring berjalannya waktu, kebutuhan dan tuntutan terhadap layanan kesehatan yang andal dan berkualitas semakin meningkat. Hal ini termasuk keandalan sistem instalasi listrik, yang menjadi salah satu aspek penting dalam operasional fasilitas kesehatan.

Mengingat STMC sudah didirikan sejak lama, kualitas dan keandalan instalasi listrik yang sudah tua di STMC kemungkinan besar menurun, yang dapat berdampak pada keselamatan pasien, tenaga medis, serta efisiensi energi. Selain instalasi listrik, untuk memastikan kenyamanan pasien dan tenaga medis di STMC, penting untuk mengevaluasi intensitas pencahayaan di ruangan-ruangan yang memerlukan cahaya yang optimal. Pencahayaan yang baik akan mendukung tenaga medis dalam bekerja secara maksimal dan membuat pasien merasa nyaman tanpa terganggu oleh kondisi ruangan yang terlalu gelap atau terlalu terang.

Evaluasi penghantar, penerangan, dan pembumian pada STMC dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh sistem masih memenuhi persyaratan terkini, aman

digunakan, dan mampu menangani kebutuhan operasional baik saat ini maupun di masa depan. Penilaian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan perbaikan yang dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan seluruh sistem. Melalui penelitian ini, diharapkan STMC akan dapat terus memberikan layanan kesehatan yang baik dan aman dengan memastikan bahwa sistem instalasi listrik, intensitas penerangan, dan sistem pembumian semuanya andal dan sesuai standar.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sistem kerja penyediaan energi listrik pada Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC)?
2. Bagaimana menghitung besaran arus pada masing-masing kelompok beban yang digunakan ?
3. Bagaimana menghitung energi yang terbuang akibat ketidakseimbangan beban pada Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC) ?
4. Bagaimana evaluasi sistem penerangan dan sistem pembumian pada Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC) ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi penyediaan energi listrik pada Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC).
2. Menghitung besaran arus pada masing-masing kelompok beban yang digunakan.
3. Menghitung *losses* akibat adanya ketidakseimbangan beban pada Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC).
4. Mengevaluasi sistem penerangan dan sistem pembumian pada Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC).

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan kontribusi dalam memastikan instalasi listrik yang baik dan aman.
2. Dapat menjadi bahan referensi yang akan menambah ilmu pengetahuan dan kajian lebih lanjut di masa yang akan datang terhadap evaluasi instalasi listrik.
3. Manfaat bagi peneliti mampu menerapkan teori instalasi listrik pada rumah sakit.

### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Menganalisis sistem kerja penyediaan energi listrik pada Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC).
2. Menghitung *losses* berdasarkan ketidakseimbangan beban.
3. Mengevaluasi penghantar yang digunakan berdasarkan besaran arus pada masing-masing kelompok beban yang digunakan.
4. Pengukuran kuat pencahayaan hanya pada IGD, ruang rawat jalan, dan ruang rawat inap Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC).
5. Skripsi ini secara khusus tidak membahas sistem pengamanan dan pengkondisian udara pada Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Profil Singkat Semen Tonasa *Medical Centre***

Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC) adalah pusat pelayanan kesehatan yang dikelola oleh PT Semen Tonasa yang berlokasi di Pangkep, Sulawesi Selatan, Indonesia. Setelah diresmikannya PT Semen Tonasa tepat pada tahun 1968, Sekitar tahun 1980 PT Semen Tonasa mulai menyediakan fasilitas kesehatan dasar bagi karyawannya guna memberikan kesejahteraan yang lebih baik bagi karyawan dan keluarganya. Pada sekitar tahun 1990, melihat kebutuhan akan layanan kesehatan yang lebih lengkap dan memadai, PT Semen Tonasa mulai mengembangkan fasilitas kesehatan ini menjadi sebuah klinik dengan layanan medis yang lebih komprehensif. Klinik yang awalnya hanya melayani karyawan PT Semen Tonasa dan keluarganya, mulai berkembang menjadi pusat kesehatan yang juga melayani masyarakat umum di sekitar wilayah Pangkep.

Pada tahun 2010, PT Semen Tonasa melakukan peningkatan pada fasilitas dan layanan kesehatan yang disediakan. Klinik ini kemudian diresmikan sebagai Semen Tonasa *Medical Centre* (STMC), dengan luas tanah sekitar 6.173,3 m<sup>2</sup> dan luas bangunan 2.888,81 m<sup>2</sup>. STMC memiliki fasilitas yang lebih modern dan layanan yang lebih luas, termasuk pelayanan umum, pelayanan spesialis perawatan gigi, spesialis kulit & kelamin, spesialis paru, laboratorium, apotek, dan unit gawat darurat. STMC terus memperluas jangkauannya, tidak hanya bagi karyawan PT Semen Tonasa dan keluarganya tetapi juga bagi masyarakat luas di sekitar Pangkep, menjadikan pusat kesehatan ini sebagai salah satu yang terkemuka di wilayah tersebut.

#### **2.2 Teori Dasar**

##### **2.2.1 Definisi Evaluasi Instalasi Listrik**

Evaluasi merupakan salah satu komponen dalam manajemen pengawasan yang berarti kegiatan untuk mengadakan perbandingan antara hasil yang sesungguhnya dan standar yang ditetapkan, sekaligus menetapkan perbedaan-perbedaan seandainya terjadi kelainan-kelainan atau deviasi (Dongka, 2020).

Instalasi listrik ialah jaringan perlengkapan yang mengatur dan membangkit tenaga listrik. Instalasi listrik ialah instalasi untuk membangkitkan, distribusi, pelayanan dan pemakaian tenaga listrik (BSN, 2011)

Evaluasi instalasi listrik merupakan kegiatan untuk mengadakan perbandingan antara kinerja dari sistem instalasi listrik dengan standar yang telah ditetapkan.

Tujuan utama dari instalasi listrik adalah menyediakan sumber daya listrik yang aman dan handal, mulai dari penerangan, penggunaan peralatan elektronik, hingga operasi mesin dan peralatan lainnya. Instalasi listrik biasanya terdiri dari beberapa komponen utama seperti penghantar listrik, stop kontak, saklar, komponen pengaman berupa *Miniatur Circuit Breaker* (MCB), *Molded Case Circuit Breaker* (MCCB), *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB), lampu, komponen tambahan berupa sensor gerakan, sensor suhu, otomatisasi dan sebagainya.

Secara umum instalasi listrik dibagi menjadi dua yaitu instalasi penerangan listrik dan instalasi tenaga listrik. Instalasi penerangan merupakan instalasi yang biasa digunakan untuk menerangi suatu ruangan atau area tertentu. Dalam instalasi listrik penerangan terbagi menjadi dua, yaitu instalasi listrik penerangan dalam ruangan (*indoor*) dan instalasi listrik penerangan luar ruangan (*outdoor*). Sedangkan, instalasi tenaga listrik merupakan instalasi yang biasa digunakan untuk mesin-mesin listrik seperti generator, motor, pompa air, dan sebagainya (Taufik, 2021).

### **2.2.2 Energi listrik**

Energi listrik adalah kemampuan untuk melakukan atau menghasilkan usaha listrik (kemampuan yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari satu titik ke titik yang lain). Energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik. Energi listrik dapat dirubah menjadi energi cahaya melalui lampu, juga dapat diubah menjadi energi lain. Energi listrik yaitu suatu energi yang tersimpan dalam arus listrik (*Ampere*) dan tegangan atau beda potensial listrik (*Volt*) dalam ketentuan kebutuhan untuk konsumsi daya listrik dalam *Watt* (W). Suatu energi yang terjadi tidak pernah hilang, tetapi berubah menjadi panas (kalor). Hal dapat dibuktikan bila

suatu peralatan listrik digunakan untuk melakukan suatu kerja, misalnya alat listrik pengaduk. Maka pada peralatan ini akan menjadi panas (Ponto, 2018).

### 2.2.3 Daya Listrik

Daya listrik adalah suatu kapasitas atau kemampuan melakukan energi atau usaha. Besaran dari daya adalah usaha dalam satuan waktu. Sedangkan daya listrik yaitu bagian dari besarnya beda potensial, kuat arus, hambatan, dan waktu. Daya listrik didefinisikan sebagai laju energi yang dibutuhkan. Daya listrik ini berkaitan dengan energi listrik tiap detik. Satuan daya listrik dalam satuan internasional adalah watt. (Ponto, 2018)

Pada sistem beban linier, konsep daya untuk sistem satu phasa dapat didefinisikan sebagai :

$$\text{Daya semu} \quad S = V.I * (VA) \quad (1)$$

$$\text{Daya aktif} \quad P = V.I.\cos \varphi (W) \quad (2)$$

$$\text{Daya reaktif} \quad Q = V.I.\sin \varphi (VAR) \quad (3)$$

Keterangan :

V= Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

Daya aktif merupakan daya sesungguhnya yang terpakai untuk melakukan kerja terhadap beban atau merupakan daya yang sesungguhnya, Daya reaktif merupakan daya yang dibutuhkan untuk beban induksi, daya ini terserap untuk pembentukan medan magnet, seperti motor listrik. Daya semu merupakan total dari daya aktif dan daya reaktif (Fikri Wardihan, 2021).

### 2.2.4 Faktor daya

Faktor daya atau biasa disebut  $\cos \varphi$  merupakan perbandingan antara daya aktif dan daya semu. Faktor daya atau factor kerja menggambarkan sudut phasa antara daya aktif dan daya semu. Pada suatu sistem tenaga listrik memiliki 3 jenis faktor daya yaitu faktor daya unity, faktor daya mendahului (*leading*) dan faktor daya terbelakang (*lagging*) yang ditentukan oleh jenis beban pada sistem tenaga listrik (Hariyadi, 2015)

Faktor daya yang baik dalam jaringan listrik adalah yang mendekati 1. Faktor daya ini menunjukkan seberapa efisien daya listrik diubah menjadi kerja berguna oleh sistem. Selain meningkatkan tagihan listrik, faktor daya yang rendah akan menyebabkan rugi-rugi, *drop voltage*, kenaikan suhu operasi, dan efisiensi penggunaan energi listrik menjadi turun. Metode sangat sederhana perbaikan faktor daya yaitu dengan menambah kapasitor daya.

### **2.3 Prinsip Dasar Instalasi Listrik**

Prinsip dasar yang harus menjadi pertimbangan pada saat pemasangan instalasi listrik agar instalasi yang dipasang dapat digunakan secara optimum, efisien, dan efektif adalah sebagai berikut :

a) Keamanan

Maksud keamanan disini adalah suatu instalasi harus memperhatikan factor keamanan baik keamanan terhadap makhluk hidup dan bangunan maupun peralatan instalasi listrik itu sendiri.

b) Keandalan

Maksud dari keandalan adalah instalasi listrik yang handal secara mekanik maupun elektrik, instalasi listrik yang handal harus mencakup ketepatan dan kecepatan suatu pengaman apabila terjadi gangguan.

c) Ketercapaian

Maksud dari ketercapaian adalah instalasi listrik harus mudah dijangkau oleh pengguna dalam pengoperasiannya dan tata letak komponen instalasi listrik tidak menyulitkan pengguna ketika akan dioperasikan

d) Ketersediaan

Maksud dari ketersediaan adalah kesiapan suatu instalasi dalam melayani kebutuhan masyarakat baik itu berupa daya, peralatan, maupun terhadap perluasan instalasi.

e) Keindahan

Keindahan yang dimaksud adalah suatu instalasi listrik harus dipasang dan ditempatkan sedemikian rupa agar terlihat indah dan rapi serta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

f) Ekonomis

Maksud dari ekonomis adalah penggunaan bahan dan peralatan yang digunakan pada instalasi listrik harus diperhitungkan dengan pertimbangan tertentu agar biaya yang dikeluarkan tidak terlalu besar dan dibuat sehemat mungkin tanpa mengesampingkan kualitas dan ketentuan yang berlaku.

#### **2.4 Ketentuan Perancangan/Desain Instalasi Listrik Menurut Standar**

Rancangan instalasi listrik harus memenuhi ketentuan sesuai persyaratan umum instalasi listrik terbaru (PUIL 2011) dan peraturan lainnya seperti; undang – undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja beserta peraturan pelaksanaannya, undang – undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, undang – undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan (Pramono, 2017).

Dalam desain atau perancangan instalasi listrik, memuat dokumen gambar dan kelengkapan lainnya sangat penting untuk memastikan bahwa instalasi tersebut sesuai dengan standar dan dapat diimplementasikan dengan tepat. Berikut merupakan penjelasan dokumen gambar dan kelengkapan lainnya (Taufik, 2021).

- a. Gambar situasi, adalah gambar yang secara spesifik menunjukkan posisi objek yang akan dirancang dan desain hubungannya terhadap suplai utama tenaga listrik.
- b. Gambar instalasi yang terdiri dari :
  1. Desain tata letak komponen yang menggambarkan lokasi spesifik setiap perangkat Listrik seperti sakelar, titik pencahayaan, dan sebagainya.
  2. Desain hubungan perangkat listrik terhadap alat pengontrolnya contohnya seperti hubungan sakelar dan lampu.
  3. Keterangan secara spesifik tentang setiap perangkat yang digunakan.
- c. Diagram satu garis, yang terdiri dari :
  1. Diagram Panel Hubung Bagi (PHB) dilengkapi dengan informasi tentang ukuran dan nominal pengenalan komponennya.
  2. Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang serta pembagiannya.
  3. Jenis dan ukuran konduktor yang digunakan

- d. Perhitungan teknis terhadap aspek yang dianggap perlu. Aspek tersebut berupa perbaikan faktor daya, intensitas pencahayaan, *drop voltase*, beban terpasang, dan kebutuhan maksimum.
- e. Daftar kebutuhan barang seperti jumlah dan jenis konduktor atau lumener lampu.
- f. Uraian teknis yang berupa persyaratan mengenai sistem pengaman atau proteksi, persyaratan teknik perlengkapan listrik yang dipasang dan teknik pemasangan dan pengujian.
- g. Estimasi biaya (Taufik, 2021).

Dengan memuat semua dokumen dan kelengkapan ini, desain instalasi listrik dapat menjadi panduan yang lengkap dan jelas bagi pelaksanaan proyek secara efisien dan sesuai dengan standar yang berlaku.

## **2.5 Pengaman Instalasi Listrik**

Pengaman instalasi Listrik adalah suatu peralatan listrik yang biasa digunakan untuk melindungi pengguna maupun komponen listrik dari bahaya atau kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan seperti arus beban lebih atau arus hubung singkat.

1. Isolasi, yaitu untuk memisahkan bagian yang tidak bertegangan dan yang bertegangan untuk alasan keselamatan
2. Kontrol, yaitu untuk membuka atau menutup sambungan sirkit instalasi ketika sedang beroperasi normal.
3. Proteksi, yaitu untuk mengamankan peralatan listrik dan manusia dari kondisi yang berbahaya seperti beban lebih atau hubung singkat dengan cara memutus arus gangguan (Fikri Wardihan, 2021).

## **2.6 Komponen Instalasi Listrik**

Komponen instalasi listrik merupakan peralatan atau bahan yang digunakan dalam suatu sistem listrik untuk mengalirkan listrik dari sumber daya ke peralatan atau beban yang membutuhkannya. Berikut adalah beberapa komponen instalasi listrik yang umum:

1. Panel
2. Penghantar
3. Kotak kontak

4. Fitting
5. Sakelar
6. Pengaman

### 2.6.1 Panel

Panel merupakan pusat kontrol di mana sumber energi listrik masuk dan dipisahkan ke berbagai sirkuit yang berbeda. Pembagian panel dalam suatu instalasi listrik sangat penting untuk memastikan bahwa sumber energi listrik dapat dikelola dengan efisien dan aman. Pembagian tersebut biasanya dilakukan untuk memisahkan berbagai jenis beban agar dapat dikelola secara terpisah.

### 2.6.2 Jenis Penghantar

Penghantar adalah suatu benda yang bersifat konduktif untuk menghantarkan arus listrik dari satu titik ke titik lain. Penghantar yang digunakan biasanya berupa kawat berisolasi atau disebut kabel. Jenis penghantar yang lazim digunakan adalah tembaga atau aluminium (Fikri Wardihan, 2021).

Tembaga atau aluminium yang digunakan harus memiliki kemurnian yang tinggi, yaitu 99,5% sehingga daya hantarnya tinggi. Aluminium lebih ringan dibanding tembaga, namun kekuatan tarik aluminium lebih kecil daripada kekuatan Tarik tembaga. Untuk itu penghantar yang ukurannya besar dan pemasangannya direntangkan memerlukan penguat baja atau paduan aluminium pada bagian tengahnya (Fikri Wardihan, 2021).

Pada umumnya penghantar dibagi menjadi dua, yaitu penghantar berisolasi dan penghantar tanpa isolasi. Berikut merupakan kode identifikasi konduktor :

Tabel 1 Kode pengenalan dan penandaan identifikasi konduktor

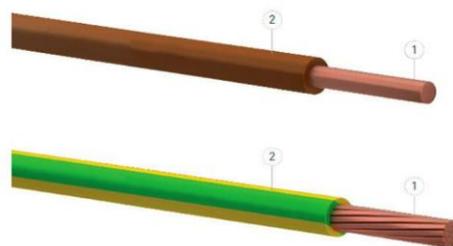
Kode	Keterangan
<b>Penghantar:</b>	
N	Penghantar berinti tembaga
NA	Penghantar berinti aluminium
<b>Isolasi:</b>	
Y	Isolasi PVC ( <i>Poli Vinil Chloride</i> )
2Y	Isolasi XLPE ( <i>Cross Linkage Poltethiline</i> )
<b>Selubung Dalam:</b>	
G	Selubung karet
2G	Selubung karet dari butyl
K	Selubung dari timah hitam
KL	Selubung aluminium dengan permukaan licin
KWK	Selubung dari XLPE

Kode	Keterangan
Y	Selubung dari PVC
2Y	Selubung dari Polytelin
Z	Selubung dari pita seng
<b>Sepiral :</b>	
Gb	Spiral dari pita baja
D	Spiral anti tekan
<b>Selubung Luar :</b>	
A	Selubung dari Yute
Y	Selubung dari PVC
<b>Inti :</b>	
F	Penghantar dengan inti berserabut
E	Penghantar dengan urat yang masing-masing berselubung logam

Sumber : Taufik (2021)

a) Kabel NYA

Kabel NYA merupakan kabel yang berinti tunggal, berbentuk pejal dan berlapis bahan isolasi PVC. Sesuai dengan kodenya huruf N berarti berintikan material yang terbuat dari tembaga, huruf Y berarti dilapisi isolasi PVC, dan huruf A berarti inti kabel bersifat Tunggal. Kabel jenis ini biasa digunakan pada instalasi listrik rumah tinggal. Lapisan isolasinya hanya satu lapis sehingga mudah cacat dan mudah digigit tikus. Agar tahan lama, kabel ini biasanya dipasang di dalam pipa jenis PVC. Dapat dilihat gambar 2.1 nomor 1 merupakan kawat tembaga dan nomor 2 menunjukkan isolasi berupa PVC.



Gambar 1 Kabel NYA

Sumber : [www.brighton.co.id](http://www.brighton.co.id)

b) Kabel NYM

Kabel NYM merupakan penghantar yang dilapisi isolasi PVC (biasanya mempunyai warna putih atau abu-abu), berinti 2 atau lebih. Mempunyai dua lapisan isolasi agar lebih handal dan lebih baik tingkat keamanannya.

Kabel ini bisa digunakan dilingkungan yang basah maupun kering. Namun, kabel ini tidak boleh ditanam. Nomor 1 pada gambar 2 menunjukkan konduktor kawat tembaga, nomor 2 menunjukkan lapisan dalam konduktor, dan nomor 3 menunjukkan isolasi terluar berupa PVC.



Gambar 2 Kabel NYM

Sumber : [www.pusatantipetir.com](http://www.pusatantipetir.com)

c) Kabel NYAF

Kabel NYAF merupakan kabel dengan penghantar tembaga berserabut yang berisolasi PVC. Sesuai dengan kodenya, N berarti jenis kabel yang terbuat dari material tembaga, Y berarti kabel dengan lapisan isolasi PVC, A berarti berinti tunggal, F berarti berinti serabut. Kabel ini direkomendasikan untuk instalasi yang permanen, di dalam panel distribusi atau sebagai konektor dalam panel, kabel ini bersifat lentur sehingga pemasangannya cocok untuk tempat yang mempunyai belokan-belokan tajam. Tetapi kabel ini tidak disarankan dipasang pada lingkungan yang lembab atau terkenan cuaca secara langsung karena kabel ini hanya mempunyai satu lapisan isolasi PVC sehingga mudah terkelupas.

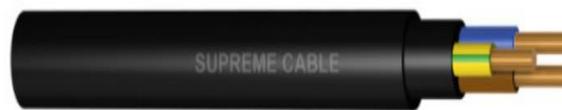


Gambar 3 Kabel NYAF

Sumber : [www.made-in-china.com](http://www.made-in-china.com)

d) Kabel NYY

Kabel NYY merupakan kabel yang terbuat dari *thermoplastic* tanpa perisai kabel jenis ini biasa dipakai sebagai kabel tenaga (Taufik, 2021). Kabel ini berinti tembaga berisolasi PVC, dengan inti kabel tunggal atau lebih dan memiliki lapisan luar PVC. Bahan isolator untuk jenis kabel ini memiliki konstruksi yang lebih kuat dan kaku karena terdapat selubung tambahan dan berbahan anti gigitan tikus. Kabel ini dirancang untuk instalasi tetap di dalam tanah atau pada kondisi di luar ruangan dimana harus tetap diberikan perlindungan khusus misalnya pipa PVC atau pipa besi, terutama pada aliran listrik tegangan tinggi.



Gambar 4 Kabel NYY

Sumber : [www.tokopedia.com](http://www.tokopedia.com)

e) Kabel ACSR

Kabel *Aluminium Conduct Steel Reinforced* (ACSR) merupakan kawat penghantar yang terdiri dari aluminium berinti kawat baja dan tidak berisolasi. Kegunaan kabel ini berbeda dengan kabel lainnya, kabel ini biasanya digunakan untuk saluran-saluran transmisi tegangan tinggi dan digunakan pada tiang yang jaraknya saling berjauhan karena tarikannya yang kuat.



Gambar 5 Kabel ACSR

Sumber: [www.honreycable.com](http://www.honreycable.com)

### 2.6.3 Kotak Kontak

Kotak kontak atau biasa disebut stop kontak merupakan komponen yang digunakan untuk mendapatkan sumber tegangan listrik yang diperlukan untuk

peralatan listrik. Stop kontak biasanya terpasang pada dinding atau permukaan lainnya dan memiliki lubang yang dirancang untuk menerima steker dari peralatan listrik.



Gambar 6 Stop Kontak

Sumber : <https://eshop.se.com>

#### 2.6.4 Fitting

Fitting merupakan komponen listrik yang berfungsi untuk tempat dipasangnya lampu. Fitting ini biasanya terdiri dari beberapa bagian, termasuk terminal untuk menghubungkan kabel listrik dan soket untuk menerima bola lampu. Jenis fitting lampu yaitu fitting gantung, fitting langit-langit, dan fitting kedap air. Fitting lampu penting karena memastikan koneksi yang aman antara lampu dan sumber listrik, serta memungkinkan penggantian bola lampu dengan mudah ketika diperlukan.

#### 2.6.5 Sakelar

Sakelar merupakan komponen listrik yang berfungsi untuk memutuskan dan memutuskan rangkaian listrik. Sakelar umumnya terdiri dari tuas atau tombol yang dapat diputar, dipencet, atau dipindahkan ke posisi tertentu untuk mengendalikan aliran listrik. Gambar di bawah merupakan sakelar seri yang biasanya dipasang dipermukaan yang rata.



Gambar 7 Sakelar

Sumber : [www.industryshop.id](http://www.industryshop.id)

## 2.6.6 *Miniature Circuit Breaker (MCB), Molded Case Circuit Breaker (MCCB), Earth Leakage Circuit Breaker ELCB*

### a) *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

Pada MCB terbagi menjadi dua tipe pengaman yaitu secara termis dan elektromagnetis. MCB tipe termis menggunakan prinsip pemanasan termal untuk memutuskan sirkuit listrik saat terjadi arus lebih. Sedangkan, MCB tipe elektromagnetis berguna sebagai pengaman jika terjadi hubung singkat. MCB berfungsi membatasi jika terjadi arus lebih menggunakan gerakan bimetal untuk memutuskan rangkaian. MCB juga dapat berfungsi sebagai *switch* yang dapat menghubungkan dan memutuskan sirkuit secara manual (Taufik, 2021).



Gambar 8 MCB 1 fasa dan 3 fasa

Sumber : Taufik, 2021

### b) *Molded Case Circuit Breaker (MCCB)*

MCCB merupakan alat pengaman yang dalam proses operasinya mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengaman dan sebagai alat penghubung. Jika dilihat dari segi pengaman, MCCB dapat berfungsi sebagai pengaman jika terjadi gangguan arus beban lebih dan arus hubung singkat (Irhami, 2020).



Gambar 9 MCCB  
Sumber : Irhami, 2020

Tabel 2 Perbedaan MCB dan MCCB

MCB	MCCB
Rating amper 2-100 A	Rating amper 100-1000 A
kA hanya 4,5 kA	Memiliki kA yang besar berkisar 36-100 kA
Tidak bisa disetting untuk rating ampernya	Bisa disetting untuk rating ampernya
Tidak ada tombol reset	Terdapat tombol reset
Bentuknya kecil	Bentuknya besar

Sumber : Fikri Wardihan, 2021

### c) *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB)

ELCB adalah alat pengaman listrik dari resiko kebocoran arus listrik. ELCB biasa dapat ditemukan di dalam panel listrik, seperti MCB. Tetapi ELCB dan MCB memiliki fungsi yang berbeda. Jika MCB berfungsi sebagai proteksi ketika ada gangguan arus hubung singkat dan arus beban lebih, ELCB berfungsi sebagai proteksi ketika ada arus bocor.

ELCB bekerja dengan mendeteksi arus listrik yang tidak seimbang. Sebagai contoh, ketika seseorang menyentuh kabel listrik yang terbuka saat sedang dialiri arus listrik, maka arus listrik tersebut akan bocor dan mengalir melalui orang tersebut. ELCB akan segera mendeteksi arus bocor ini dengan membandingkan arus listrik yang mengalir pada fasa dan netral, sehingga akan mengaktifkan relay untuk trip (BBPVP, 2021).



Gambar 10 ELCB

Sumber: [www.se.com](http://www.se.com)

## 2.7 Kemampuan Hantar Arus (KHA)

Kemampuan Hantar Arus adalah arus yang dihantarkan oleh setiap konduktor untuk periode berkesinambungan selama operasi normal harus sedemikian sehingga batas suhu yang sesuai yang ditentukan tidak dilampaui. (Taufik, 2021)

Pengetahuan tentang KHA dari suatu penghantar listrik sangat penting dalam merancang dan memilih instalasi listrik yang aman dan andal. KHA mengacu pada kapasitas penghantar untuk mengalirkan arus listrik tanpa mengalami kerusakan yang signifikan. Apabila dalam suatu penghantar mengalir arus yang melebihi batas penghantar tersebut maka akan menimbulkan panas yang bisa menyebabkan kerusakan pada isolasi dari penghantar tersebut.

Kemampuan hantar arus suatu kabel merupakan kemampuan maksimum kabel untuk dialiri arus secara terus-menerus tanpa menyebabkan kerusakan pada kabel tersebut. Untuk menentukan nilai KHA suatu penghantar, perlu diketahui arus yang akan digunakan berdasarkan daya beban yang dipakai. Rumus yang dimaksud adalah sebagai berikut: (Fikri Wardihan, 2021)

- Untuk arus bolak balik satu fasa  $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$  (4)

- Untuk arus bolak balik tiga fasa  $I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$  (5)

- $I_z = 125 \% \times I$  (6)

Keterangan :

I = Arus nominal (ampere)

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

$I_z$  =  $KHA_{\min}$  kabel (ampere)

$\cos \varphi$  = Faktor daya

PUIL 2011 menyatakan, luas penampang kabel instalasi penerangan yang terpasang tidak boleh kurang dari 1,5 mm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk beban instalasi stop minimal berdiameter 2,5 mm<sup>2</sup>. Besarnya kabel dapat dilihat pada tabel PUIL KHA berikut:

Tabel 3 KHA terus menerus untuk kabel NYY pada suhu ambien 30° C

Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	KHA terus menerus					
	Inti tunggal		2-inti		3-inti dan 4-inti	
	Ditanah (A)	Diudara (A)	Ditanah (A)	Diudara (A)	Ditanah (A)	Diudara (A)
1,5	40	26	31	20	26	18,5
2,5	54	35	41	27	34	25
4	70	46	54	37	44	34
6	90	58	68	48	56	43
10	122	79	92	66	75	60
16	160	105	121	89	98	80
25	206	140	153	118	128	106
35	249	174	187	145	157	131
50	296	212	222	176	185	159
70	365	269	272	224	228	202
95	438	331	328	271	275	244
120	499	386	375	314	313	282
150	561	442	419	361	353	324
185	637	511	475	412	399	371
300	843	707	525	590	524	481
400	986	859	605	710	600	560
500	1125	1000	-	-	-	-

Sumber: PUIL 2011

## 2.8 Sistem Penerangan

Sistem penerangan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan pembagian fluks cahaya dan jenis armatur yang digunakan.

### a) Penerangan Langsung (*Direct Lighting*)

Pada sistem ini, 90-100% dari cahaya diarahkan langsung ke area kerja atau objek yang ingin diterangi. Sistem ini paling efektif dalam menyediakan penerangan, namun juga mengakibatkan adanya bayangan yang

mengganggu, serta mengakibatkan terjadinya kesilauan karena penyinaran lampu maupun karena pemantulan sinar lampu. Armatur yang digunakan biasanya berbentuk reflektor atau lensa yang memfokuskan cahaya ke bawah seperti armatur pancaran lebar, lampu TL, lampu gantung dengan reflektor. Umumnya digunakan pada bengkel dan pabrik, dan penerangan luar. Contoh armatur penerangan langsung seperti pada gambar 11 (Pratama & Nurdiana, 2020)



Gambar 11 Armature Pancaran Lebar dan Lampu TL

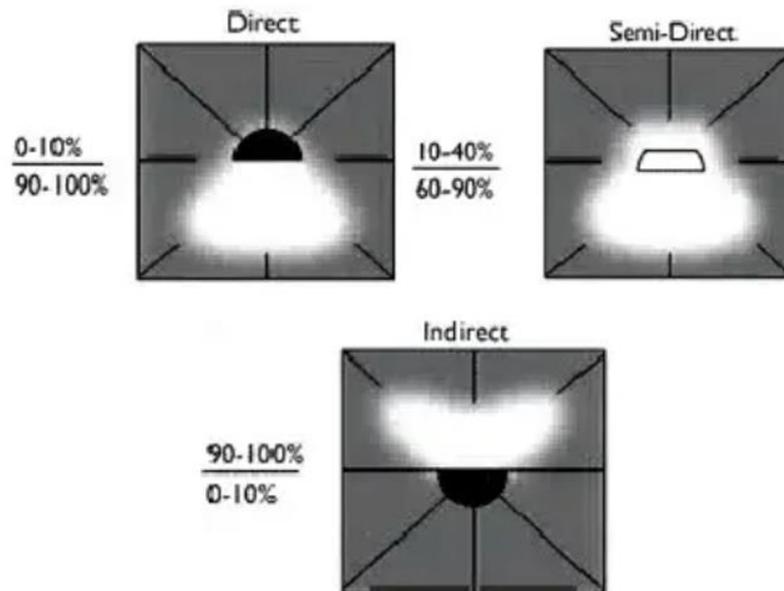
Sumber : Patabang, 2017

b) Penerangan Semi Langsung (*Semi Direct Lighting*)

Pada sistem ini, sekitar 60-90% cahaya diarahkan langsung ke permukaan yang perlu diterangi, sedangkan sisanya dipantulkan oleh langit-langit dan dinding. Efisiensi pencahayaan yang dihasilkan cukup baik dibandingkan dengan sistem langsung, dan bayangan serta kilauan berkurang. Sebagian kecil cahaya dipantulkan ke atas, sehingga memberikan kesan ruang yang lebih luas, seolah-olah langit-langitnya lebih tinggi. Sistem penerangan ini sering digunakan di gedung ibadah, tangga dalam rumah, gang, dan area serupa. (Pratama & Nurdiana, 2020)

c) Penerangan Tak Langsung (*Indirect Lighting*)

Pada sistem ini, 90-100 % cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas untuk dipantulkan kemudian menerangi seluruh ruangan berupa cahaya diffuse. Ini menghasilkan pencahayaan yang lembut dan merata tanpa bayangan keras. Armatur yang digunakan seperti lampu dinding atau lampu tersembunyi yang mengarahkan cahaya ke atas. Penerangan ini digunakan di ruang baca, tulis dan untuk pekerjaan-pekerjaan halus lainnya. (Pratama & Nurdiana, 2020)



Gambar 12 Klasifikasi Pendistribusian Cahaya

Sumber : Philips Lighting Academy

### 2.8.1 Konsep dan satuan penerangan

Dalam penggunaan sistem pencahayaan terdapat beberapa jenis konsep dan satuan pencahayaan yang digunakan sebagai penentuan banyak dan kekuatan cahaya yang diperlukan. Adapun satuan-satuan dari instalasi pencahayaan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

a) Fluksi Cahaya

Fluksi cahaya ialah jumlah keseluruhan cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Fluks dilambangkan sebagai  $F$  atau  $\Phi$  dan satuan yang dipakai untuk fluksi cahaya ialah lumen (lm) (Irhami, 2020)

b) Iluminasi

Iluminasi sering disebut juga kekuatan penerangan atau intensitas penerangan. Dalam BSN Iluminasi adalah daya cahaya (*luminous flux*) per unit sudut bidang yang jatuh pada suatu permukaan. Lambang iluminasi adalah  $E$  dengan satuan *lux*. (Taufik, 2021)

$$E = \frac{F}{A} \text{ (lux)} \quad (7)$$

Keterangan :

$E$  = Iluminasi (*Lux*)

$F$  = Flux Cahaya (Lm)

$A$  = Luas permukaan bidang ( $m^2$ ) (Taufik, 2021)

### 2.8.2 Penentuan jumlah dan kekuatan lampu

Pada dasarnya dalam perhitungan jumlah titik lampu pada suatu ruang dipengaruhi oleh banyak faktor. Berikut faktor yang dimaksud adalah sebagai berikut: (Irhami, 2020)

- a) Penggunaan ruangan, setiap jenis penggunaan ruangan harus mempunyai kebutuhan pencahayaan yang kuat karena setiap ruangan mempunyai keperluan yang berbeda-beda.
- b) Skala bentuk ruangan, semakin besar skala ruangan, semakin banyak pencahayaan yang diperlukan untuk memberikan cakupan pencahayaan yang cukup
- c) Keadaan dinding (warna dinding), perlu kita ketahui bahwa warna cat pada dinding dan langit-langit pada suatu ruangan dapat menyerap cahaya atau bahkan membalikkan cahaya.
- d) Beberapa jenis lampu dan tipe armature yang digunakan, tiap-tiap lampu dan armatur mempunyai desain dan karakteristik yang berbeda. serta memberikan efek pencahayaan yang beragam. (Irhami, 2020)

Penempatan dan jumlah lampu dalam sebuah ruangan sangat penting untuk mencapai pencahayaan yang merata dan nyaman bagi penghuninya, terutama dalam ruangan kerja di mana kenyamanan visual sangat penting untuk kinerja dan kesejahteraan pekerja. Disamping itu faktor lain yang harus diperhitungkan adalah sebagai berikut:

a) *Light Loss Factor* (LLF)

*Light Loss Factor* (LLF) atau faktor kehilangan cahaya adalah parameter penting dalam perencanaan pencahayaan yang digunakan untuk memperhitungkan berbagai kehilangan cahaya yang terjadi dari sumber cahaya hingga sampai ke area kerja. LLF mencakup beberapa komponen yang berbeda, seperti degradasi lampu seiring waktu, penumpukan debu dan kotoran pada perlengkapan lampu. Apabila tingkat pengotoran tidak diketahui, maka faktor depresiasi yang digunakan ialah 0,8. (Fauzi, 2021)

$$LLF = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \quad (8)$$

Keterangan:

E = Iluminasi / kekuatan penerangan (lux)

b) Faktor-Faktor refleksi

Faktor refleksi dari dinding (rw) dan langit-langit (rp) adalah faktor yang mempengaruhi seberapa banyak cahaya yang dipantulkan kembali oleh permukaan dinding dan langit-langit dalam sebuah ruangan. Ketika cahaya dipancarkan ke ruangan, sebagian besar akan diserap oleh permukaan dinding dan langit-langit. Adapun pengaruh dari dinding dan langit-langit pada sistem pencahayaan langsung jauh lebih kecil daripada pengaruhnya pada sistem-sistem penerangan lain. (Irhami, 2020)

Faktor refleksi bidang kerja (rm) ditentukan oleh refleksi lantai dan refleksi dinding antara bidang kerja dan lantai secara umum, Jika nilai ini tidak diketahui, secara umum digunakan nilai default  $rm = 0,10$ . (Fauzi dkk, 2021)

Tabel 4 Faktor refleksi berdasarkan warna dinding dan langit-langit ruangan

No.	Warna Dinding dan Langit-langit Ruangan	Faktor Refleksi
1.	Warna putih dan warna sangat muda	0,7
2.	Warna muda (kuning)	0,5
3.	Warna sedang (abu-abu)	0,3
4.	Warna gelap (hitam)	0,1

Sumber : Syofian (2019)

c) Indeks Ruang atau Indeks Bentuk (k)

Indeks ruangan atau indeks bentuk (k) menyatakan perbandingan antara ukuran-ukuran utama suatu ruangan berbentuk bujur sangkar, yang dirumuskan menggunakan persamaan (9). (Madro'i dkk, 2016)

$$k = \frac{p \cdot l}{h(p + l)} \quad (9)$$

Keterangan:

k = Indeks ruangan/indek bentuk

p = Panjang ruangan (meter)

l = lebar ruangan (meter)

h = tinggi sumber cahaya diatas bidang kerja (meter)

d) Faktor Utility (CU)

Tabel 5 Efisiensi Penerangan

Room Index (k)	Reflektansi (%) untuk langit-langit, dinding, dan bidang kerja										
	0,80	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70	0,50	0,50	0,30	0,30	0,00
	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,10	0,30	0,10	0,00
	0,30	0,10	0,30	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
0,60	0,36	0,34	0,34	0,33	0,32	0,25	0,22	0,18	0,19	0,16	0,12
0,80	0,45	0,42	0,42	0,41	0,40	0,33	0,29	0,24	0,25	0,21	0,15
1,00	0,53	0,49	0,49	0,47	0,46	0,38	0,34	0,29	0,29	0,26	0,19
1,25	0,60	0,55	0,56	0,53	0,51	0,44	0,39	0,35	0,34	0,30	0,23
1,50	0,66	0,60	0,61	0,58	0,56	0,49	0,43	0,39	0,37	0,34	0,26
2,00	0,74	0,67	0,69	0,65	0,62	0,56	0,50	0,45	0,43	0,40	0,30
2,50	0,81	0,71	0,74	0,70	0,67	0,61	0,54	0,50	0,47	0,44	0,34
3,00	0,85	0,74	0,78	0,74	0,70	0,65	0,57	0,54	0,50	0,47	0,36
4,00	0,91	0,79	0,84	0,79	0,74	0,70	0,62	0,59	0,54	0,51	0,40
5,00	0,95	0,82	0,88	0,82	0,77	0,73	0,65	0,62	0,56	0,54	0,42

Sumber : Sulistio, 2020

Faktor utility dapat ditentukan dengan tabel efisiensi penerangan dengan mencari nilai indeks ruangan (k) yang tepat, dapat dilihat pada tabel 5. Jika nilai (k) tidak terdapat secara tepat pada tabel sistem penerangan, efisiensi, dan depresiasi yang sudah ada, maka faktor utility diperoleh dengan metode interpolasi menggunakan persamaan (10).

$$CU = kp1 + \frac{k-k1}{k2-k1}(kp2 - kp1) \quad (10)$$

CU = Faktor utility

kp1 = Faktor utility batas bawah

kp2 = Faktor utility batas atas

k = indeks ruangan yang akan ditentukan

k1 = indeks ruangan batas bawah

k2 = indeks ruangan batas atas

e) Total Lumen lampu ( $\phi$ )

$$\phi = W \times L/w \quad (11)$$

Keterangan :

$W$  = Daya lampu (Watt)

$L/w$  = Lumen per Watt (1 Watt = 75 Lumen) (Irhami, 2020)

Dari beberapa parameter diatas, maka untuk mencari jumlah lampu digunakan persamaan berikut :

$$N = \frac{E.P.L}{\phi.LLF.CU.n} \quad (12)$$

Keterangan:

$N$  = Jumlah titik lampu

$E$  = Target kuat penerangan yang akan dicapai (lux)

$P$  = Panjang ruangan

$L$  = Lebar ruangan

$\phi$  = Total lumen lampu (lumen)

$LLF$  = Faktor depresiasi atau faktor kerugian cahaya

$CU$  = Faktor utility

$n$  = Jumlah dalam 1 titik lampu (Irhami, 2020)

## 2.9 Tingkat Pencahayaan Rumah Sakit

Pencahayaan rumah sakit yang baik dapat meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi bagi pasien, staf medis, dan pengunjung.

### 2.9.1 Ruang Gawat Darurat

Tabel 6 Kategori Pencahayaan pada Ruang Gawat Darurat

Nama Ruangan	Bangunan	Prasarana
Ruang Tindakan Umum	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jumlah tempat tidur ruangan tindakan disesuaikan dengan kebutuhan kapasitas pelayanan.</li> <li>- Ukuran ruangan per tempat tidur 3x3m<sup>2</sup>, dilengkaoi dengan tirai pembatas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatur ruang rata-rata 24° ± 2°C.</li> <li>- Jumlah udara ventilasi minimum 2 kali/jam.</li> <li>- Pertukaran udara minimum 6 kali/jam.</li> <li>- Ruangan mengoptimalkan pencahayaan alami.</li> </ul>

Nama Ruangan	Bangunan	Prasarana
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan bangunan yang digunakan tidak boleh memiliki tingkat porositas yang tinggi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk pencahayaan buatan intensitas cahaya <math>\pm 300</math> lux.</li> <li>- Bila diperlukan untuk tindakan, dapat disediakan pencahayaan tambahan 1000 lux</li> <li>- Instalasi Gas dan Vakum Medis SNI/ISO 7396 (Oksigen, Vakum, disarankan dilengkapi Udara tekan medik) – Sentral – Pipa Sertf. manufaktur – Area <i>Valve</i> dan Alarm - <i>Outlet</i> – <i>Bed Head</i> per TT.</li> <li>- Dilengkapi flowmeter dewasa dan <i>suction/</i> vakum regulator komplit set jar dewasa per TT.</li> <li>- Setiap tempat tidur disediakan minimal 5 kotak kontak dengan instalasi permanen.</li> </ul>
Ruang Observasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luas ruangan per tempat tidur ruangan observasi minimal 8 m<sup>2</sup>, dilengkapi dengan tirai pembatas.</li> <li>- Bahan bangunan yang digunakan tidak boleh memiliki tingkat porositas yang tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatur ruang rata-rata <math>24^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}</math>.</li> <li>- Jumlah udara ventilasi minimum 2 kali/jam.</li> <li>- Pertukaran udara minimum 6 kali/jam.</li> <li>- Ruangan mengoptimalkan pencahayaan alami. Untuk pencahayaan buatan intensitas cahaya <math>\pm 300</math> lux.</li> <li>- Instalasi Gas dan Vakum Medis SNI/ISO 7396 (Oksigen, Vakum, disarankan dilengkapi Udara tekan medik) – Sentral – Pipa Sertf. manufaktur – Area <i>Valve</i></li> </ul>

Nama Ruangan	Bangunan	Prasarana
		dan Alarm - <i>Outlet – Bed Head</i> per TT. - Dilengkapi flowmeter dewasa per TT. - Setiap tempat tidur disediakan min. 2 kotak kontak dengan instalasi permanen.
Ruang Administrasi	- Dilengkapi meja, kursi, lemari berkas/arsip intercom/telepon, <i>safety box</i> , komputer, printer dan peralatan kantor lainnya. - Memiliki konter yang berhubungan langsung dengan ruangan tunggu	- Temperatur ruang $24^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . - Jumlah udara ventilasi minimum 2 kali/jam. - Ruangan mengoptimalkan pencahayaan alami. Intensitas pencahayaan ruangan $\pm 200$ lux.

Sumber: PERMENKES No.40 Tahun 2022

## 2.9.2 Ruang Rawat Jalan

Tabel 7 Kategori Pencahayaan pada Ruang Rawat Jalan

Nama Ruang	Bangunan	Prasarana
Ruangan Administrasi (Informasi, Registrasi, Pembayaran)	- Dilengkapi meja, kursi, lemari berkas/arsip, <i>intercom/telepon, safety box</i> , komputer, printer dan peralatan kantor lainnya. - Memiliki konter yang berhubungan langsung dengan ruangan tunggu	- Temperatur ruang $24^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . - Jumlah udara ventilasi minimum 2 kali/jam. - Ruangan mengoptimalkan pencahayaan alami. Intensitas pencahayaan ruangan + 200 lux. - Perangkat pencahayaan dilengkapi penutup (cover).
Ruangan Periksa dan Konsultasi (Klinik) Spesialis Paru + Pernafasan	- Ruangan dapat terdiri dari area konsultasi, area tindakan/ periksa. Luas ruangan 9-24 m <sup>2</sup> dengan memperhatikan jumlah, aktivitas dan kebutuhan ruang gerak dari pengguna (petugas dan pasien) serta peralatannya.	- Temperatur ruang $24^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . - Jumlah aliran udara minimum 12 kali/jam. - Jumlah udara ventilasi minimum 3 kali/jam. - Ruangan mengoptimalkan pencahayaan alami. Intensitas pencahayaan

Nama Ruang	Bangunan	Prasarana
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disediakan wastafel dan fasilitas desinfeksi tangan.</li> <li>- Bahan bangunan yang digunakan tidak boleh memiliki tingkat porositas yang tinggi.</li> <li>- Lebar daun pintu ruangan minimal 90 cm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ruangan + 300 lux. Bila diperlukan untuk tindakan dapat disediakan lampu penerangan tambahan intensitas 1000 lux.</li> <li>- Disediakan kotak kontak daya min. 2 titik.</li> <li>- Disediakan min. outlet oksigen. Bila tidak dilengkapi Instalasi Gas Medis dapat menggunakan oksigen tabung dilengkapi regulator flowmeter dewasa.</li> </ul>
<p>Ruangan Periksa dan Konsultasi (Klinik) Gigi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luas ruangan periksa/konsultasi/ tindakan gigi 20-30 m<sup>2</sup> dengan memperhatikan jumlah, aktivitas dan kebutuhan ruang gerak dari pengguna (petugas dan pasien) serta peralatannya.</li> <li>- Ruang ini dilengkapi dengan ruangan kompresor dan ruangan alat steril tersendiri.</li> <li>- Disediakan wastafel dan fasilitas desinfeksi tangan</li> <li>- Bahan bangunan yang digunakan tidak boleh memiliki tingkat porositas yang tinggi.</li> <li>- Kompresor peralatan <i>dental chair</i> diletakkan di tempat khusus yang aman terhadap suara dan getaran.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatur ruang 24° ± 2°C.</li> <li>- Jumlah aliran udara minimum 12 kali/jam.</li> <li>- Jumlah udara ventilasi minimum 2 kali/jam.</li> <li>- Unit tata udara dilengkapi pre filter dan medium filter dan Hepa Filter (di area sekitar <i>dental unit</i> atau <i>Hepa Filter portable</i>).</li> <li>- Ruang mengoptimalkan pencahayaan alami. Intensitas pencahayaan ruangan + 300 lux.</li> <li>- Ruang bertekanan negatif.</li> <li>- Terdapat Terdapat lampu/sinar lampu/sinar ultraviolet pada setiap ruangan sebanyak minimal 2 buah.</li> <li>- Disediakan kotak kontak daya min. 2 titik atau lebih sesuai kebutuhan.</li> <li>- Bila Udara Tekan Alat (Penggerak Dental berasal dari Udara Tekan</li> </ul>

Nama Ruang	Bangunan	Prasarana
		Alat (Gas Medis) Maka harus menggunakan standar Alkes Instalasi Gas Medis.
Ruangan Periksa dan Konsultasi (Klinik) Kulit dan Penyakit Kelamin/ Spesialis Kulit dan Kelamin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruang dapat terdiri dari area konsultasi, area tindakan/periksa. Luas ruangan 9-24 m<sup>2</sup> dengan memperhatikan jumlah, aktivitas dan kebutuhan ruang gerak dari pengguna (petugas dan pasien) serta peralatannya.</li> <li>- Disediakan wastafel dan fasilitas desinfeksi tangan.</li> <li>- Bahan bangunan yang digunakan tidak boleh memiliki tingkat porositas yang tinggi.</li> <li>- Lebar daun pintu ruangan minimal 90 cm, lebar daun pintu khusus r. tindakan min. 120 cm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatur ruang 24° ± 2°C.</li> <li>- Jumlah alirannya min.10 kali/jam.</li> <li>- Jumlah ventilasi minimum minimum 2 kali/jam.</li> <li>- Ruang harus mengoptimalkan pencahayaan alami. Intensitas pencahayaan ± 300 lux. Bila diperlukan untuk tindakan dapat disediakan lampu penerangan tambahan intensitas 1000 lux.</li> <li>- Disediakan kotak kontak daya min. 2 titik atau lebih sesuai kebutuhan.</li> </ul>

Sumber: PERMENKES No.40 Tahun 2022

### 2.9.3 Ruang Rawat Inap

Tabel 8 Kategori Pencahayaan pada Ruang Rawat Inap

Nama Ruang	Bangunan	Prasarana
Ruangan Pos Perawat ( <i>Nurse Station</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pos perawat terletak di pusat atau dekat pintu/ akses ruang yang dilayani agar perawat dapat mengawasi seluruh kegiatan dan aktivitas keluar masuk di ruang rawat inap untuk pengamanan.</li> <li>- Meja konter memiliki ketinggian sama dengan meja kerja serta dilengkapi dengan kursi hadap.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatur ruang 24° ± 2°C.</li> <li>- Jumlah alirannya min.8 kali/jam.</li> <li>- Ruang mengoptimalkan pencahayaan alami. Intensitas pencahayaan min. 300 lux. Bila diperlukan penerangan khusus dapat ditambahkan lampu <i>downlight spot</i> (dengan cover).</li> </ul>

Nama Ruang	Bangunan	Prasarana
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luas ruangan sesuai kebutuhan - Pos perawat dilengkapi meja, kursi, intercom /telepon, dan wastafel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disediakan kotak kontak daya sesuai kebutuhan.</li> <li>- Tersedia sentral sistem <i>nurse call</i> untuk menerima panggilan dari setiap tempat tidur yang terhubung ke <i>nurse station</i>.</li> <li>- Alarm Gas dan Vakum Medis.</li> </ul>
Ruangan Perawatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ukuran ruangan menyesuaikan kelas perawatan dan jumlah TT.</li> <li>- Ruang perawatan pasien harus dikelompokkan/ dipisahkan berdasarkan jenis kelamin, usia dan jenis penyakit, penyakit, infeksius infeksius dan non infeksius serta tingkat ketergantungan dilayaninya.</li> <li>- Jarak antar tempat tidur 2,4 m atau antar tepi tempat tidur min. 1,5 m.</li> <li>- Antar tempat tidur yang dibatasi tirai, rel dipasang menempel di plafon dan bahan tirai non porosif</li> <li>- Di setiap ruangan perawatan harus disediakan kamar mandi dengan mengikuti persyaratan kamar mandi disabilitas</li> <li>- Komponen bangunan non porosif.</li> <li>- Pertemuan dinding dengan lantai disarankan melengkung (<i>hospital plint</i>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatur ruang <math>24^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}</math>.</li> <li>- Pertukaran udara min.6 kali/jam.</li> <li>- Jumlah udara ventilasi minimum 2 kali/jam.</li> <li>- Ruang mengoptimalkan pencahayaan alami. Intensitas pencahayaan 250 lux dan 50 lux untuk tidur.</li> <li>- Instalasi Gas dan Vakum Medis SNI/ISO 7396 (Oksigen, Vakum) – Sentral – Pipa Sertf. manufaktur – Area Valve dan Alarm - Outlet – <i>Bed Head</i> per TT</li> <li>- Dilengkapi Flowmeter Dewasa dan <i>Suction/Vakum</i> Regulator komplit set Jar Dewasa per TT.</li> <li>- Setiap tempat tidur disediakan min. 2 kotak kontak dengan instalasi permanen dan tidak boleh ada sambungan langsung tanpa pengaman arus.</li> <li>- Disediakan <i>nurse call</i> untuk masing-</li> </ul>

Nama Ruang	Bangunan	Prasarana
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lebar pintu ruangan perawatan min. 120 cm (dilengkapi dengan kaca jendela pengintai), dan disarankan membuka ke arah luar untuk kepentingan evakuasi.</li> <li>- Lebar pintu kamar mandi pasien min. 90 cm, harus membuka ke arah luar.</li> <li>- Setiap ruangan perawatan harus memiliki jendela di sisi luar bangunan untuk kepentingan pencahayaan dan ventilasi alami.</li> <li>- Bentuk bukaan jendela harus dapat mengoptimalkan ventilasi alami.</li> <li>- Untuk bangunan rawat inap yang bertingkat, lebar bukaan jendela tidak boleh memungkinkan pasien loncat.</li> <li>- Langit-langit harus rapat dan kuat, tidak rontok dan mudah dibersihkan.</li> </ul>	masing tempat tidur yang terhubung ke pos perawat ( <i>nurse station</i> )

Sumber: PERMENKES No. 40 Tahun 2022

## 2.10 Pengukuran Intensitas Penerangan

Menurut Badan Standarisasi Nasional (SNI 7062:2019) Intensitas penerangan adalah jumlah fluks cahaya atau lumen yang jatuh pada area tertentu per satuan luas area.

### 2.10.1 Penentuan titik pengukuran

Titik pengukuran biasanya ditempatkan pada ketinggian permukaan kerja atau setinggi 0,8 meter dari lantai.

#### a) Pengukuran pencahayaan setempat

Pengukuran setempat atau pengukuran objek digunakan pada tempat yang diperlukan, seperti pada ruang observasi IGD, ruang tindakan IGD, ruang

operasi, ruang bersalin, dan sebagainya. Posisi alat ukur (*lux meter*) diletakkan diatas permukaan objek kerja dan hasilnya dapat langsung dibaca.

b) Pengukuran pencahayaan umum

Pengukuran pencahayaan umum dilakukan untuk mengetahui intensitas pencahayaan secara umum di lingkungan kerja dimana aktivitas yang dilakukan membutuhkan intensitas pencahayaan yang sama. Pengukuran pencahayaan umum dilakukan pada ruang rawat jalan dan ruang administrasi.

Menurut SNI 7062:2019 jika luas ruangan :

1. Luas ruangan  $<50 \text{ m}^2$ , 1 titik pengukuran mewakili area maksimal  $3 \text{ m}^2$ .
2. Luas ruangan  $50 \text{ m}^2 - 100 \text{ m}^2$  minimal 25 titik pengukuran
3. Luas ruangan  $>100 \text{ m}^2$ , minimal 36 titik pengukuran

Untuk titik pengukuran merupakan titik temu antara dua garis diagonal panjang dan lebar ruangan.

### 2.11 Sistem Penumbumian

Sistem penumbumian merupakan sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi listrik dari bahaya tegangan atau arus abnormal. (Harahap dkk, 2023)

Tujuan sistem penumbumian adalah menjamin keselamatan manusia dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan tegangan langkah, menjamin kerja peralatan listrik, mencegah kerusakan peralatan listrik, dan menyalurkan energi serangan petir ke bumi/tanah. Sedangkan tujuan pengukuran penumbumian adalah untuk mengetahui nilai dari tahanan pentanahan instalasi rumah tinggal tersebut apakah masih sesuai dengan persyaratan yang berlaku atau tidak. Gambar 13 merupakan rangkaian pengukuran penumbumian menggunakan elektroda batang. Untuk menentukan nilai tahanan penumbumian menggunakan elektroda batang dapat digunakan persamaan sebagai berikut: (Novayanto, 2010)

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{4l}{d} - 1 \right) \quad (13)$$

Keterangan:

$R$  = Tahanan pembumian elektroda batang ( $\Omega$ )

$\rho$  = Tahanan jenis tanah ( $\Omega.m$ )

$l$  = Panjang batang yang tertanam (m)

$d$  = Diameter elektroda batang (m)

Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tergantung beberapa faktor yaitu:

- a. Jenis tanah
- b. Lapisan tanah
- c. Kelembapan tanah
- d. Suhu tanah

Nilai tahanan jenis tanah, sangat berbeda tergantung jenis dari tanah seperti dapat dilihat pada tabel 9 di bawah.

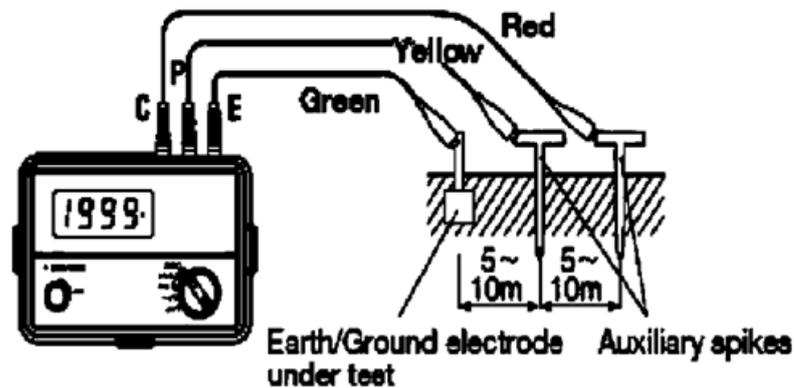
Tabel 9 Resistansi jenis tanah

<b>Jenis Tanah</b>	<b>Resistansi Jenis (<math>\Omega\cdot m</math>)</b>
Tanah rawa	30
Tanah liat & tanah ladang	100
Pasir basah	200
Kerikil basah	500
Pasir dan kerikil kering	1000
Tanah berbatu	3000

Sumber: PUIL 2011

Menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011, nilai resistansi pentanahan yang sesuai adalah antara 0 hingga 5  $\Omega$ . Untuk melindungi bangunan dari bahaya sambaran petir, nilai resistansi grounding harus kurang dari 5  $\Omega$ .

Sementara itu, untuk grounding peralatan elektronik, nilai resistansi yang dibutuhkan adalah kurang dari  $3 \Omega$ . (Mubarok dkk, 2022)



Gambar 13 Rangkaian Pengukuran Pembumian

Sumber : Mubarok dkk, 2022

## 2.12 Generator

Generator adalah mesin listrik yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik dengan prinsip elektromagnetik. Sumber energi mekanik biasanya dari putaran turbin mesin uap, air mengalir yang menggerakkan turbin, angin yang menggerakkan turbin, atau apa pun sumber energi mekanik yang lain. (Fikri Wardihan, 2021)

### 2.12.1 Jenis-Jenis Generator

Klasifikasi generator adalah sebagai berikut:

1. Jenis generator berdasarkan letak kutubnya :
  - a) Generator kutub dalam: merupakan generator yang mempunyai medan magnet yang terletak pada rotornya.
  - b) Generator kutub luar: merupakan generator yang mempunyai medan magnet berada pada statornya.
2. Jenis generator berdasarkan putaran medan dibagi menjadi:
  - a) Generator sinkron
  - b) Generator asinkron
3. Jenis generator berdasarkan jenis arus yang dibangkitkan:
  - a) Generator arus bolak-balik (AC)
  - b) Generator arus searah (DC)
4. Jenis generator berdasarkan jumlah fasanya:

- a) Generator satu fasa
  - b) Generator tiga fasa
5. Jenis generator berdasarkan bentuk rotornya:
- a) Generator rotor kutub menonjol yang biasanya digunakan pada generator dengan rpm seperti PLTD dan PLTA.
  - b) Generator kutub rata (silindris) biasa digunakan pada pembangkit listrik atau generator dengan rpm tinggi seperti pada PLTU dan PLTG. (Fikri Wardihan, 2021)

### **2.12.2 Diesel Generating Set**

*Diesel generating set* merupakan salah satu pembangkit listrik yang sering digunakan dengan menggunakan minyak sebagai bahan bakarnya. Fungsi dari generator ini adalah untuk menyediakan listrik cadangan apabila sumber utama (PLN) padam (*mem-backup*), digunakan juga sebagai unit pembangkit bantuan yang dapat membantu suplai listrik dari PLN atau sebagai pemikul beban tetap, dan digunakan sebagai unit pembangkit listrik pada beban puncak.

Faktor-faktor yang dijadikan pertimbangan pilihan yang sesuai untuk diesel generating set adalah sebagai berikut:

- a) Jarak dari beban dekat, hal ini bertujuan agar dapat menekan rugi-rugi yang dapat ditimbulkan oleh konduktor menuju beban.
- b) Pengangkutan bahan bakar, penting di lakukan untuk mengurangi jumlah dana untuk ongkos transportasi yang jauh.
- c) Persediaan area tanah dan air, hal ini disebabkan karena diesel generating set tidak membutuhkan lahan yang besar dengan kapasitas air yang banyak. (Fikri Wardihan, 2021)

### **2.13 Uninterruptable Power Supply (UPS)**

UPS merupakan salah satu peralatan pendukung yang dapat digunakan untuk melindungi berbagai perangkat vital dari gangguan listrik. Alat ini dapat berfungsi sebagai *stabilizer* terhadap terjadinya gangguan dan menjadi sumber daya cadangan (*backup*) apabila terjadi gangguan pemutusan aliran daya dari penyedia *supply* daya utama (PLN). Berikut fungsi utama dari UPS adalah sebagai berikut: (Subianto, 2019)

- a) Dapat memberikan energi listrik sementara ketika terjadi pemadaman tiba-tiba dari sumber listrik utama (PLN)
- b) Memberikan kesempatan waktu yang cukup untuk segera menghidupkan genset sebagai pengganti listrik utama.
- c) Memberikan kesempatan waktu yang cukup untuk segera melakukan *back up* data dan mengamankan sistem operasi dengan melakukan *shutdown* sesuai prosedur ketika listrik utama padam. (Subianto, 2019)

Prinsip dasar kerja dari UPS adalah daya listrik dari PLN berupa arus AC mengalir ke baterai melalui *rectifier*, *rectifier* ini mengubah arus AC menjadi arus DC dan mengisi cadangan daya baterai, arus DC pada baterai menuju ke *inverter* dan selanjutnya dihubungkan ke beban. Pada saat daya listrik dari PLN padam, swtich secara otomatis langsung terhubung ke baterai untuk mengalirkan listrik ke beban dengan transfer waktu 0 detik. (Fikri Wardihan, 2021)

### 2.13.1 Komponen utama UPS

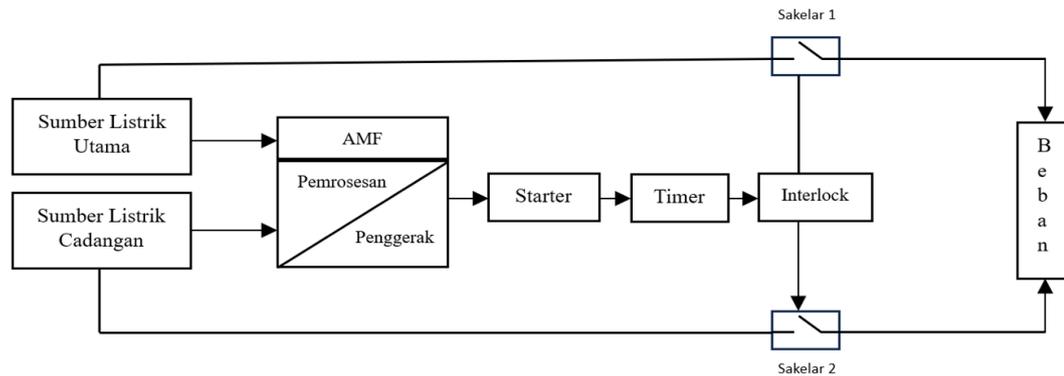
Komponen utama UPS adalah sebagai berikut:

- a) *Filter*, merupakan bagian yang berfungsi untuk meminimalisir gangguan listrik
- b) Baterai, sebagai media penyimpanan energi listrik yang akan digunakan apabila sumber listrik utama (PLN) padam.
- c) *Rectifier*, sebagai pengubah arus AC dari *supply* daya utama menjadi arus DC untuk mengisi baterai.
- d) *Inverter*, sebagai pengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC ke peralatan yang dilindungi UPS.

### 2.14 *Automatic Transfer Switch (ATS)* dan *Automatic Main Failure (AMF)*

Panel ATS dan AMF adalah sistem bagian satu kesatuan yang tidak bisa dipisahkan terlepas dari beberapa kondisi di lapangan namun sebenarnya mereka itu menjadi satu. AMF adalah suatu sistem atau rangkaian dalam panel yang berfungsi untuk menghidupkan genset apabila sumber listrik utama (PLN) mati. Untuk menjalankan fungsi ini, Panel AMF memerlukan input listrik PLN untuk memantau aktif atau padamnya listrik dan juga data-data mesin untuk mengetahui apakah genset berhasil dinyalakan. *Output* AMF adalah sinyal ke genset untuk menyalakan dan mematikannya. Sedangkan ATS (adalah suatu sistem dalam panel

yang mengatur perpindahan antara sumber listrik utama (PLN) ke sumber listrik cadangan (genset) secara otomatis maupun sebaliknya. (AS dkk, 2022)



Gambar 14 Blok diagram proses kerja ATS dan AMF

Catu daya utama (PLN) tidak selamanya menyalurkan energi listrik ke beban, kadang mengalami suatu gangguan. AMF akan beroperasi saat catu daya utama (PLN) padam dengan mengatur catu daya cadangan (genset). Sumber listrik dari PLN tegangannya naik turun saat beroperasi. Sehingga sinyal gangguan akan masuk ke AMF, pada prosesnya sinyal diolah menghasilkan perintah ke penggerak yang berupa pemutusan kedua catu daya yang sedang beroperasi dengan sistem saling interlock. AMF dapat mengatur genset untuk beroperasi jika PLN padam dan memutuskan genset jika PLN hidup lagi. (Fikri Wardihan, 2021)

Jadi ketika AMF mendeteksi tegangan *fail* maka tugas dari ATS yang memindahkan sumber dari PLN ke sumber genset secara otomatis maupun sebaliknya. (AS dkk 2022)

## 2.15 Peluang Penghematan Energi

Terdapat beberapa peluang penghematan energi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah beban tak seimbang, diantaranya:

- Menyeimbangkan beban setiap fasanya agar tidak ada arus netral yang mengalir.
- Memilih kabel dengan luasan yang lebih besar mengganti kabel dengan yang lebih pendek, sehingga akan menurunkan hambatan pada kawat netral.

Mengalirnya arus netral menyebabkan adanya rugi-rugi (*losses*) pada jaringan tersebut. Semakin besar nilai arus netral yang mengalir, maka semakin besar juga

rugi-rugi yang terjadi. Untuk mengurangi rugi-rugi perlu dilakukan penyeimbangan beban.

Untuk mencari nilai ketidakseimbangan beban dapat dicari dengan menggunakan koefisien  $a$ ,  $b$ , dan  $c$ . Dimana koefisien  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  memerlukan arus rata-rata dan arus setiap fasa. Maka diperoleh persamaan untuk koefisien  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  sebagai berikut (Putra, 2018):

$$a = \frac{I_R}{I_{\text{rata-rata}}} \quad (14)$$

$$b = \frac{I_S}{I_{\text{rata-rata}}} \quad (15)$$

$$c = \frac{I_T}{I_{\text{rata-rata}}} \quad (16)$$

Dimana:

$I_R$  = arus pada fasa R (A)

$I_S$  = arus pada fasa S (A)

$I_T$  = arus pada fasa T (A)

Persentase ketidakseimbangan beban sebagai berikut (Putra, 2018):

$$\% = \frac{\{|a-1|+|b-1|+|c-1|\}}{3} \times 100 \% \quad (17)$$

### 2.15.1 Arus Netral

Arus netral merupakan arus yang mengalir pada kawat netral. Arus netral akan muncul ketika terjadi dua keadaan yaitu kondisi pada saat beban tidak seimbang dan adanya arus harmonisa akibat beban non-linear. Dalam sistem tiga fasa empat kawat, jumlah arus sama dengan arus netral yang kembali, sehingga (Bursa dkk, 2021)

$$I_N = I_R + I_S + I_T \quad (18)$$

### 2.15.2 Rugi pada Arus Netral

Arus yang mengalir pada penghantar netral menyebabkan rugi-rugi (*losses*). *Losses* pada penghantar netral ini dapat dirumuskan sebagai berikut: (Putra, 2018)

$$P_N = I_N^2 \times I_N \quad (19)$$

Dimana :

$P_N$  = Losses pada penghantar netral (W)

$I_N$  = Arus yang mengalir pada netral (A)

$R_N$  = Tahanan penghantar netral ( $\Omega$ )

(Bursa dkk, 2021) mengatakan bahwa menurut SPLN No. 64 Tahun 1985, nilai resistansi pada suatu penghantar dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10 Karakteristik Penghantar Aluminium JTR

Penghantar		KHA (A)	Resistansi Penghantar ( $\Omega$ /km)	
Jenis	Ukuran		Fasa	Netral
Kabel Twisted	3x35 + 1x50 mm <sup>2</sup>	125	0,894	0,599
	3x50 + 1x50 mm <sup>2</sup>	154	0,661	0,599
	3x70 + 1x50 mm <sup>2</sup>	196	0,457	0,599
	3x95 + 1x50 mm <sup>2</sup>	242	0,317	0,599

Sumber: Bursa dkk (2021)

## 2.16 Penelitian yang Relevan

1. Andi Muhammad Fikri Wardihan. *Studi Sistem Kelistrikan Pada Rumah Sakit Unhas* (2021). Penelitian ini membahas tentang prinsip kerja sistem instalasi listrik dan sumber energi di Rumah Sakit Unhas serta mengevaluasi KHA penghantar di rumah sakit tersebut.
2. Marjhoni Nazar Putra. *Evaluasi Sistem Instalasi Listrik Pada Kantor DPRD Kota Palopo* (2020). Penelitian ini membahas tentang kemampuan suatu penghantar untuk mengalirkan arus secara terus menerus pada kondisi tertentu, besarnya kapasitas pemaman yang digunakan dengan arus dan daya yang mengalir, dan sistem pembumian yang digunakan pada instalasi listrik tersebut.
3. Samsul Bahraen, dkk. *Evaluasi Sistem Instalasi Listrik di Gedung B Kampus Fakultas Teknik Universitas Mataram*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari variabel seperti lumen lampu, tegangan kirim ( $v_s$ ), tegangan terima ( $v_r$ ), drop tegangan, arus, daya, dan parameter seperti lampu dan pemaman pada gedung B Fakultas Teknik Universitas Mataram berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000).

4. Ahmad Ghani Taufik. *Studi Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Di Lantai 2 Gedung Kuliah F Politeknik Negeri Bandung*. (2021). Penelitian ini membahas tentang kelayakan jaringan instalasi listrik dengan mengacu pada standar kelistrikan untuk menjamin keamanan dan keandalan instalasi listrik pada gedung tersebut.