

**EVALUASI DAN UJI KELAYAKAN SISTEM KELISTRIKAN
PT GEOMED INDONESIA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR S1 PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG



DISUSUN OLEH :

ELANG HERLAMBAH

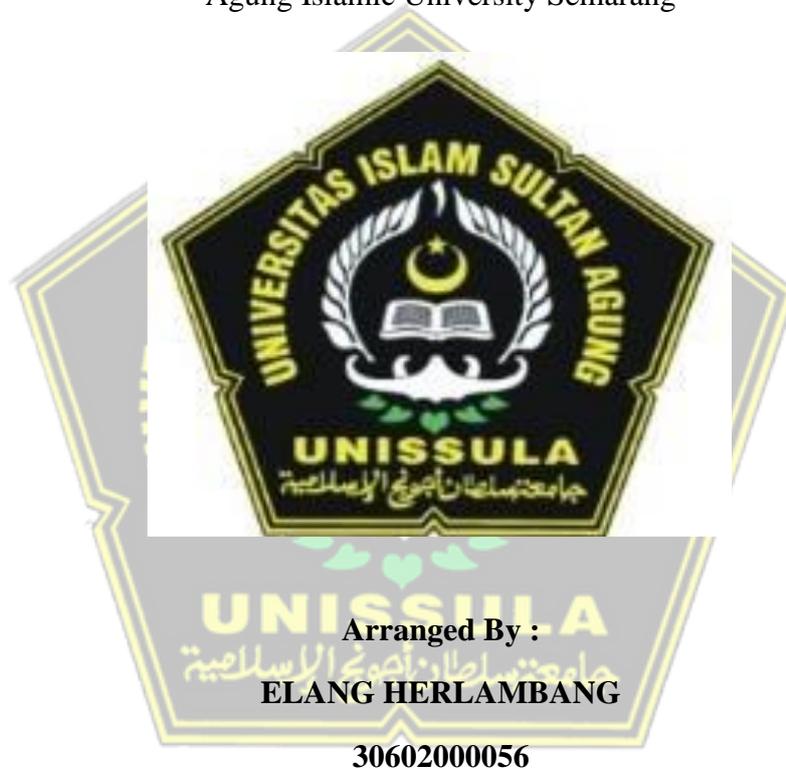
30602000056

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2024**

FINAL PROJECT

EVALUATION AND FEASIBILITY TEST OF PT GEOMED INDONESIA'S ELECTRICAL SYSTEM

Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at
Departement of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Technology, Sultan
Agung Islamic University Semarang



**MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING
INDSUTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY
SEMARANG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “EVALUASI DAN UJI KELAYAKAN SISTEM KELISTRIKAN PT GEOMED INDONESIA” ini disusun oleh :

Nama : Elang Herlambang

NIM : 30602000056

Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Senin

Tanggal : 19 Agustus 2024

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.

NIDN. 0628086501

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



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

260824

NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “EVALUASI DAN UJI KELAYAKAN SISTEM KELISTRIKAN PT GEOMED INDONESIA” ini telah dipertahankan di depan penguji sidang Tugas Akhir pada :

Hari : Senin

Tanggal : 19 Agustus 2024

TIM PENGUJI

Penguji 1



Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, MT.

NIDN. 0628086501

Penguji 2



Dr. Muhammad Khosyi'in, S.T., M.T.

NIDN. 0625077901

Ketua Penguji



Dr. Eka Nuryanto Budisusila, S.T., M.T

NIDN. 0619107301

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Elang Herlambang
NIM : 30602000056
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“EVALUASI DAN UJI KELAYAKAN SISTEM KELISTRIKAN PT GEOMED INDONESIA”** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, Agustus 2024

Yang Menyatakan



Elang Herlambang

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Elang Herlambang
NIM : 30602000056
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **“EVALUASI DAN UJI KELAYAKAN SISTEM KELISTRIKAN PT GEOMED INDONESIA”** dan menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung

Semarang, Agustus 2024

Yang Menyatakan



Elang Herlambang

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayahnya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi dan Uji Kelayakan Sistem Kelistrikan Di PT Geomed Indonesia”

Saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Hj. Novi Marlyana, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, MT., IPM. selaku pembimbing Tugas Akhir ini.
4. Bapak Muhammad Khosyi'in, ST., MT. selaku koordinator Tugas Akhir
5. Seluruh Jajaran Staff dan Dosen Pengajar di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
6. Kedua Orang Tua yang telah memberikan dukungan dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir
7. Semua teman , kerabat, maupun seluruh pihak yang membantu penulis hingga terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu

Saya menyadari, Laporan Tugas Akhir yang saya tulis ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun kami butuhkan demi kesempurnaan Laporan ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Semarang, 28 Juli 2024



Elang Herlambang

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori	6
2.2.1. Instalasi Listrik.....	6
2.2.2. Persyaratan Instalasi Listrik	6
2.2.3. Panel MDP (Main Distribution Panel).....	8
2.2.4. Panel SDP (Sub Distribution Panel)	9
2.2.5. Pengaman Instalasi Listrik	9
2.2.6. Penghantar Instalasi	14

2.2.7.	Faktor Penilaian Beban	20
2.2.8.	Perhitungan Beban Listrik.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....		26
3.1.	Objek Penelitian	26
3.2.	Jadwal Penelitian	26
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian	27
3.2.1.	Alat Penelitian	27
3.2.2.	Bahan Penelitian.....	28
3.4.	Diagram Alur Penelitian.....	30
BAB IV DATA DAN ANALISA.....		33
4.1.	Pendataan Beban Listrik.....	33
4.2.	Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik	44
4.2.1.	Perhitungan Penentuan Daya Transformator	44
4.2.2.	Presentase Beban Listrik Terhadap Kapasitas Listrik.....	44
4.3.	Perhitungan Kapasitas <i>Circuit Breaker</i> (CB) Dan Kabel Penghantar	46
4.4.	Pengukuran Tahanan Pembumian (<i>Grounding</i>).....	67
4.5.	Perbandingan Data Perhitungan Daya Beban Terhadap Beban Puncak Aktual (<i>Demand Factor</i>).....	69
BAB V PENUTUP.....		72
5.1.	Kesimpulan.....	72
5.2.	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN.....		76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Main Distribution Panel (MDP).....	8
Gambar 2. 2. SDP (Sub Distribution Panel)	9
Gambar 2. 3. ACB (Air Circuit Breaker).....	11
Gambar 2. 4. MCCB (Moulded Case Circuit Breaker).....	11
Gambar 2. 5. MCB (Mini Circuit Breaker).....	12
Gambar 2. 6. Kabel NYA.....	17
Gambar 2. 7. Kabel NYAF	18
Gambar 2. 8. Kabel NYM.....	18
Gambar 2. 9. Kabel NYHY.....	19
Gambar 2. 10. Kabel NYFGBY.....	19
Gambar 2. 11. Kabel BC.....	20
Gambar 2. 12. Nameplate Motor Listrik (Ampere)	22
Gambar 2. 13. Nameplate Mesin Kompresor (kW)	22
Gambar 2. 14. Contoh Penerapan Faktor Diversitas/Simultan	25
Gambar 3. 1. Lokasi PT Geomed Indonesia	26
Gambar 3. 2. Wiring Diagram Panel Listrik PT Geomed Indonesia	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Resistansi Jenis Tanah	13
Tabel 2. 2. Ukuran Minimal Material Elektroda Pembedaan.....	14
Tabel 2. 3. KHA Terus Menerus Untuk Kabel Tanah Inti Tunggal Serta Kabel Tanah 2,3,4 Inti Berkonduktor Tembaga Berinsulasi Dan Berselubung PVC	16
Tabel 2. 4. Standar Warna Kabel Listrik PUIL 2000 dan PUIL 2011	17
Tabel 2. 5. Acuan Untuk Menentukan Nilai Faktor Utilisasi	23
Tabel 3. 1. Alat Penelitian.....	27
Tabel 4. 1. Beban Listrik Panel SDP Factory Group B	36
Tabel 4. 2. Perhitungan Beban Listrik Panel SDP Factory Group B	36
Tabel 4. 3. Beban Listrik Panel SDP Factory Group C	36
Tabel 4. 4. Perhitungan Beban Listrik Panel SDP Factory Group C	37
Tabel 4. 5. Beban Listrik Panel SDP Kompresor	37
Tabel 4. 6. Perhitungan Beban Listrik Panel SDP Kompresor.....	37
Tabel 4. 7. Beban Listrik Panel SDP Dust Collector	38
Tabel 4. 8. Perhitungan Beban Listrik Panel SDP Dust Collector.....	38
Tabel 4. 9. Beban Listrik Panel MDP 1	39
Tabel 4. 10. Beban Listrik Panel MDP 2	42
Tabel 4. 11. KHA Terus Menerus Untuk Menentukan Ukuran Luas Penampang Kabel Penghantar	47
Tabel 4. 12. Hasil Perhitungan Kapasitas Circuit Breaker.....	61
Tabel 4. 13. Hasil Perhitungan KHA	63
Tabel 4. 14. Pengukuran Nilai Tahanan Pembedaan.....	67
Tabel 4. 15. Perbandingan Daya Beban Terhadap Ampere Aktual Panel MDP 1	70
Tabel 4. 16. Perbandingan Daya Beban Terhadap Ampere Aktual Panel MDP 2	70

ABSTRAK

Dalam mengikuti kemajuan industri peralatan bedah medis, mengakibatkan meningkatnya jumlah permintaan terhadap peralatan medis, maka untuk memenuhi kebutuhan pasar, PT. Geomed Indonesia selaku produsen peralatan bedah medis selalu mengembangkan kapasitas produksinya dengan menambah mesin-mesin produksi baru dengan kapasitas produksi yang lebih besar sehingga mengakibatkan perubahan terhadap kebutuhan daya listrik yang digunakan. Penelitian ini akan mengevaluasi mengenai sistem kelistrikan di PT. Geomed Indonesia dengan melakukan pendataan beban untuk menentukan kapasitas daya listrik, *circuit breaker* dan luas penghantar kabel listrik serta pengukuran terhadap *grounding*. Dari data tersebut akan dilakukan perbandingan dengan standar yang berlaku.

Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan melakukan pendataan beban pada beberapa panel yang dianggap sering terjadi penambahan beban untuk kemudian dievaluasi ulang mengenai kebutuhan daya listrik sebagai acuan untuk menentukan ukuran kabel penghantar dan *circuit breaker* untuk kemudian dibandingkan dengan standar PUIL. Kemudian dilakukan pengujian terhadap 5 titik pembumian di area *power house* untuk dilakukan evaluasi dengan membandingkan hasil pengukuran dengan standar PUIL.

Hasil Penelitian pada PT. Geomed Indonesia didapatkan kebutuhan listrik PT Geomed Indonesia sebesar 987 kVA pada LVMDP 1 dan 764 kVA pada LVMDP 2. Presentase beban listrik terhadap kapasitas transformator sebesar 79% pada trafo 1 dan 61,1% pada trafo 2. Untuk kapasitas *circuit breaker* perlu ada penyesuaian terhadap beberapa panel dikarenakan ukurannya melebihi beban listrik yang diperlukan. Luas kabel penghantar didapatkan hasil baik pada seluruh panel yang diteliti, dan dari 5 titik pengukuran *grounding* ditemukan 1 titik dengan hasil pengukuran yang melebihi standar PUIL ($> 5\Omega$) yaitu pada titik *grounding* genset

Kata kunci : evaluasi, *circuit breaker*, luas penghantar, *grounding*

ABSTRACT

In following the progress of the medical surgical equipment industry, the demand for medical equipment has increased, so to meet market needs, PT. Geomed Indonesia, as a manufacturer of medical surgical equipment, always develops its production capacity by adding new production machines with greater production capacity, resulting in changes to the electrical power requirements used. This research will evaluate the electrical system at PT. Geomed Indonesia by collecting load data to determine electrical power capacity, circuit breaker and the area of electrical cable conductors as well as measurements of grounding. From this data, a comparison will be made with applicable standards.

The research method used is by collecting load data on several panels which are considered to frequently increase the load and then re-evaluating the electrical power requirements as a reference for determining the size of the conductor cables and circuit breakers and then comparing them with PUIL standards. Then testing was carried out on 5 grounding points in the power house area to be evaluated by comparing the measurement results with PUIL standards.

Research Results at PT. Geomed Indonesia found that PT Geomed Indonesia's electricity needs were 987 kVA on LVMDP 1 and 764 kVA on LVMDP 2. The percentage of electricity load on transformer capacity was 79% on transformer 1 and 61.1% on transformer 2. For capacity circuit breaker Some panels need to be adjusted because their size exceeds the required electrical load. Good results were obtained for the area of the conducting cable in all panels studied, and from 5 measurement points grounding 1 point was found with measurement results that exceeded the PUIL standard ($> 5\Omega$), namely at point grounding genset

Keywords: evaluation, circuit breaker, conductor area, grounding

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik adalah tulang punggung dari hampir setiap industri di seluruh dunia, termasuk industri pembuat alat instrumentasi bedah medis. PT Geomed Indonesia sebagai perusahaan yang berfokus pada produksi peralatan medis, bergantung pada pasokan energi listrik yang andal untuk menjalankan kegiatan produksinya.

Dengan kemajuan industri peralatan bedah medis ini mengakibatkan meningkatnya jumlah permintaan terhadap peralatan medis, maka untuk memenuhi kebutuhan pasar PT. GEOMED INDONESIA selalu mengembangkan kapasitas produksinya dengan menambah mesin-mesin produksi baru dengan kapasitas produksi yang lebih besar. Dengan penambahan jumlah mesin produksi maka akan berpengaruh juga terhadap kapasitas daya listrik dan kapasitas peralatan listrik yang sudah ada. Oleh karena itu memastikan bahwa sistem kelistrikan pada PT Geomed Indonesia mampu memenuhi kebutuhan energi listrik industri dengan tingkat kelayakan yang optimal menjadi suatu langkah yang sangat penting.

Pada saat ini untuk memenuhi kebutuhan energi listrik sebagai keperluan operasional industri, PT GEOMED INDONESIA menggunakan dua buah transformator step down 20kV/380V dengan kapasitas masing-masing sebesar 1250 kVA yang mensuply ke dua buah panel utama MDP (*Main Distribution Panel*). Kemudian untuk kapasitas daya listrik terpasang dari PLN sebesar 1730 kVA.

PT Geomed Indonesia mulai beroperasi di Indonesia sejak tahun 1997, kemudian membangun gedung pabrik baru di kawasan industri candi (KIC) dan mulai memindahkan kegiatan produksinya di pabrik baru pada tahun 2020. Dari awal seluruh operasional dipindahkan, PT Geomed Indonesia telah mengembangkan kapasitas produksinya dengan menambah mesin-mesin produksi

dengan cukup banyak. Maka diperlukan untuk menguji dan mengevaluasi kapasitas daya listrik terpasang termasuk pada komponen-komponen kelistrikannya.

Laporan tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan analisis terhadap kelayakan sistem kelistrikan yang digunakan di PT Geomed Indonesia. Fokus utama dari analisis ini mencakup:

- **Evaluasi Kebutuhan Energi:** Untuk memahami kebutuhan energi listrik industri PT Geomed Indonesia, termasuk beban listrik harian, penggunaan puncak, dan perubahan dalam kebutuhan energi seiring perkembangan perusahaan.
- **Penilaian Kapasitas Sistem:** Untuk menilai kapasitas dan daya tampung sistem kelistrikan saat ini dalam memenuhi kebutuhan energi industri, serta mengidentifikasi potensi kekurangan kapasitas.
- **Evaluasi Sistem Kelistrikan :** Untuk mengevaluasi keseluruhan sistem kelistrikan di PT Geomed Indonesia, termasuk perancangan, keandalan dan keamanan. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi potensi masalah, kelemahan, dan rekomendasi perbaikan yang mungkin diperlukan dalam sistem ini.

Analisis dan evaluasi ini akan memberikan wawasan yang berharga bagi PT Geomed Indonesia dalam memastikan pasokan energi listrik yang handal, efisien, dan aman untuk mendukung operasional mereka. Selain itu, hasil laporan tugas akhir ini juga dapat memberikan pandangan yang lebih luas dalam meningkatkan efisiensi energi, mengurangi risiko kegagalan, dan meningkatkan kinerja perusahaan, yang merupakan hal yang sangat penting dalam era industri yang kompetitif.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas, maka penulis mengambil rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana presentase beban listrik di gedung PT Geomed Indonesia terhadap kapasitas yang tersedia ?
2. Apakah penggunaan kabel penghantar dan *circuit breaker* di gedung PT Geomed Indonesia sudah sesuai terhadap standar PUIL ?

1.3. Pembatasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Pengujian dilakukan dari panel MDP hingga beberapa panel SDP yang dinilai sering dilakukan penambahan beban dan berpotensi menimbulkan permasalahan
2. Perhitungan presentase beban listrik terhadap kapasitas daya listrik, Perhitungan sistem pengaman/proteksi dan ukuran kabel penghantar yang terpasang pada instalasi listrik disesuaikan dengan aturan dalam PUIL
3. Pengukuran nilai *grounding* atau tahanan pembumian akan disampaikan sebagai informasi tambahan

1.4. Tujuan

1. Untuk mengetahui presentase beban maksimal terhadap kapasitas transformator dan kapasitas daya listrik terpasang
2. Untuk mengetahui kesesuaian sistem proteksi, kabel penghantar dan sistem pembumian pada gedung PT Geomed Indonesia
3. Evaluasi sistem kelistrikan pada gedung PT Geomed Indonesia telah sesuai dengan PUIL 2011 atau aturan lain yang berlaku
4. Memberikan rekomendasi maupun saran perbaikan apabila ditemukan ketidaksesuaian instalasi listrik pada gedung PT Geomed Indonesia

1.5. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini yaitu :

1. Menambah pengetahuan serta wawasan bagi peneliti dan pembaca mengenai kelayakan sistem kelistrikan pada gedung PT Geomed Indonesia
2. Sebagai sumber informasi dan evaluasi bagi PT Geomed Indonesia
3. Sebagai sumber informasi mengenai keamanan serta mengurangi potensi kecelakaan akibat bahaya listrik



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Berikut adalah beberapa referensi jurnal dan tugas akhir yang digunakan penulis sebagai bahan panduan dalam melakukan penelitian ini :

1. Tri Ongko Priyono & Fachri Ramadhan (2023) dengan judul “Analisis Sistem Instalasi Listrik Pada Industri Di Tambun Selatan”. Jurnal ini membahas berbagai aspek mengenai instalasi motor listrik, termasuk perhitungan kapasitas pemutus sirkuit, penentuan kapasitas penghantar arus, pemilihan kontaktor, dan pertimbangan pasokan daya. Jurnal ini juga memberikan referensi terhadap standar dan regulasi yang relevan[1].
2. Stephan Asril & Marzuarman (2020) dengan judul “Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Gedung B Politeknik Negeri Bengkalis”. Dalam penelitian ini mengevaluasi instalasi listrik yang mengalir dari panel utama hingga titik akhir beban yang terhubung. Hasil dari observasi lapangan dan data yang dikumpulkan menunjukkan bahwa instalasi listrik Gedung B dari panel utama (MDP) hingga mesin perkakas tidak memenuhi standar keamanan dan keandalan yang dibutuhkan untuk penggunaan jangka panjang[2].
3. Gilang Putrapasa (2022) laporan tugas akhir dengan judul “Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Produksi Di PT. Winners International Tegal”. Dari laporan tugas akhir ini dilakukan sebuah penelitian pada PT. Winners International Tegal untuk mengevaluasi sistem kelistrikan pada gedung produksinya. Dari penelitian tersebut dilakukan pengukuran dan perhitungan pada tegangan, arus, ukuran kabel penghantar, sistem proteksi, pengukuran grounding serta sistem penerangan (iluminasi) pada perusahaan tersebut, dan didapatkan hasil bahwa kabel penghantar dan proteksinya telah sesuai dan ada yang lebih besar untuk mengantisipasi penambahan beban di kemudian hari[3].

4. Efa Yumna Purwono (2022) laporan tugas akhir dengan judul “Evaluasi Kelayakan Instalasi Gedung TTSK 3 Lantai PT Phapros, Tbk Semarang”. Dari laporan tugas akhir ini dilakukan penelitian pada PT. Phapros, Tbk Semarang untuk meneliti kelayakan instalasi gedung TTSK 3 lantai pada PT Phapros, Tbk. Kelayakan tahanan isolasi pada gedung TTSK adalah 100% atau semua tahanan isolasinya sudah memenuhi standar[4].
5. Andi Syofian & Heru Alham N. (2017) dengan judul “Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Bertingkat Plaza Andalas Padang”. Hasil penelitian pada jurnal ini menunjukkan bahwa diperlukan daya listrik sebesar 1306,69 kVA untuk melayani beban di Plaza Andalas, dan terdapat rugi-rugi daya di saluran instalasi listrik. Penelitian ini menekankan pentingnya mengoptimalkan rugi-rugi daya dan memastikan kapasitas penghantar kabel untuk mencegah panas berlebih dan bahaya kebakaran potensial[5].

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah sebuah sistem yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam kehidupannya. Dalam perancangan sistem instalasi listrik sebuah gedung, instalasi listrik dibagi menjadi 2 yaitu:

- a) Instalasi penerangan listrik.
- b) Instalasi daya listrik.

Sebuah rancangan instalasi listrik harus memenuhi standar dan undang-undang yang berlaku di Indonesia. Ketentuan mengenai komponen-komponen instalasi listrik sudah terangkum dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan ketentuan-ketentuan lain yang berlaku[6].

2.2.2. Persyaratan Instalasi Listrik

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

1. Perancangan Instalasi Listrik

Rencana pemasangan listrik adalah uraian dan deskripsi teknis yang bertindak sebagai pedoman dalam proses instalasi listrik. Rencana ini harus tersusun dengan kejelasan, kemudahan baca, dan kemudahan pemahaman bagi para teknisi listrik. Selain itu, rencana instalasi listrik harus mematuhi peraturan dan standar yang berlaku. Komponen rencana ini meliputi gambar situasi, gambar instalasi, diagram garis tunggal, rincian gambar, tabel bahan instalasi, penjelasan teknis, dan perkiraan biaya.

2. Pemasangan Instalasi Listrik

Pemasangan instalasi listrik adalah proses mengatur dan menghubungkan komponen listrik seperti kabel, sakelar, stopkontak, panel listrik, dan peralatan listrik lainnya agar listrik dapat mengalir dengan aman dan efisien di dalam suatu bangunan atau area tertentu.

Pemasangan instalasi listrik harus dilakukan oleh teknisi listrik berlisensi yang memahami peraturan dan standar keselamatan listrik yang berlaku. Kesalahan dalam pemasangan listrik dapat mengakibatkan kecelakaan serius, kebakaran, atau kerusakan peralatan.

3. Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Listrik

Pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik merupakan langkah penting dalam memastikan bahwa instalasi listrik berfungsi dengan baik dan aman. Pemeriksaan dan pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi masalah potensial, memastikan kepatuhan terhadap standar keselamatan, dan memastikan kelancaran operasi instalasi listrik. Berikut adalah beberapa tahapan dalam pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik:

- Pemeriksaan Visual
- Pengujian Pemutus Sirkuit
- Pengujian Tegangan
- Pengujian Isolasi
- Pengujian Grounding

- Pengujian Beban
- Pengujian Keselamatan

Pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik sebaiknya dilakukan secara berkala, terutama dalam lingkungan komersial atau industri, untuk memastikan kelancaran operasi dan keamanan jangka panjang.

2.2.3. Panel MDP (Main Distribution Panel)



Gambar 2. 1. Main Distribution Panel (MDP)

Panel MDP (*Main Distribution Panel*) adalah panel listrik yang berfungsi sebagai panel pembagi utama pada setiap gedung setelah panel LVMDP. Panel MDP yang mensuplai daya ke panel listrik kecil dan mendistribusikan listrik tegangan 380/220 volt. Panel MDP biasanya terdiri dari komponen sebagai berikut[3] :

1. Panel Listrik
2. ACB (*Air Circuit Breaker*)
3. MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)
4. MCB (*Miniatur Circuit Breaker*)
5. Busbar
6. *Power Meter*
7. *Push Button* dan *Pilot Lamp indicator*

2.2.4. Panel SDP (Sub Distribution Panel)



Gambar 2. 2. SDP (Sub Distribution Panel)

Panel SDP (*Sub Distribution Panel*) merupakan panel listrik yang umumnya digunakan pada industri untuk mendistribusikan listrik dari panel utama MDP (*Main Distribution Panel*) menuju panel listrik cabang. Panel listrik SDP pada umumnya terdiri dari :

1. MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)
2. MCB (*Miniatur Circuit Breaker*)
3. Busbar
4. *Power Meter*
5. *Push Button* dan *Pilot Lamp indicator*

2.2.5. Pengaman Instalasi Listrik

Yang dimaksud dengan pengaman pada panel listrik yaitu suatu peralatan atau komponen elektronik yang memiliki fungsi untuk memproteksi atau mengamankan komponen lain dari gangguan listrik seperti bahaya arus yang melebihi kemampuannya, dan arus listrik hubung singkat. Arus yang mengalir pada suatu penghantar akan menimbulkan panas, baik pada saluran penghantar maupun pada alat listriknya sendiri[7].

Circuit Breaker merupakan suatu pemutus rangkaian listrik pada sistem instalasi listrik, yang mampu dan menutup pada semua kondisi, termasuk hubung singkat yang sesuai dengan kemampuan/rating. Dan juga dalam keadaan

tegangan normal maupun tidak normal[8]. Berikut ini merupakan rumus dalam menghitung arus listrik[9] dan menentukan ukuran proteksi *Circuit Breaker* sesuai dengan PUIL[10] :

Rumus Rating CB :

- Untuk arus searah : $I_n = P/V$ (A)(2.1)
- Untuk arus bolak-balik satu fasa : $I_n = P/(V \cdot \cos \phi)$ (A)(2.2)
- Untuk arus bolak-balik tiga fasa : $I_n = P/(V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \phi)$ (A)(2.3)
- Rating CB = 115% x I_n (2.4)

Dimana :

CB = Ukuran proteksi *Circuit Breaker*

I_n = Full Load Ampere / Arus beban penuh

Komponen pengaman pada panel listrik ini dapat berupa ACB (*Air Circuit Breaker*), MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*), dan MCB (*Miniatur Circuit Breaker*)

1. ACB (*Air Circuit Breaker*)

ACB merupakan salah satu komponen pengaman yang berfungsi sebagai penghubung serta pemutus arus listrik yang menggunakan udara sebagai peredam percikan api saat ACB dinyalakan. Pada umumnya ACB telah dilengkapi pengaman berupa UVT (*Under Voltage Trip*) yang memberikan pengamanan saat tegangan berada pada batas bawah yang diizinkan maupun saat ACB tidak dialiri tegangan listrik. Kemudian beberapa ACB juga telah dilengkapi fitur CC (*Closing Coil*) untuk menyalakan ACB secara otomatis. ACB mampu menghantarkan arus lebih besar jika dibandingkan dengan MCCB maupun MCB dengan kemampuan mencapai lebih dari 6000A.



Gambar 2. 3. ACB (Air Circuit Breaker)

2. MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)

MCCB adalah pengaman yang digunakan sebagai pemutus arus rangkaian. MCCB mempunyai unit trip yang dapat diatur I_r (pengaman terhadap arus lebih) dan I_m (pengaman terhadap arus *short circuit*). MCCB memiliki arus nominal hingga 3200 A dan kapasitas pemutusan *short circuit* hingga 150 kA pada jaringan tegangan rendah.[11]



Gambar 2. 4. MCCB (Moulded Case Circuit Breaker)

3. MCB (Mini Circuit Breaker)

MCB dalam kerjanya membatasi arus lebih menggunakan gerakan dwilogam untuk memutus rangkaian. Dwilogam ini akan bekerja dari panas yang diterima oleh karena energi listrik yang timbul. MCB berfungsi

mengamankan peralatan dan instalasi listrik saat terjadi hubung singkat dan membatasi kenaikan arus karena kenaikan beban

MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman 1 fase, sedangkan untuk pengaman 3 fase memiliki tiga kutub dengan tuas yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub yang lainnya juga ikut terputus[11].



Gambar 2. 5. MCB (Mini Circuit Breaker)

4. Penumbumian (*Grounding*)

Penumbumian adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga dari lonjakan arus listrik, dan sistem penumbumian atau *grounding* sistem ini digambarkan sebagai hubungan antara suatu peralatan atau sirkit listrik dengan bumi. Dengan adanya sistem penumbumian ini maka keandalan sistem untuk pemanfaatan daya listrik dapat terjamin dengan baik.

Fungsi penumbumian atau pentanahan adalah untuk mengalirkan arus gangguan kedalam tanah melalui suatu elektroda pentanahan yang ditanam dalam tanah bila terjadi gangguan, disamping itu pentanahan juga berfungsi sebagai pengamanan baik bagi manusia maupun peralatan dari bahaya listrik.

Salah satu faktor penentu besarnya nilai hambatan pentanahan yaitu hambatan jenis tanah. Semakin kecil nilai hambatan jenis tanah maka

semakin kecil pula nilai hambatan sistem pentanahannya. Berdasarkan PUIL 2011 nilai tahanan pentanahan pada perlengkapan instalasi listrik adalah sebesar kurang dari 5 Ohm. Nilai resistansi jenis tanah sangat berbeda-beda bergantung pada jenis tanah. Ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Resistansi Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah [Ohm-m]
1	Tanah Rawa	30
2	Tanah Liat Ladang	100
3	Pasir Basah	200
4	Kerikil Basah	500
5	Pasir Kerikil Kering	1000
6	Tanah Berbatu	3000

Pada sistem pembumian sendiri terdapat komponen berupa elektroda pembumian. Elektroda pembumian berfungsi sebagai penghantar dengan material logam baja maupun tembaga yang ditanamkan ke tanah dan memiliki kontak langsung dengan bumi. Ukuran minimum material logam yang akan dijadikan sebagai elektroda pembumian dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2. 2. Ukuran Minimal Material Elektroda Penumbumian

No	Bahan Jenis Elektroda	Baja Digalvanisasi dengan Proses Pemanasan	Baja Berlapis Tembaga	Tembaga
1	Elektroda Pita	Pita baja 100mm ² setebal minimum 3mm	50mm ²	Pita tembaga 50mm ² tebal minimum 2mm
		Penghantar pilin 95 mm ² (bukan kawat halus)		Penghantar pilin 35mm ² (bukan kawat halus)
2	Elektroda Batang	-Pipa baja 25mm -Baja Profil (mm) L 65 x 65 x 7 U 6,5 T 6 x 50 x 3 -Batang profil lain yang setara		
3	Elektroda Pelat	Pelat besi tebal 3mm luas 0,5 m ² sampai 1 m ²		Pelat tembaga tebal 2mm luas 0,5 m ² sampai 1 m ²

2.2.6. Penghantar Instalasi

Penghantar instalasi dalam sistem kelistrikan adalah material yang digunakan untuk mengalirkan arus listrik dari satu tempat ke tempat lain dalam suatu sistem listrik. Material ini dapat berupa kabel tembaga, aluminium, atau bahan lainnya yang memiliki kemampuan untuk menghantarkan arus listrik dengan efisien dan aman.

Kabel adalah suatu komponen dalam sistem kelistrikan yang terbuat dari material logam seperti tembaga atau aluminium yang dilapisi dengan isolator. Kabel digunakan untuk menghantarkan arus listrik dari satu titik ke titik lain dalam suatu sistem kelistrikan.

Isolator adalah bahan atau lapisan material non-konduktif yang melapisi atau membungkus penghantar listrik. Fungsi isolator adalah untuk mengisolasi atau memisahkan penghantar listrik dari lingkungan sekitarnya atau dari penghantar lainnya agar arus listrik tetap mengalir sesuai jalur yang diinginkan tanpa terjadi hubungan yang tidak diinginkan. Isolator kabel dapat terbuat dari bahan seperti plastik, karet, atau bahan non-konduktif lainnya.

Dalam PUIL, besar kapasitas atau kemampuan suatu kabel dalam menghantarkan arus listrik disebut Kuat Hantar Arus (KHA). Dalam penentuan ukuran penghantar listrik diperlukan perhatian mengenai kuat hantar arus ini demi menjaga keamanan instalasi listrik tersebut. Ketika arus listrik yang mengalir pada suatu penghantar melebihi KHA, maka dapat mengakibatkan meningkatnya suhu pada kabel tersebut, dan jika telah melebihi dari daya tahan isolasinya maka dapat merusak isolasi sehingga dapat mengakibatkan arus bocor. Kejadian arus bocor dapat berakibat fatal seperti dapat terjadi sengatan listrik apabila tersentuh oleh manusia dan dapat menyebabkan kebakaran.

Dalam menentukan nilai kuat hantar arus (KHA) pada suatu instalasi penghantar dapat menggunakan rumus sesuai peraturan di dalam PUIL. Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung arus listrik[9] dan menentukan nilai kuat hantar arus (KHA)[10] :

Rumus KHA :

- Untuk arus searah : $I_n = P/V$ (A)..... (2.1)
- Untuk arus bolak-balik satu fasa : $I_n = P/(V \cdot \cos \phi)$ (A) (2.2)
- Untuk arus bolak-balik tiga fasa : $I_n = P/(V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \phi)$ (A)..... (2.3)
- **KHA = 125% x I_n** (2.5)

Dimana :

KHA = Kuat Hantar Arus

In = Full Load Ampere / Arus beban penuh

Berikut tabel KHA yang dapat dijadikan referensi dalam menentukan ukuran penghantar atau kabel listrik pada suatu instalasi listrik:

Tabel 2. 3. KHA Terus Menerus Untuk Kabel Tanah Inti Tunggal Serta Kabel Tanah 2,3,4 Inti Berkonduktor Tembaga Berinsulasi Dan Berselubung PVC

Jenis Kabel	Luas Penampang MM ²	KHA Terus Menerus					
		Berinti Tunggal		Berinti Dua		Berinti Tiga dan Empat	
		Di Tanah	Di Udara	Di Tanah	Di Udara	Di Tanah	Di Udara
1	2	3	4	5	6	7	8
NYY NYBY NYFGBY NYCY NYCWY NYSY NYCEY NYSEY NYHSY NYKY NYKBY NYKFGBY NYKRGBY	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	
240	743	612	550	484	464	436	
300	843	707	525	590	524	481	
400	986	859	605	710	600	560	
500	1125	1000	-	-	-	-	

Standar warna kabel listrik berdasarkan PUIL 2010 dan PUIL 2011:

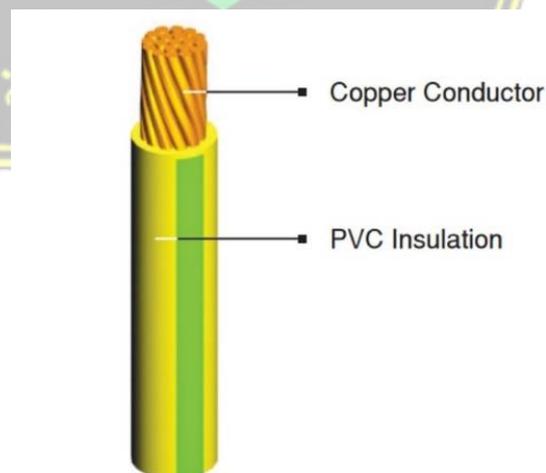
Tabel 2. 4. Standar Warna Kabel Listrik PUIL 2000 dan PUIL 2011

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

Jenis kabel atau penghantar yang umum digunakan dalam instalasi listrik antara lain :

1. Kabel NYA

Kabel NYA merupakan penghantar listrik dengan material tembaga berinti tunggal dengan lapisan isolasi yang terbuat dari bahan PVC. Dengan pengaman isolasi yang hanya 1 lapis, maka kabel ini sangat rentan terhadap air maupun gigitan hewan, sehingga untuk pemasangannya disarankan menggunakan pipa conduit.



Gambar 2. 6. Kabel NYA

2. Kabel NYAF

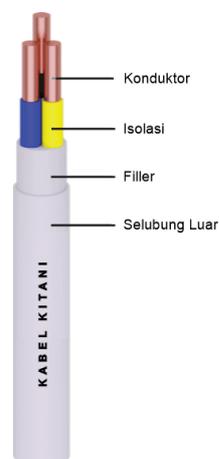
Kabel NYAF merupakan kabel dengan material tembaga berserabut, berinti tunggal dan memiliki hanya 1 lapis isolasi. Kabel ini memiliki sifat yang fleksibel karena inti tembaga yang berbentuk serabut



Gambar 2. 7. Kabel NYAF

3. Kabel NYM

Kabel NYM merupakan penghantar listrik dengan material tembaga berinti lebih dari satu dengan lapisan isolasi yang terbuat dari bahan PVC. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis sehingga memiliki tingkat keamanan yang lebih baik jika dibandingkan dengan kabel NYA.



Gambar 2. 8. Kabel NYM

4. Kabel NYHY

Kabel NYHY merupakan penghantar listrik dengan material tembaga berserabut, berinti lebih dari satu dengan lapisan isolasi yang terbuat dari bahan PVC



Gambar 2. 9. Kabel NYHY

5. Kabel NYFGBY

Kabel NYFGBY merupakan jenis kabel dengan material tembaga yang berinti satu atau lebih. Kabel ini memiliki bahan isolasi PVC pada bagian terluar serta pelindung berupa kawat baja bulat dan lilitan kawat baja di dalamnya. Kabel ini dapat digunakan untuk instalasi listrik di dalam tanah tanpa pelindung tambahan.



Gambar 2. 10. Kabel NYFGBY

6. Kabel BC

Kabel BC merupakan jenis kabel bermaterial tembaga tanpa adanya isolasi yang membungkus kabel tersebut. Pada umumnya kabel BC ini digunakan untuk instalasi pentanahan serta penghantar instalasi penangkal petir.



Gambar 2. 11. Kabel BC

2.2.7. Faktor Penilaian Beban

Faktor penilaian beban adalah faktor yang dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik beban, dari segi kualitas maupun kuantitas pembebanannya. Faktor-faktor ini sangat berguna dalam mengestimasi karakteristik beban masa datang atau dalam menentukan efek pembebanan terhadap kapasitas sistem secara menyeluruh[12].

1. Faktor Beban (*Load Factor*)

Faktor beban merupakan nilai perbandingan antara beban rata-rata dengan interval waktu tertentu dengan beban puncak yang terjadi dalam kurun waktu/interval waktu yang sama[12].

$$f_{ld} = \frac{P_{rata-rata}}{P_{maks}} \dots \dots \dots (2.6)$$

2. Faktor Kebutuhan (*Demand Factor*)

Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara beban puncak (kebutuhan maksimum) suatu sistem terhadap jumlah seluruh beban yang terpasang

pada sistem tersebut. Faktor kebutuhan ini dapat dituliskan sebagai berikut[12].

$$Faktor\ kebutuhan = \frac{Beban\ Puncak}{Beban\ terpasang} \dots\dots\dots(2.7)$$

3. Faktor Utilisasi (*Utilization Factor*)

Faktor utilisasi menerangkan bahwa dalam kondisi pengoperasian normal, konsumsi daya listrik pada suatu beban terkadang lebih kecil jika dibandingkan dengan kebutuhan daya yang tercantum dalam *nameplate* suatu mesin. Untuk memperkirakan nilai aktual kebutuhan daya tersebut maka dapat menggunakan pemanfaatan faktor utilisasi. Faktor utilisasi ini harus diterapkan pada masing-masing beban listrik. Faktor ini memperkirakan bahwa beban rata-rata sebesar 0,75 untuk motor listrik, 1 untuk lampu penerangan, dan untuk stopkontak nilai faktornya bergantung pada jenis perangkat yang akan dipasang pada socket tersebut[13].

$$Arus\ Aktual = Arus\ Nameplate \times Faktor\ Utilisasi \dots\dots\dots(2.8)$$

4. Faktor Keserempakan (*Coincidence Factor*)

Faktor keserempakan didefinisikan sebagai perbandingan antara beban maksimum dari suatu kumpulan beban pada sistem terhadap jumlah beban maksimum dari masing-masing unit beban pada sistem tersebut. *Coincidence faktor* secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$f_{cf} = \frac{D_{maks} (1+2+3+\dots+n)}{D_{maks1} + D_{maks2} + D_{maks3} + \dots + D_{maks\ n}} \dots\dots\dots(2.9)$$

2.2.8. Perhitungan Beban Listrik

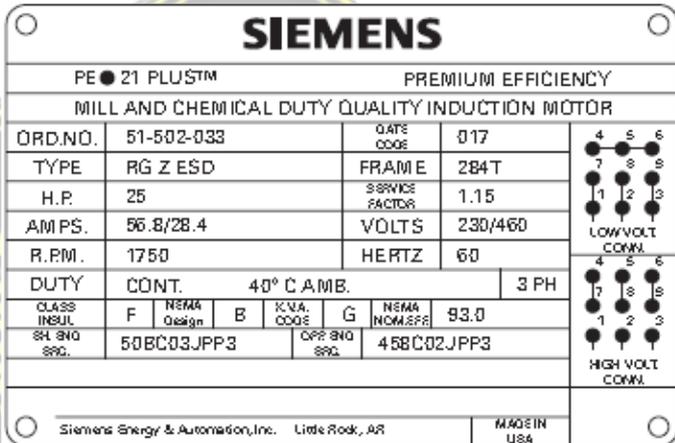
Langkah awal yang harus dilakukan dalam melakukan perhitungan terhadap beban listrik adalah membuat *electrical load list* (beban listrik) yang telah terpasang.

Berikut merupakan beberapa langkah yang digunakan dalam membuat *load list* :

1. Cara menentukan besarnya *rating* arus listrik masing-masing electrical load

Cara penentuan *rating* arus listrik yang akan digunakan adalah berdasarkan *rating* arus peralatan yang bersangkutan, dengan melihat pada *nameplate* atau spesifikasi dari alat/mesin tersebut.

Contoh :



SIEMENS			
PE 21 PLUS™		PREMIUM EFFICIENCY	
MILL AND CHEMICAL DUTY QUALITY INDUCTION MOTOR			
ORD. NO.	51-502-033	DATE CODE	017
TYPE	RG Z ESD	FRAME	284T
H.P.	25	SERVICE FACTOR	1.15
A.M.P.S.	56.8/28.4	VOLTS	230/460
R.P.M.	1750	HERTZ	60
DUTY	CONT. 40° C A.M.B.		3 PH
CLASS INSUL	F	NEMA Design	B
SHA AND SFC	50BC03JPP3	SHA AND SFC	458C02JPP3
Siemens Energy & Automation, Inc. Little Rock, AR		MADE IN USA	

Gambar 2. 12. Nameplate Motor Listrik (Ampere)



KAESER KOMPRESSOREN	
Schroefcompressor	ASD 37
Artikel - Nr.	ASD
Serie - Nr.	5901
Bouwjaar	2010
Nominaal vermogen	22,0 kW
Motortoerental	2945 1/min
Max. bedrijfsdruk	11,0 bar
Omgevingstemperatuur	3°C/45°C
Optie	K1 C3

Gambar 2. 13. Nameplate Mesin Kompresor (kW)

2. Cara menentukan besarnya faktor utilisasi (*utilisation factor*) masing-masing electrical load

Faktor utilisasi (*Utilisation factor*) digunakan untuk menentukan seberapa besar arus yang digunakan secara real. Arus yang dikonsumsi oleh peralatan belum tentu sama dengan *rating* arus yang tercantum di spesifikasi. Arus yang secara real dikonsumsi peralatan adalah *rating* arus peralatan tersebut dikalikan dengan faktor utilisasi[13].

Sebagai *rule of thumb*, gunakan tabel di bawah ini untuk menentukan faktor utilisasi masing-masing beban :

Tabel 2. 5. Acuan Untuk Menentukan Nilai Faktor Utilisasi

Beban	Faktor Utilisasi
Motor Listrik	0,75
Lampu	1
<i>Socket Outlet</i>	Tergantung tipe peralatan yang akan dipasang pada <i>socket</i> tersebut

3. Rating arus dan faktor utilisasi untuk masing-masing *electrical load*

Perkalian ini akan menghasilkan arus yang dikonsumsi oleh *electrical load*.

Contoh :

Arus Maksimum motor listrik 15 kW = 27 Ampere

Faktor Utilisasi = 0,75

Arus yang digunakan secara real (kondisi normal) = $27 \times 0,75 = 20,25A$

4. Faktor diversitas/simultan (*diversity/simultaneity factor*) untuk masing-masing group

Faktor diversitas digunakan untuk menentukan seberapa besar arus yang digunakan secara real pada group tersebut. Arus yang dikonsumsi oleh group belum tentu sama dengan total penjumlahan arus seluruh anggota group. Hal ini disebabkan karena belum tentu seluruh beban digunakan pada saat yang bersamaan, hanya sebagian beban saja yang digunakan pada saat bersamaan. Faktor diversitas menggambarkan hal tersebut. Hasil perkalian

antara total arus dalam group dengan faktor diversitas group tersebut akan menghasilkan arus actual yang dikonsumsi oleh group tersebut[13].

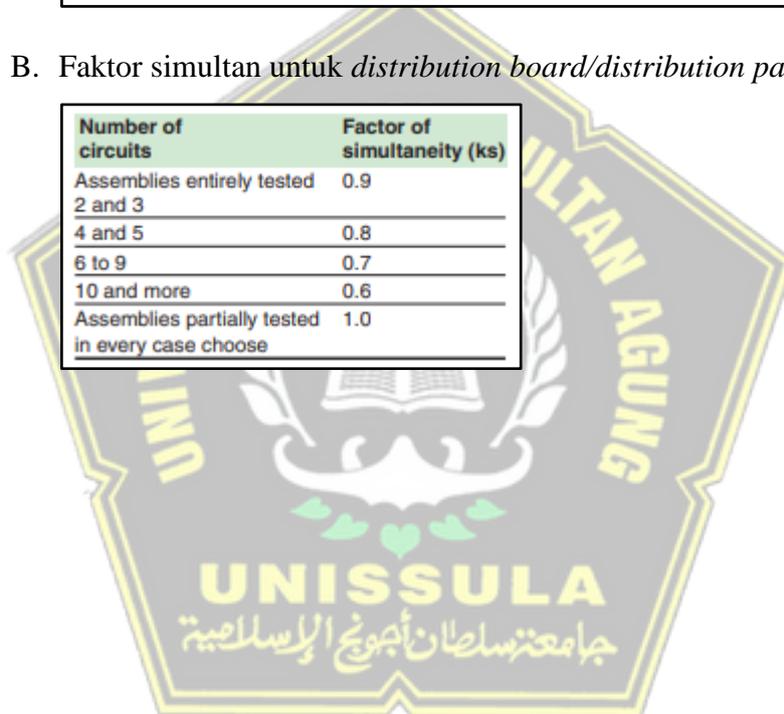
A. Faktor simultan berdasarkan *circuit function*

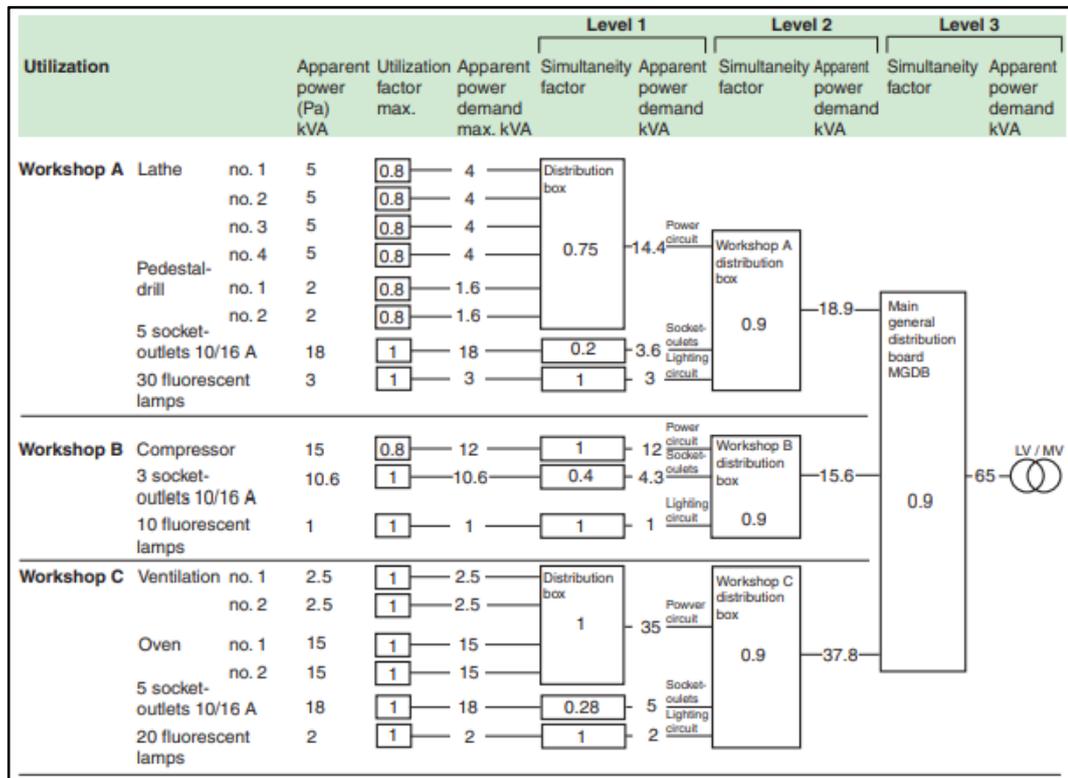
Circuit function	Factor of simultaneity (ks)
Lighting	1
Heating and air conditioning	1
Socket-outlets	0.1 to 0.2 ⁽¹⁾
Lifts and catering hoist ⁽²⁾	<ul style="list-style-type: none"> ■ For the most powerful motor ■ For the second most powerful motor ■ For all motors
	1
	0.75
	0.60

(1) In certain cases, notably in industrial installations, this factor can be higher.
 (2) The current to take into consideration is equal to the nominal current of the motor, increased by a third of its starting current.

B. Faktor simultan untuk *distribution board/distribution panel*

Number of circuits	Factor of simultaneity (ks)
Assemblies entirely tested	0.9
2 and 3	
4 and 5	0.8
6 to 9	0.7
10 and more	0.6
Assemblies partially tested	1.0
in every case choose	





Gambar 2. 14. Contoh Penerapan Faktor Diversitas/Simultan

Pada gambar 2.14 menerangkan penerapan dari penggunaan *utilization factor* dan *simultaneity factor*, dimana dapat dilihat kebutuhan beban masing-masing unit mesin yang terpasang yang kemudian dikalikan dengan *utilization factor* lalu dikalikan dengan *simultaneity factor* sehingga didapatkan kebutuhan daya listrik pada panel listrik dalam suatu grup hingga kebutuhan daya pada panel utama dan transformator.

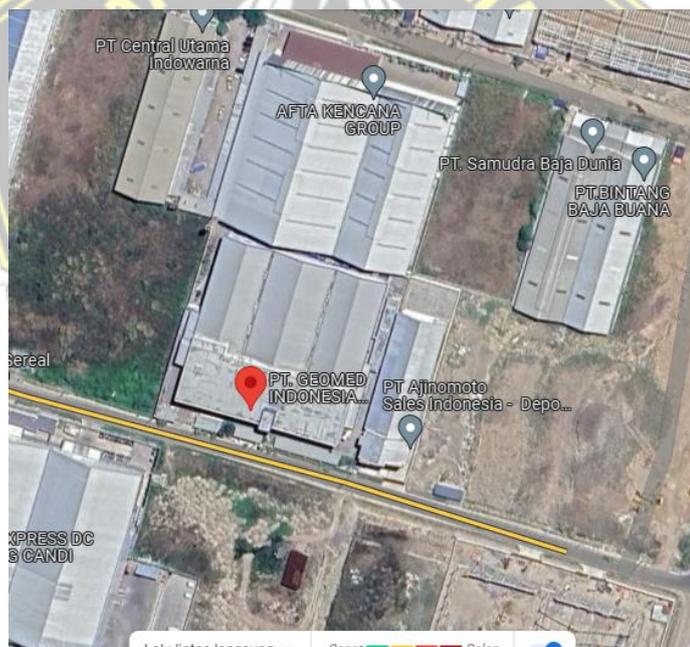
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini berisi tentang metode-metode yang dilakukan peneliti dalam melakukan sebuah penelitian, dimulai dari penentuan lokasi penelitian, penggunaan alat dan bahan, kemudian alur penelitian. Untuk penjelasan yang lebih rinci mengenai metode penelitian akan dipaparkan sebagai berikut :

3.1. Objek Penelitian

Lokasi atau objek penelitian dilakukan di PT. Geomed Indonesia yang beralamat di Jalan Kawasan Industri Candi Tahap V, Kel. Ngaliyan, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang (50181). Letak dari PT. Geomed Indonesia dapat dilihat melalui aplikasi Google Maps seperti gambar berikut :



Gambar 3. 1. Lokasi PT Geomed Indonesia

3.2. Jadwal Penelitian

Penelitian dengan judul **“EVALUASI DAN UJI KELAYAKAN SISTEM KELISTRIKAN PT GEOMED INDONESIA”** ini akan dilaksanakan pada tanggal 3 Juni 2024 – 28 Juni 2024

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

Guna mendukung proses penelitian ini diperlukan alat dan bahan dalam proses pengambilan data. Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini :

3.2.1. Alat Penelitian

Dalam penelitian ini dibutuhkan alat-alat untuk membantu peneliti dalam mengambil data penelitian dan sebagai keamanan dalam proses pengambilan data. Alat yang digunakan ditunjukkan pada tabel 3.1

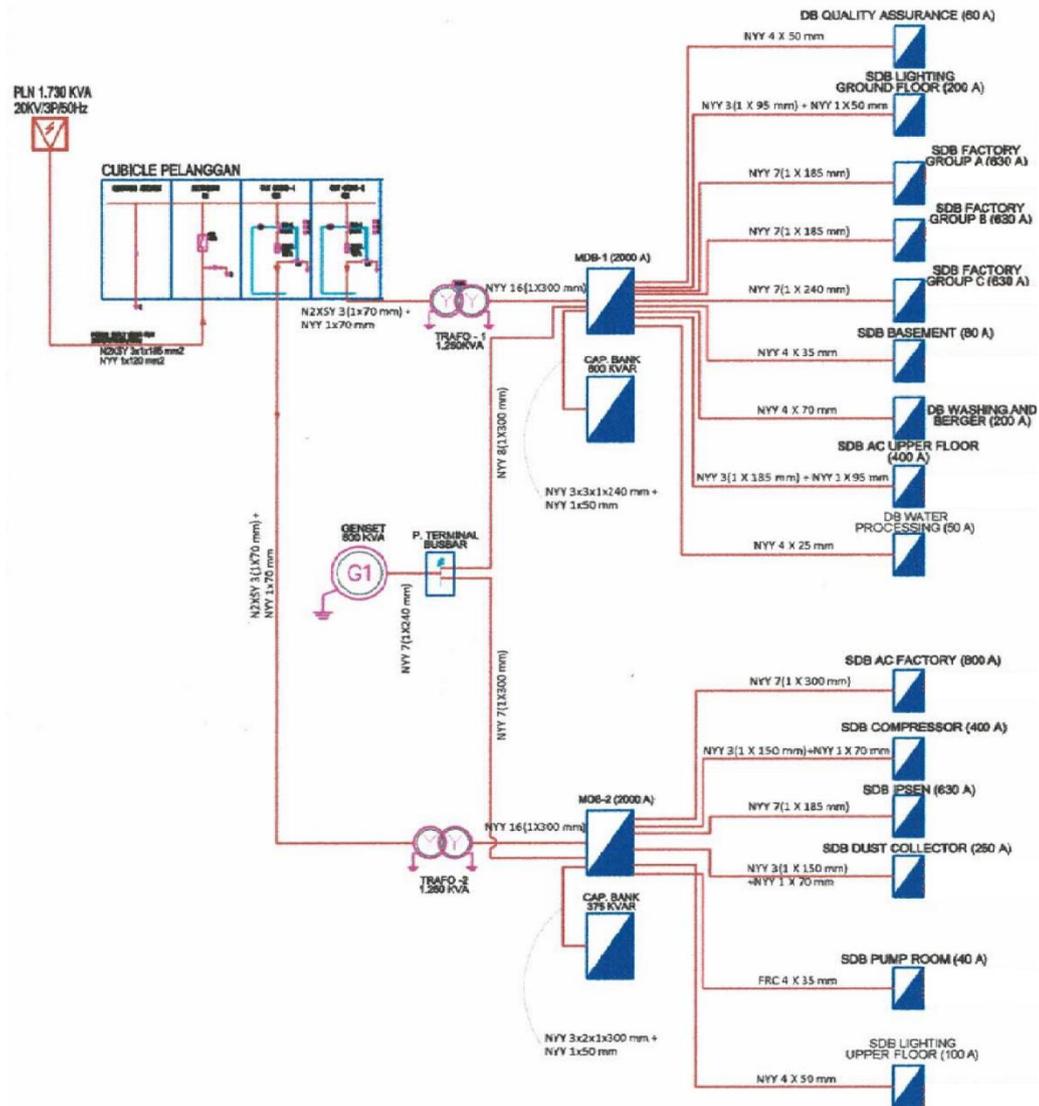
Tabel 3. 1. Alat Penelitian

NO	Alat Penelitian	Gambar
1	Alat Pelindung Diri (APD) a. Helm	
	b. Sepatu Safety	
	c. Sarung Tangan	

2	<p>Tang Ampere (Multi Tester)</p> <p>Alat yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik, serta tahanan (resistansi)</p>	
3	<p>Earth Tester</p> <p>Alat yang digunakan untuk mengukur tahanan pentanahan, baik pentanahan instalasi listrik maupun instalasi penangkal petir</p>	
4	<p>Thermo Gun</p> <p>Alat yang digunakan untuk mengukur suhu.</p>	

3.2.2. Bahan Penelitian

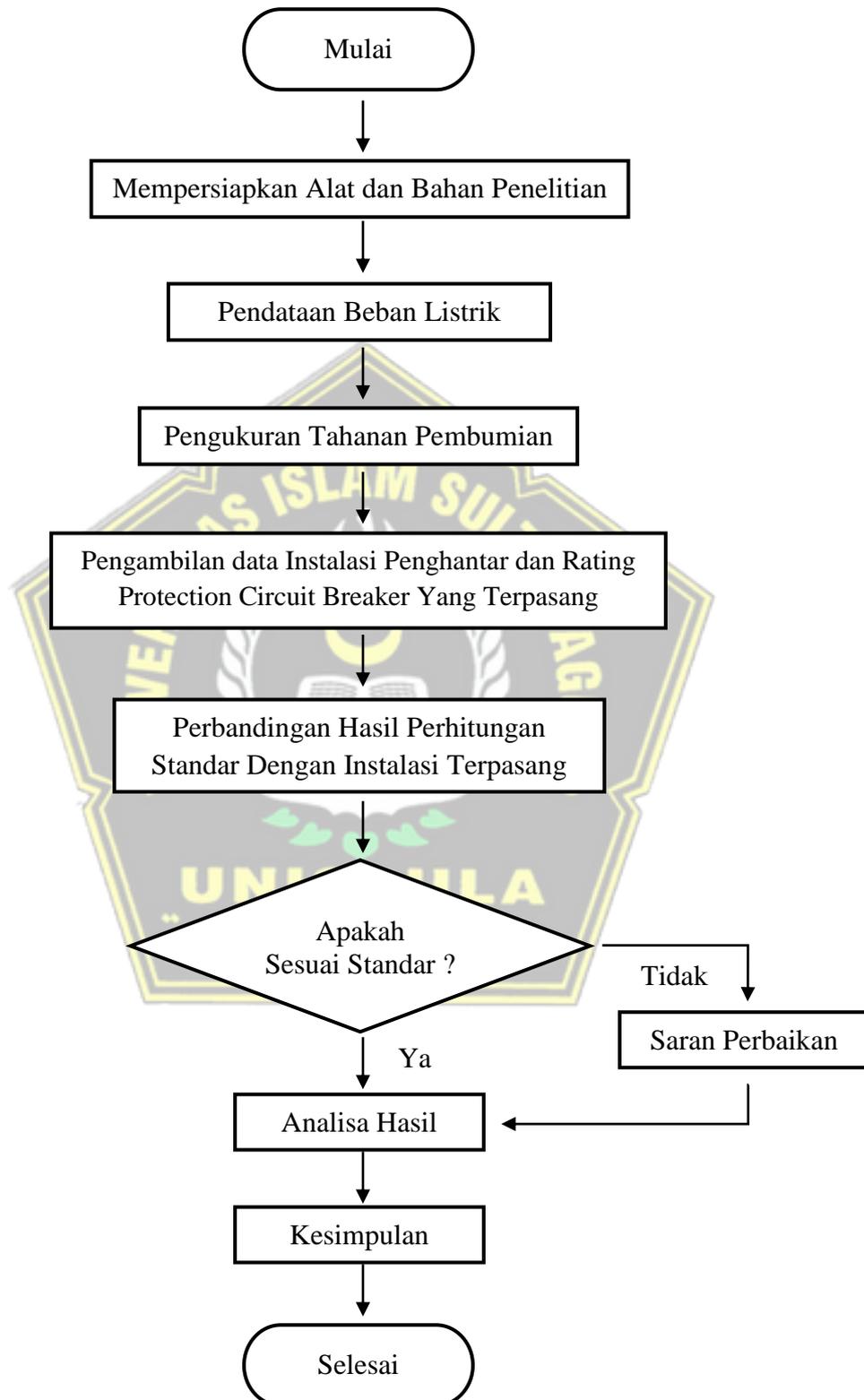
Dalam proses penelitian dibutuhkan bahan penelitian untuk mendukung kelancaran proses penelitian ini. Bahan yang dibutuhkan dalam proses penelitian ini yaitu *Single Line Diagram* instalasi listrik PT. Geomed Indonesia.



Gambar 3. 2. Wiring Diagram Panel Listrik PT Geomed Indonesia

Pada gambar single line diagram diatas dapat dilihat bahwa PT Geomed Indonesia berlangganan daya sebesar 1730 kVA yang mensuply dua buah transformator untuk disalurkan ke dua buah LVMDP yang masing-masing dilengkapi dengan *capasitor bank*. Kemudian pada panel LVMDP 1 mensuply listrik ke 9 buah panel SDP dan pada panel LVMDP 2 mensuply listrik ke 6 buah panel SDP

3.4. Diagram Alur Penelitian



Alur Penelitian :

1. Mempersiapkan Alat Dan Bahan Untuk Melakukan Penelitian
Menggunakan peralatan pelindung diri (APD) sebelum melakukan proses pengambilan data, kemudian mempersiapkan peralatan yang akan digunakan untuk pengambilan data berupa Tang Ampere untuk mengukur arus pada panel yang tidak terdapat power meter dan menggunakan Earth Tester untuk mengukur nilai tahanan pembumian.
2. Melakukan Pendataan Pada Beban Listrik Terpasang
Melakukan pencatatan terhadap beban-beban listrik yang terpasang berdasarkan *nameplate* dari mesin-mesin tersebut, kemudian melakukan perhitungan untuk menentukan besarnya kebutuhan daya listrik.
3. Melakukan Pengukuran Tahanan Pembumian
Melakukan pengukuran tahanan pembumian menggunakan Earth Tester pada 5 titik pengukuran tahanan pembumian di area power house PT. Geomed Indonesia menggunakan metode pengukuran 3 titik.
4. Mencatat Seluruh Data Dan Informasi Yang Didapat
Mencatat data hasil penelitian berupa electrical load list dan nilai tahanan pembumian.
5. Melakukan Pengambilan Data Berupa Kabel Instalasi Penghantar Dan *Rating Protection Circuit Breaker* Yang Terpasang
Mengambil data dan mencatat ukuran kabel instalasi penghantar dan ukuran *circuit breaker* yang terpasang pada panel-panel yang dijadikan objek penelitian..
6. Membandingkan Data Hasil Perhitungan Sesuai Standar Dengan Instalasi Listrik Yang Terpasang
Membandingkan data perhitungan kebutuhan beban listrik terhadap ukuran kabel dan ukuran *circuit breaker* yang terpasang dengan standar PUIL.
7. Menentukan Apakah Data Hasil Penelitian Sudah Sesuai Dengan Standar PUIL
Membuat keputusan dari hasil perbandingan data dengan instalasi listrik yang terpasang apakah sudah sesuai dengan peraturan instalasi listrik yang berlaku (PUIL).

8. Melakukan Saran Perbaikan Apabila Ditemukan Hasil Penelitian Yang Tidak Sesuai Dengan Standar Atau Temuan Lainnya Yang Berpotensi Menjadi Bahaya Listrik

Memberikan saran kepada user (PT Geomed Indonesia) apabila ditemukan ketidaksesuaian pada instalasi listrik yang terpasang untuk menghindari adanya bahaya listrik yang diakibatkan dari pemilihan komponen yang tidak sesuai dengan standar instalasi listrik.

9. Melakukan Analisa Dan Menarik Kesimpulan Dari Penelitian Yang Telah Dilakukan

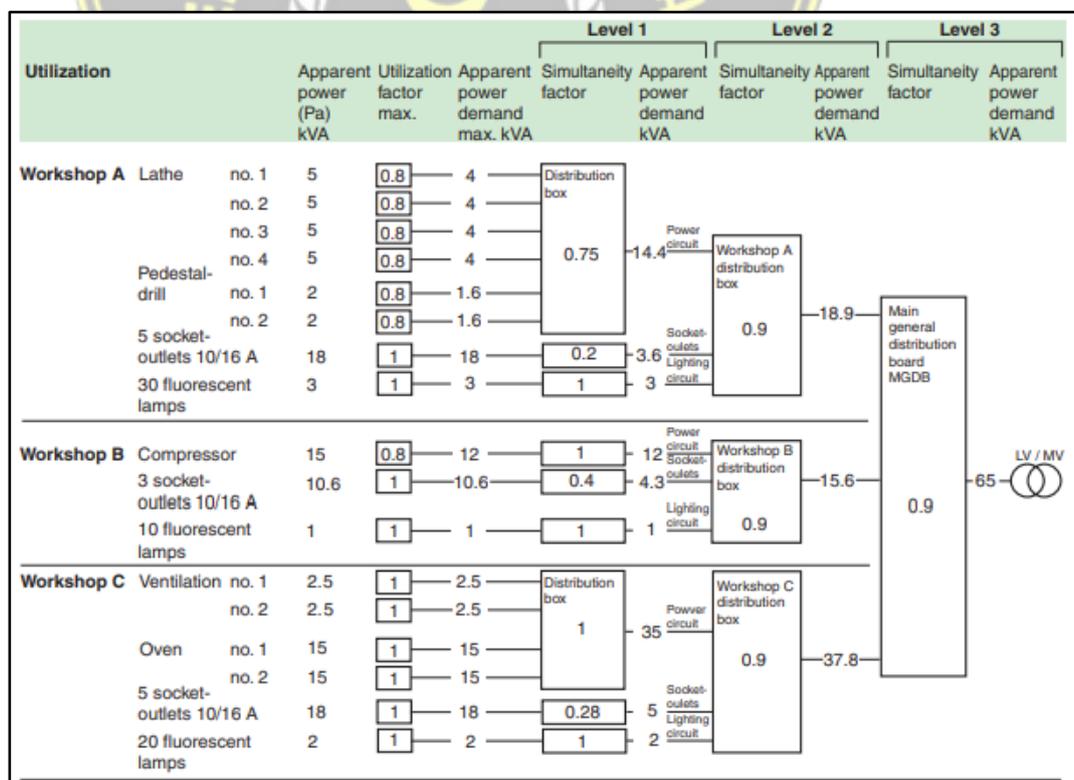


BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1. Pendataan Beban Listrik

Pada kali ini peneliti akan melakukan pendataan beban pada beberapa panel listrik yang terpasang pada gedung PT Geomed Indonesia. Peneliti akan mendata ulang beban listrik pada 4 panel SDP yang selama perusahaan beroperasi telah terjadi penambahan beban yang signifikan. Untuk data beban pada panel SDP yang lain akan diambil dari data arsip PT Geomed Indonesia saat perusahaan pertama kali beroperasi dikarenakan hampir tidak terjadi penambahan beban pada panel-panel tersebut.

Cara yang digunakan untuk menentukan jumlah beban dalam suatu grup panel merujuk pada *electrical instalation guide* dari Schneider Electric seperti tertera pada gambar di bawah ini.



Panel SDP Kompresor akan digunakan sebagai contoh perhitungan untuk menentukan beban listrik dalam grup panel tersebut menggunakan *Utilization Factor* dan *Simultaneity Factor*. *Utilization Factor* yang digunakan pada mesin kompresor dan *air dryer* ini adalah 0.75 dikarenakan termasuk dalam kategori Motor Listrik. Sedangkan untuk *Simultaneity Factor* yang digunakan adalah 0.9 dikarenakan terdiri dari 2-3 buah sub panel terpasang. Perhitungan *Utilization Factor* dihitung menggunakan persamaan (2.8)

Utilization Factor :

1. *Utilization Factor* Kompresor ASD 37

$$\begin{aligned} \text{Power Demand} &= \text{Daya} \times \text{Utilization Factor} \\ &= 22 \text{ kW} \times 0,75 \\ &= 16,5 \text{ kW} \end{aligned}$$

2. *Utilization Factor* Kompresor ASD 60

$$\begin{aligned} \text{Power Demand} &= \text{Daya} \times \text{Utilization Factor} \\ &= 30 \text{ kW} \times 0,75 \\ &= 22,5 \text{ kW} \end{aligned}$$

3. *Utilization Factor* Kompresor BSD 75

$$\begin{aligned} \text{Power Demand} &= \text{Daya} \times \text{Utilization Factor} \\ &= 37 \text{ kW} \times 0,75 \\ &= 28 \text{ kW} \end{aligned}$$

4. *Utilization Factor* Air Dryer TC 36

$$\begin{aligned} \text{Power Demand} &= \text{Daya} \times \text{Utilization Factor} \\ &= 10,6 \text{ kW} \times 0,75 \\ &= 8 \text{ kW} \end{aligned}$$

5. *Utilization Factor* Air Dryer TD 51

$$\begin{aligned} \text{Power Demand} &= \text{Daya} \times \text{Utilization Factor} \\ &= 13,9 \text{ kW} \times 0,75 \\ &= 10,4 \text{ kW} \end{aligned}$$

6. *Utilization Factor Air Dryer*

$$\begin{aligned} \text{Power Demand} &= \text{Daya} \times \text{Utilization Factor} \\ &= 13,9 \text{ kW} \times 0,75 \\ &= 10,4 \text{ kW} \end{aligned}$$

Simultaneity Factor Level 1 (Sub Distribution Panel) :

Power Demand

$$\begin{aligned} &= (P_{uf\ 1} + P_{uf\ 1} P_{uf\ 1} + \dots + P_{uf\ n}) \times \text{Simultaneity Factor} \\ &= (16,5 + 22,5 + 28 + 8 + 10,4 + 10,4) \times 0,9 \\ &= 95,5 \times 0,9 \\ &= 85,9 \text{ kW} \end{aligned}$$

Simultaneity Factor Level 2 (Main Distribution Panel) :

Power Demand

$$\begin{aligned} &= P_{sf\ 1} \times \text{Simultaneity Factor} \\ &= 85,9 \times 0,9 \\ &= 77,3 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dari Perhitungan di atas maka dapat dilihat kebutuhan daya listrik pada seluruh mesin dalam panel SDP Kompresor setelah dikalikan dengan *utilization factor* yaitu 95,5 kW, kemudian kebutuhan daya listrik pada panel SDP Kompresor setelah dikalikan dengan *simultaneity factor* yaitu 85,9 kW dan kebutuhan daya listrik pada panel MDP sebesar 77,3 kW.

Untuk perhitungan pada panel-panel yang lain akan disampaikan dalam bentuk tabel excel.

Berikut adalah beban data beban listrik yang terinstal pada PT Geomed Indonesia :

Tabel 4. 1. Beban Listrik Panel SDP Factory Group B

NO	NAMA PANEL	NAMA BEBAN	BEBAN SATUAN (W)	JUMLAH BEBAN	BEBAN TOTAL (W)
1	SDP Factory Grup B	Mesin Grinding DP 40	4.500	5	22.500
		Mesin Grinding DP 30	3.000	4	12.000
		Mesin Press KMT	500	2	1.000
		Mesin Milling Konvensional	2.200	1	2.200
		Mesin Bubut	3.000	1	3.000
		Mesin Berger	5.500	4	22.000
		Mesin CNC Berger	30.000	3	90.000
		Mesin Final Cleaning	55.000	1	55.000
TOTAL BEBAN					207.700
BEBAN SETELAH UTILIZATION FACTOR					155.775
BEBAN SETELAH SIMULTANEITY FACTOR					114.500

Tabel 4. 2. Perhitungan Beban Listrik Panel SDP Factory Group B

	Machine	Quantity	Total Power (Kw)	Utilization Factor	Power Demand (kW)	LEVEL 1		LEVEL 2		LEVEL 3		
						Simultaneity Factor	Power Demand (kW)	Simultaneity Factor	Power Demand (kW)	Simultaneity Factor	Power Demand (kW)	
SDP Factory Grup B	Mesin Grinding DP 40	5	22,5	0,75	16,9	Distribution Panel Assembling	22,9	SDP Factory Grup B	0,9	114,5	Main Distribution Panel	103,0
	Mesin Grinding DP 30	4	12	0,75	9,0							
	Mesin Press KMT	2	1	0,75	1							
	Mesin Milling	1	2,2	0,75	1,7							
	Mesin Bubut	1	3	0,75	2,3	Distribution Panel Berger	63,00					
	Mesin Berger	4	22	0,75	16,5							
	Mesin CNC Berger	3	90	0,75	67,5							
	Mesin Final Cleaning	1	55	0,75	41,3	-	41,30					

Tabel 4. 3. Beban Listrik Panel SDP Factory Group C

NO	NAMA PANEL	NAMA BEBAN	BEBAN SATUAN (W)	JUMLAH BEBAN	BEBAN TOTAL (W)
2	SDP Factory Grup C	CNC HAAS VF	7.500	20	150.000
		CNC HAAS Minimill	4.500	13	58.500
		CNC Mazak	28.000	4	112.000
		CNC Brother	7.600	1	7.600
		Milling Konvensional	2.200	10	22.000
		Mesin Drilling	1.500	5	7.500
		Mesin Press 50 Ton	400	2	800
		Mesin Press 100 Ton	3.000	1	3.000
TOTAL BEBAN					361.400
BEBAN SETELAH UTILIZATION FACTOR					271.050
BEBAN SETELAH SIMULTANEITY FACTOR					183.000

Tabel 4. 4. Perhitungan Beban Listrik Panel SDP Factory Group C

	Machine	Quantity	Total Power (Kw)	Utilization Factor	Power Demand (kW)	LEVEL 1		LEVEL 2		LEVEL 3		
						Simultaneity Factor	Power Demand (kW)	Simultaneity Factor	Power Demand (kW)	Simultaneity Factor	Power Demand (kW)	
SDP Factory Grup C	CNC HAAS VF	20	150	0,75	112,5	0,75	184,6	SDP Factory Grup C	0,9	183,0	0,9	164,7
	CNC HAAS Minimill	13	58,5	0,75	43,9							
	CNC Mazak	4	112	0,75	84							
	CNC Brother	1	7,6	0,75	5,7							
	Milling Konvensional	10	22	0,75	16,5	0,75	12,4	0,75	6,36			
	Mesin Drilling	5	7,5	0,75	5,6							
	Mesin Press 50 Ton	2	0,8	0,75	0,6							
	Mesin Press 100 Ton	1	3	0,75	2,3							

Tabel 4. 5. Beban Listrik Panel SDP Kompresor

NO	NAMA PANEL	NAMA BEBAN	BEBAN SATUAN (W)	JUMLAH BEBAN	BEBAN TOTAL (W)
3	SDP Kompresor	Kompresor ASD 37	22.000	1	22.000
		Kompresor ASD 60	30.000	1	30.000
		Kompresor BSD 75	37.000	1	37.000
		Air Dryer TC 36	10.600	1	10.600
		Air Dryer TD 51	13.856	1	13.856
		Air Dryer	13.856	1	13.856
TOTAL BEBAN					127.312
BEBAN SETELAH UTILIZATION FACTOR					95.484
BEBAN SETELAH SIMULTANEITY FACTOR					85.900

Tabel 4. 6. Perhitungan Beban Listrik Panel SDP Kompresor

	Machine	Quantity	Total Power (Kw)	Utilization Factor	Power Demand (kW)	LEVEL 1		LEVEL 2		
						Simultaneity Factor	Power Demand (kW)	Simultaneity Factor	Power Demand (kW)	
SDP Kompresor	Kompresor ASD 37	1	22	0,75	16,5	0,9	85,9	Main Distribution Panel	0,9	77,3
	Kompresor ASD 60	1	30	0,75	22,5					
	Kompresor BSD 75	1	37	0,75	28					
	Air Dryer TC 36	1	10,6	0,75	8,0					
	Air Dryer TD 51	1	13,9	0,75	10,4					
	Air Dryer	1	13,9	0,75	10,4					

Tabel 4. 7. Beban Listrik Panel SDP Dust Collector

NO	NAMA PANEL	NAMA BEBAN	BEBAN SATUAN (W)	JUMLAH BEBAN	BEBAN TOTAL (W)
4	SDP Dust Collector	Dust Collector GP1	15.000	1	15000
		Dust Collector GP1 Brushing	11.000	1	11000
		Dust Collector GP2	15.000	1	15000
		Dust Collector GP2 Brushing	11.000	1	11000
		Dust Collector Assembling 4	7.500	1	7500
		Dust Collector Assembling 5	7.500	1	7500
TOTAL BEBAN					67000
BEBAN SETELAH UTILIZATION & SIMULTANEITY FACTOR					50300

Tabel 4. 8. Perhitungan Beban Listrik Panel SDP Dust Collector

	Machine	Quantity	Total Power (Kw)	Utilization Factor	Power Demand (kW)	LEVEL 1		LEVEL 2	
						Simultaneity Factor	Power Demand (kW)	Simultaneity Factor	Power Demand (kW)
SDP Dust Collector	Dust Collector GP 1	1	15	0,75	11,3	SDP Dust Collector	50,3	Main Distribution Panel	50,3
	Dust Collector GP 1 Brushing	1	11	0,75	8,3				
	Dust Collector GP 2	1	15	0,75	11				
	Dust Collector GP 2 Brushing	1	11	0,75	8,3				
	Dust Collector Assembling 4	1	7,5	0,75	5,6				
	Dust Collector Assembling 5	1	7,5	0,75	5,6				



Tabel 4. 9. Beban Listrik Panel MDP 1

Nama Panel : MDP 1			
No	Beban	Daya (kW)	Ampere Aktual (A)
1	SDP Lighting Ground Floor	52,78	
2	SDP Factory Grup A	186,54	
3	SDP Factory Grup B	103	
4	SDP Factory Grup C	164,7	
5	SDP AC Upper Floor	153,75	

6	SDP Washing & Berger	42,54	<p style="text-align: center;">R</p>  <p style="text-align: center;">S</p>  <p style="text-align: center;">T</p> 
7	SDP Basement	60,03	
8	SDP Lighting Power House	1,53	
9	SDP Quality Assurance	10,2	

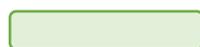
			<p>R</p>  <p>S</p>  <p>T</p> 
10	SDP Water Processing	15,19	
	TOTAL	790,26	

Tabel 4. 10. Beban Listrik Panel MDP 2

Nama Panel : MDP 2			
No	Beban	Daya (kW)	Ampere Aktual (A)
1	SDP AC Factory	255,00	
2	SDP IPSEN	180,38	
3	SDP Kompresor	77,3	
4	SDP Dust Collector	50,3	
5	SDP Pump Room	13,37	

			<p>R</p>  <p>S</p>  <p>T</p> 
6	SDP Lighting Security	2,96	
7	SDP Lighting Upper Floor	32,14	
	TOTAL	611,45	

Keterangan :



: Panel yang memiliki beban tinggi



: Panel yang mengalami penambahan beban

4.2. Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik

Kebutuhan daya listrik pada masing masing sistem adalah jumlah total daya pada LVMDP 1 dan LVMDP 2, seperti yang ditunjukkan pada tabel di atas, yaitu sebesar :

- **MDP 1 = 790,26 kW \approx 790 kW**
- **MDP 2 = 611,45 kW \approx 611 kW**

Dengan nilai faktor daya (pf) 0,8, maka kebutuhan daya listrik adalah :

- **MDP 1**

$$S = P/pf$$

$$S = 790/0,8 = 987,5 \text{ kVA}$$

- **MDP 2**

$$S = P/pf$$

$$S = 611/0,8 = 763,75 \text{ kVA}$$

Sehingga kebutuhan daya listrik total PT. Geomed Indonesia adalah sebesar **987 kVA dan 764 kVA**

4.2.1. Perhitungan Penentuan Daya Transformator

Penentuan daya transformator memperhitungkan nilai efisiensi transformator 80%, sehingga, Daya Transformator adalah :

$$P_{trafo1} = \text{Beban}/\eta = 987/0,8 = \mathbf{1.234 \text{ kVA}}$$

$$P_{trafo2} = \text{Beban}/\eta = 764/0,8 = \mathbf{955 \text{ kVA}}$$

Transformator yang terpasang pada PT Geomed Indonesia berjumlah 2 dengan kapasitas masing-masing **1250 kVA**

4.2.2. Presentase Beban Listrik Terhadap Kapasitas Listrik

Nilai presentase beban listrik terhadap kapasitas listrik yang tersedia pada PT Geomed Indonesia adalah sebagai berikut :

- **Kapasitas Terhadap Transformator**

$$\begin{aligned} \text{Trafo 1} &= \frac{\text{Beban Listrik}}{\text{Kapasitas Trafo}} \times 100\% \\ &= \frac{987}{1250} \times 100\% \\ &= \mathbf{79\%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trafo 2} &= \frac{\text{Beban Listrik}}{\text{Kapasitas Trafo}} \times 100\% \\ &= \frac{764}{1250} \times 100\% \\ &= \mathbf{61,1\%} \end{aligned}$$

- **Kapasitas Terhadap Daya Listrik Terpasang**

- Data beban listrik trafo 1 = 987 kVA
- Data beban listrik trafo 2 = 764 kVA
- Beban aktual trafo 1 = 454 kVA
- Beban aktual trafo 2 = 801 kVA
- Kapasitas daya listrik terpasang PLN = 1730 kVA

Presentase Dengan Kapasitas Daya Terpasang PLN :

$$\begin{aligned} &\frac{\text{Beban Listrik Trafo 1} + \text{Beban Listrik Trafo 2}}{\text{Kapasitas Daya Listrik Terpasang PLN}} \times 100\% \\ &= \frac{987 + 764}{1730} \times 100\% \\ &= \frac{1751}{1730} \times 100\% \\ &= \mathbf{101,2\%} \end{aligned}$$

Presentase Dengan Beban Aktual :

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Beban Aktual Trafo 1} + \text{Beban Aktual Trafo 2}}{\text{Kapabilitas Daya Listrik Terpasang PLN}} \times 100\% \\ &= \frac{454 + 801}{1730} \times 100\% \\ &= \frac{1255}{1730} \times 100\% \\ &= 72,5\% \end{aligned}$$

4.3. Perhitungan Kapasitas *Circuit Breaker* (CB) Dan Kabel Penghantar

Setelah melakukan pendataan beban listrik pada 4 buah panel SDP (*Sub Distribution Panel*) yang memiliki penambahan beban secara signifikan selama perusahaan beroperasi maka data tersebut akan digunakan peneliti sebagai acuan dalam menentukan besaran kapasitas *circuit breaker* (CB) yang harus terpasang pada masing-masing panel tersebut. Untuk perhitungan kapasitas *circuit breaker* (CB) juga dilakukan pada 2 panel MDP (*Main Distribution Panel*). Lalu data tersebut juga akan digunakan untuk menentukan KHA (Kuat Hantar Arus) sebagai perhitungan untuk menentukan ukuran kabel penghantar.

Perhitungan untuk menentukan arus nominal menggunakan persamaan (2.3)

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos \varphi}$$

Perhitungan kapasitas *circuit breaker* (CB) berdasarkan PUIL menggunakan persamaan (2.4)

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

Sedangkan untuk perhitungan Kuat Hantar Arus (KHA) kabel penghantar berdasarkan PUIL menggunakan persamaan (2.5)

$$KHA = I_n \times 125\%$$

Kemudian untuk menentukan ukuran luas penampang kabel penghantar dapat mengacu pada tabel berikut :

Tabel 4. 11. KHA Terus Menerus Untuk Menentukan Ukuran Luas Penampang Kabel Penghantar

Jenis Kabel	Luas Penampang MM ²	KHA Terus Menerus					
		Berinti Tunggal		Berinti Dua		Berinti Tiga dan Empat	
		Di Tanah A	Di Udara A	Di Tanah A	Di Udara A	Di Tanah A	Di Udara A
1	2	3	4	5	6	7	8
NYY NYBY NYFGBY NYCY NYCWY NYSY NYCEY NYSEY NYHSY NYKY NYKBY NYKFGBY NYKRGBY	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
	240	743	612	550	484	464	436
300	843	707	525	590	524	481	
400	986	859	605	710	600	560	
500	1125	1000	-	-	-	-	

Berdasarkan tabel dan formula di atas, maka perhitungan kapasitas *circuit breaker* dan ukuran kabel penghantar pada masing-masing panel distribusi (*Distribution Board*) adalah sebagai berikut :

A. LVMDP 1

Diketahui :

- P = 790 kW
- V = 380 V
- Cos ϕ = 0.8

Maka :

$$I_n = \frac{790.000}{380 \times \sqrt{3} \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{790.000}{380 \times 1.73 \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{790.000}{525,92}$$

$$I_n = 1502,1 \text{ A}$$

- **Perhitungan CB :**

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

$$I_{setting} = 1502,1 \times 115\%$$

$$I_{setting} = 1727,4 \text{ A}$$

Kapasitas *circuit breaker* (CB) Utama pada panel LVMDP 1 adalah **2000 A**.

Kapasitas CB yang jauh lebih besar dari nilai setting digunakan untuk keperluan pengembangan system.

- **Perhitungan Kabel Penghantar**

$$KHA = I_n \times 125\%$$

$$KHA = 1502,1 \times 125\%$$

$$KHA = 1877,7 \text{ A}$$

Ukuran kabel penghantar yang terpasang pada panel LVMDP 1 menuju transformator yaitu **NYY 4(4 x 1 x 300mm²)**. Menurut PUIL 2011 mengenai KHA terus menerus, kabel penghantar NYY 1x300mm² memiliki kemampuan menghantarkan arus sebesar 707 A. Maka untuk 4 kabel NYY 300mm² = 2.828 A. Sehingga dapat disimpulkan ukuran kabel penghantar yang digunakan di panel LVMDP 1 telah memenuhi standar.

B. LVMDP 2

Diketahui :

- P = 611 kW
- V = 380 V
- Cos φ = 0.8

Maka :

$$I_n = \frac{611.000}{380 \times \sqrt{3} \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{611.000}{380 \times 1.73 \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{611.000}{525.92}$$

$$I_n = 1161,8 \text{ A}$$

- **Perhitungan CB :**

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

$$I_{setting} = 1161,8 \times 115\%$$

$$I_{setting} = 1336 \text{ A}$$

Kapasitas *circuit breaker* (CB) Utama pada panel LVMDP 2 adalah **2000 A**.

Kapasitas CB yang jauh lebih besar dari nilai setting digunakan untuk keperluan pengembangan system.

- **Perhitungan Kabel Penghantar**

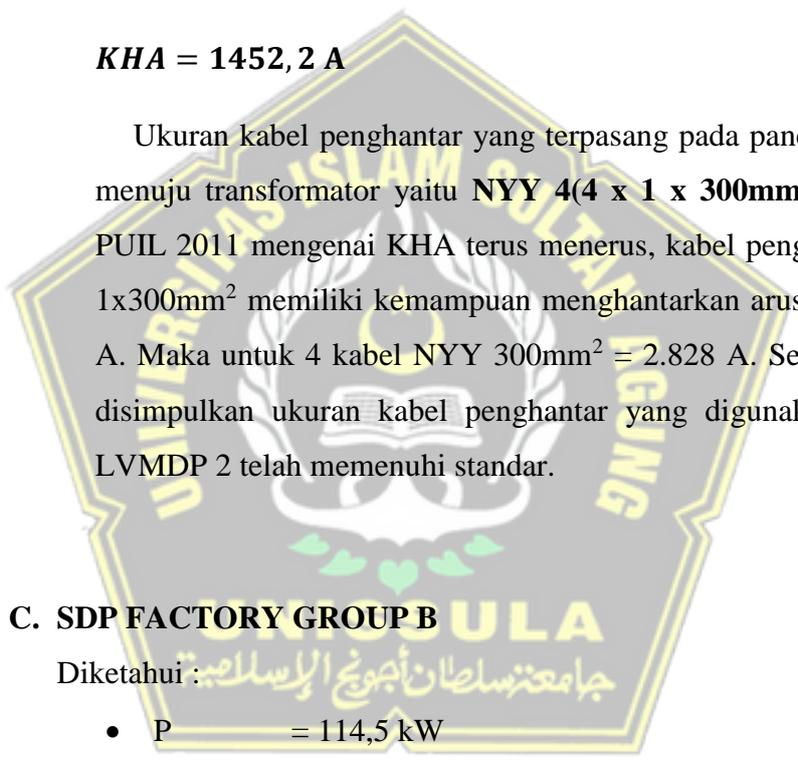
$$KHA = I_n \times 125\%$$

$$KHA = 1161,8 \times 125\%$$

$$\mathbf{KHA = 1452,2 A}$$

Ukuran kabel penghantar yang terpasang pada panel LVMDP 2 menuju transformator yaitu **NYY 4(4 x 1 x 300mm²)**. Menurut PUIL 2011 mengenai KHA terus menerus, kabel penghantar NYY 1x300mm² memiliki kemampuan menghantarkan arus sebesar 707 A. Maka untuk 4 kabel NYY 300mm² = 2.828 A. Sehingga dapat disimpulkan ukuran kabel penghantar yang digunakan di panel LVMDP 2 telah memenuhi standar.

C. SDP FACTORY GROUP B

Diketahui : جامعته سلطان أبجوع الإسلاميه

- P = 114,5 kW
- V = 380 V
- Cos φ = 0.8

Maka :

$$I_n = \frac{114.500}{380 \times \sqrt{3} \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{114.500}{380 \times 1.73 \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{114.500}{525.92}$$

$$I_n = 217,7 \text{ A}$$

- **Perhitungan CB :**

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

$$I_{setting} = 217,7 \times 115\%$$

$$I_{setting} = 250,4 \text{ A}$$

Kapasitas *circuit breaker* (CB) Utama pada panel SDP Factory Group B adalah **630 A**

Kapasitas CB pada panel SDP Factory Group B jauh lebih besar dari nilai setting , sebaiknya kapasitas CB diganti menjadi 300 A.

- **Perhitungan Kabel Penghantar**

$$KHA = I_n \times 125\%$$

$$KHA = 217,7 \times 125\%$$

$$KHA = 272,1 \text{ A}$$

Ukuran kabel penghantar yang terpasang pada panel SDP Factory Group B yaitu NYY 3(2 x 1 x 185mm²) + Netral (1 x 185mm²). Menurut PUIL 2011 mengenai KHA terus menerus, kabel penghantar NYY 1x185mm² memiliki kemampuan menghantarkan arus sebesar 511 A. Maka untuk 2 kabel NYY 185mm² = 1.022 A. Sehingga dapat disimpulkan ukuran kabel penghantar yang digunakan di panel SDP Factory Group B telah memenuhi standar.

D. SDP FACTORY GROUP C

Diketahui :

- P = 183 kW

- $V = 380 \text{ V}$
- $\text{Cos } \varphi = 0.8$

Maka :

$$I_n = \frac{183.000}{380 \times \sqrt{3} \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{183.000}{380 \times 1.73 \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{183.000}{525.92}$$

$$I_n = 348 \text{ A}$$

- **Perhitungan CB :**

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

$$I_{setting} = 348 \times 115\%$$

$$I_{setting} = 400,2 \text{ A}$$

Kapasitas *circuit breaker* (CB) Utama pada panel SDP Factory Group C adalah **630 A**.

Kapasitas CB pada panel SDP Factory Group C jauh lebih besar dari nilai setting , sebaiknya kapasitas CB diganti menjadi 400 A.

- **Perhitungan Kabel Penghantar**

$$KHA = I_n \times 125\%$$

$$KHA = 347,9 \times 125\%$$

$$KHA = 435 \text{ A}$$

Ukuran kabel penghantar yang terpasang pada panel SDP Factory Group C yaitu **NYY 3(2 x 1 x 240mm²) + Netral (1 x 240mm²)**.

Menurut PUIL 2011 mengenai KHA terus menerus, kabel penghantar NYY 1x240mm² memiliki kemampuan menghantarkan arus sebesar 612 A. Maka untuk 2 kabel NYY 240mm² = 1.224 A. Sehingga dapat disimpulkan ukuran kabel penghantar yang digunakan di panel SDP Factory Group C telah memenuhi standar.

E. SDP KOMPRESSOR

Diketahui :

- P = 85,9 kW
- V = 380 V
- Cos φ = 0.8

Maka :

$$I_n = \frac{85900}{380 \times \sqrt{3} \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{85900}{380 \times 1.73 \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{85900}{525.92}$$

$$I_n = 163,3 \text{ A}$$

- **Perhitungan CB :**

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

$$I_{setting} = 163,3 \times 115\%$$

$$I_{setting} = 187,8 \text{ A}$$

Kapasitas *circuit breaker* (CB) Utama pada panel SDP Kompresor adalah **400 A**.

Kapasitas CB pada panel SDP Kompresor jauh lebih besar dari nilai setting , sebaiknya kapasitas CB diganti menjadi 200 A.

- **Perhitungan Kabel Penghantar**

$$KHA = I_n \times 125\%$$

$$KHA = 163,3 \times 125\%$$

$$KHA = 204,2 \text{ A}$$

Ukuran kabel penghantar yang terpasang pada panel SDP Kompresor yaitu **NYY 3(1 x 150mm²) + Netral (1 x 70mm²)**. Menurut PUIL 2011 mengenai KHA terus menerus, kabel penghantar NYY 1x150mm² memiliki kemampuan menghantarkan arus sebesar 442 A. Sehingga dapat disimpulkan ukuran kabel penghantar yang digunakan di panel SDP Kompresor telah memenuhi standar.

F. SDP DUST COLLECTOR

Diketahui :

- P = 50,3 kW
- V = 380 V
- Cos φ = 0.8

Maka :

$$I_n = \frac{50300}{380 \times \sqrt{3} \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{50300}{380 \times 1.73 \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{50300}{525.92}$$

$$I_n = 95,6 \text{ A}$$

- **Perhitungan CB :**

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

$$I_{setting} = 95,6 \times 115\%$$

$$I_{setting} = \mathbf{110 A}$$

Kapasitas *circuit breaker* (CB) Utama pada panel SDP Dust Collector adalah **250 A**

Kapasitas CB pada panel SDP Dust Collector jauh lebih besar dari nilai setting , sebaiknya kapasitas CB diganti menjadi 125 A

- **Perhitungan Kabel Penghantar**

$$KHA = I_n \times 125\%$$

$$KHA = 96,5 \times 125\%$$

$$KHA = \mathbf{119,6 A}$$

Ukuran kabel penghantar yang terpasang pada panel SDP Dust Collector yaitu **NYY 3(1 x 150mm²) + Netral (1 x 70mm²)**. Menurut PUIL 2011 mengenai KHA terus menerus, kabel penghantar NYY 1x150mm² memiliki kemampuan menghantarkan arus sebesar 442 A. Sehingga dapat disimpulkan ukuran kabel penghantar yang digunakan di panel SDP Dust Collector telah memenuhi standar.

G. SDP FACTORY GROUP A

Diketahui :

- P = 186,5 kW
- V = 380 V
- Cos φ = 0.8

Maka :

$$I_n = \frac{186500}{380 \times \sqrt{3} \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{186500}{380 \times 1.73 \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{186500}{525.92}$$

$$I_n = 354,6 \text{ A}$$

- **Perhitungan CB :**

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

$$I_{setting} = 354,6 \times 115\%$$

$$I_{setting} = \mathbf{407,8 \text{ A}}$$

Kapasitas *circuit breaker* (CB) Utama pada panel SDP Factory Group A adalah **630 A**

Kapasitas CB pada panel SDP Factory Group A sudah sesuai dengan kebutuhan

- **Perhitungan Kabel Penghantar**

$$KHA = I_n \times 125\%$$

$$KHA = 354,6 \times 125\%$$

$$KHA = \mathbf{443,3 \text{ A}}$$

Ukuran kabel penghantar yang terpasang pada panel SDP Factory Group A yaitu **NYY 3(2 x 1 x 185mm²) + Netral (1 x 185mm²)**. Menurut PUIL 2011 mengenai KHA terus menerus, kabel penghantar NYY 1x185mm² memiliki kemampuan menghantarkan arus sebesar 511 A. Maka untuk 2 kabel NYY 185mm² = 1.022 A.

Sehingga dapat disimpulkan ukuran kabel penghantar yang digunakan di panel SDP Factory Group A telah memenuhi standar.

H. SDP AC FACTORY

Diketahui :

- P = 255 kW
- V = 380 V
- Cos φ = 0.8

Maka :

$$I_n = \frac{255000}{380 \times \sqrt{3} \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{255000}{380 \times 1.73 \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{255000}{525.92}$$

$$I_n = 484,9 \text{ A}$$

- **Perhitungan CB :**

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

$$I_{setting} = 484,9 \times 115\%$$

$$I_{setting} = 557,6 \text{ A}$$

Kapasitas *circuit breaker* (CB) Utama pada panel SDP AC Factory adalah **1000 A**

Kapasitas CB pada panel SDP AC Factory jauh lebih besar dari nilai setting , sebaiknya kapasitas CB diganti menjadi 630 A

- **Perhitungan Kabel Penghantar**

$$KHA = I_n \times 125\%$$

$$KHA = 484,9 \times 125\%$$

$$KHA = 606,1 \text{ A}$$

Ukuran kabel penghantar yang terpasang pada panel SDP AC Factory yaitu **NYY 3(2 x 1 x 300mm²) + Netral (1 x 300mm²)**. Menurut PUIL 2011 mengenai KHA terus menerus, kabel penghantar NYY 1x300mm² memiliki kemampuan menghantarkan arus sebesar 707 A. Maka untuk 2 kabel NYY 300mm² = 1.414 A. Sehingga dapat disimpulkan ukuran kabel penghantar yang digunakan di panel SDP AC Factory telah memenuhi standar.

I. SDP AC UPPER FLOOR

Diketahui :

- P = 153,7 kW
- V = 380 V
- Cos φ = 0.8

Maka :

$$I_n = \frac{153700}{380 \times \sqrt{3} \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{153700}{380 \times 1.73 \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{153700}{525.92}$$

$$I_n = 292,2 \text{ A}$$

- **Perhitungan CB :**

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

$$I_{setting} = 292,2 \times 115\%$$

$$I_{setting} = \mathbf{336,1 A}$$

Kapasitas *circuit breaker* (CB) Utama pada panel SDP AC Upper Floor adalah **400 A**

Kapasitas CB pada panel SDP AC Upper Floor sudah sesuai dengan kebutuhan

- **Perhitungan Kabel Penghantar**

$$KHA = I_n \times 125\%$$

$$KHA = 292,2 \times 125\%$$

$$KHA = \mathbf{365,3 A}$$

Ukuran kabel penghantar yang terpasang pada panel SDP AC Upper Floor yaitu **NYY 3(1 x 185mm²) + Netral (1 x 95mm²)**. Menurut PUIL 2011 mengenai KHA terus menerus, kabel penghantar NYY 1x185mm² memiliki kemampuan menghantarkan arus sebesar 511 A. Sehingga dapat disimpulkan ukuran kabel penghantar yang digunakan di panel SDP AC Upper Floor telah memenuhi standar.

J. SDP IPSEN

Diketahui :

- P = 180,4 kW
- V = 380 V
- Cos φ = 0.8

Maka :

$$I_n = \frac{180400}{380 \times \sqrt{3} \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{180400}{380 \times 1.73 \times 0.8}$$

$$I_n = \frac{180400}{525.92}$$

$$I_n = 343 \text{ A}$$

- **Perhitungan CB :**

$$I_{setting} = I_n \times 115\%$$

$$I_{setting} = 343 \times 115\%$$

$$I_{setting} = \mathbf{394,5 \text{ A}}$$

Kapasitas *circuit breaker* (CB) Utama pada panel SDP IPSEN adalah **630 A**

Kapasitas CB pada panel SDP IPSEN jauh lebih besar dari nilai setting , sebaiknya kapasitas CB diganti menjadi 400 A

- **Perhitungan Kabel Penghantar**

$$KHA = I_n \times 125\%$$

$$KHA = 343 \times 125\%$$

$$KHA = \mathbf{428,8 \text{ A}}$$

Ukuran kabel penghantar yang terpasang pada panel SDP IPSEN yaitu **NYY 3(2 x 1 x 185mm²) + Netral (1 x 185mm²)**. Menurut PUIL 2011 mengenai KHA terus menerus, kabel penghantar NYN 1x185mm² memiliki kemampuan menghantarkan arus sebesar 511 A. Maka untuk 2 kabel NYN 185mm² = 1.022 A. Sehingga dapat

disimpulkan ukuran kabel penghantar yang digunakan di panel SDP IPSEN telah memenuhi standar.

Dari hasil perhitungan diatas maka didapatkan hasil sesuai yang tertera pada tabel berikut :

Tabel 4. 12. Hasil Perhitungan Kapasitas Circuit Breaker

No	Nama Panel	Daya (kW)	In (A)	Perhitungan CB (A)	CB Terpasang (A)	Keterangan
LIST PANEL YANG MENGALAMI PENAMBAHAN BEBAN						
1	LVMDP 1	790	1502,1	1727,4	2000	Baik
2	LVMDP 2	611	1161,8	1336	2000	Baik
3	SDP Factory Group B	114,5	217,7	250,4	630	Saran ganti kapasitas CB menjadi 300 A
4	SDP Factory Group C	183	348	400,2	630	Saran ganti kapasitas CB menjadi 400 A
5	SDP Kompessor	85,9	163,3	187,8	400	Saran ganti kapasitas CB menjadi 200 A
6	SDP Dust Collector	50,3	95,6	110,0	250	Saran ganti kapasitas CB menjadi 125 A
LIST PANEL YANG MEMILIKI BEBAN BESAR						
7	SDP Factory Group A	186,5	354,6	407,8	630	Baik
8	SDP AC Factory	255	484,9	557,6	1000	Saran ganti kapasitas CB menjadi 630 A
9	SDP AC Upper Floor	153,7	292,2	336,1	400	Baik
10	SDP IPSEN	180,4	343	394,5	630	Saran ganti kapasitas CB menjadi 400 A

Dari tabel 4.12 didapatkan hasil perbandingan antara kebutuhan ukuran proteksi *circuit breaker* sesuai perhitungan dengan ukuran proteksi *circuit breaker* yang terpasang, dari hasil perbandingan tersebut maka didapatkan analisa sebagai berikut :

1. Ukuran proteksi *circuit breaker* yang terpasang pada panel LVMDP 1 dan LVMDP 2 memiliki kapasitas yang lebih besar dari perhitungan. Hal ini dikarenakan LVMDP merupakan panel utama sehingga pemilihan kapasitas *circuit breaker* yang lebih besar memiliki tujuan untuk tujuan pengembangan sistem.
2. Pada panel SDP Factory Group B perhitungan kapasitas *circuit breaker* adalah sebesar 250,4 A. Untuk kapasitas *circuit breaker* yang terpasang yaitu sebesar 630 A. Maka untuk mengoptimalkan fungsi dari *circuit breaker* itu sendiri disarankan untuk mengganti dengan kapasitas 300 A.
3. Pada panel SDP Factory Group C perhitungan kapasitas *circuit breaker* adalah sebesar 400,2 A. Untuk kapasitas *circuit breaker* yang terpasang yaitu sebesar 630 A. Maka Maka untuk mengoptimalkan fungsi dari *circuit breaker* itu sendiri disarankan untuk mengganti dengan kapasitas 400 A.
4. Pada panel SDP Kompresor perhitungan kapasitas *circuit breaker* adalah sebesar 187,8 A. Untuk kapasitas *circuit breaker* yang terpasang yaitu sebesar 400 A. Maka untuk mengoptimalkan fungsi dari *circuit breaker* itu sendiri disarankan untuk mengganti dengan kapasitas 200 A.
5. Pada panel SDP Dust Collector perhitungan kapasitas *circuit breaker* adalah sebesar 110 A. Untuk kapasitas *circuit breaker* yang terpasang yaitu sebesar 250 A. Maka untuk mengoptimalkan fungsi dari *circuit breaker* itu sendiri disarankan untuk mengganti dengan kapasitas 125 A.
6. Pada panel SDP Factory Group A perhitungan kapasitas *circuit breaker* adalah sebesar 407,8 A. Untuk kapasitas *circuit breaker* yang terpasang yaitu sebesar 630 A. Maka ukuran *circuit breaker* yang terpasang sudah sesuai dengan kapasitas kebutuhan daya listrik pada panel tersebut.
7. Pada panel SDP AC Factory perhitungan kapasitas *circuit breaker* adalah sebesar 557,6 A. Untuk kapasitas *circuit breaker* yang terpasang yaitu sebesar

1000 A. Maka untuk mengoptimalkan fungsi dari *circuit breaker* itu sendiri disarankan untuk mengganti dengan kapasitas 630 A.

8. Pada panel SDP AC Upper Floor perhitungan kapasitas *circuit breaker* adalah sebesar 336,1 A. Untuk kapasitas *circuit breaker* yang terpasang yaitu sebesar 400 A. Maka ukuran *circuit breaker* yang terpasang sudah sesuai dengan kapasitas kebutuhan daya listrik pada panel tersebut.
9. Pada panel SDP IPSEN perhitungan kapasitas *circuit breaker* adalah sebesar 394,5 A. Untuk kapasitas *circuit breaker* yang terpasang yaitu sebesar 630 A. Maka untuk mengoptimalkan fungsi dari *circuit breaker* itu sendiri disarankan untuk mengganti dengan kapasitas 400 A.

Tabel 4. 13. Hasil Perhitungan KHA

No	Nama Panel	Daya (kW)	In (A)	Perhitungan KHA (A)	Kabel Penghantar		Keterangan
					Perhitutngan	Terpasang	
LIST PANEL YANG MENGALAMI PENAMBAHAN BEBAN							
1	LVMDP 1	790	1502,1	1877,7	NYY 4(3 x 1 x 240mm ²)	NYY 4(4 x 1 x 300mm ²)	Baik
2	LVMDP 2	611	1161,8	1452,2	NYY 4(2 x 1 x 300mm ²)	NYY 4(4 x 1 x 300mm ²)	Baik
3	SDP Factory Group B	114,5	217,7	272,1	NYY 3(1 x 70mm ²)	NYY 3(2 x 1 x 185mm ²)	Baik
4	SDP Factory Group C	183	348	435	NYY 3(1 x 150mm ²)	NYY 3(2 x 1 x 240mm ²)	Baik
5	SDP Kompessor	85,9	163,3	204,2	NYY 3(1 x 50mm ²)	NYY 3(1 x 150mm ²)	Baik
6	SDP Dust Collector	50,3	95,6	119,6	NYY 3(1 x 25mm ²)	NYY 3(1 x 150mm ²)	Baik
LIST PANEL YANG MEMILIKI BEBAN BESAR							
7	SDP Factory Group A	186,5	354,6	443,3	NYY 3(1 x 150mm ²)	NYY 3(2 x 1 x 185mm ²)	Baik

No	Nama Panel	Daya (kW)	In (A)	Perhitungan KHA (A)	Kabel Penghantar		Keterangan
					Perhitungngan	Terpasang	
8	SDP AC Factory	255	484,9	606,1	NYY 3(1 x 185mm²)	NYY 3(2 x 1 x 300mm²)	Baik
9	SDP AC Upper Floor	153,7	292,2	365,3	NYY 3(1 x 120mm²)	NYY 3(1 x 185mm²)	Baik
10	SDP IPSEN	180,4	343	428,8	NYY 3(1 x 150mm²)	NYY 3(2 x 1 x 185mm²)	Baik

Dari tabel 4.13 didapatkan hasil perbandingan antara kebutuhan ukuran luas penampang kabel penghantar sesuai perhitungan dengan ukuran kabel penghantar yang terpasang, dari hasil perbandingan tersebut maka didapatkan analisa sebagai berikut :

1. Pada panel LVMDP 1 perhitungan KHA didapatkan nilai sebesar 1877,7 A, secara perhitungan kebutuhan minimal luas penampang kabel yang harus terpasang yaitu $NYY 4(4 \times 1 \times 185\text{mm}^2)$ dimana untuk 4 kabel berukuran 185mm^2 memiliki kuat hantar arus sebesar 2044 A. Kabel penghantar yang terpasang saat ini adalah $NYY 4(4 \times 1 \times 300\text{mm}^2)$ yang memiliki kuat hantar arus sebesar 2828 A. Ukuran kabel penghantar yang terpasang sudah sangat baik dikarenakan kapasitasnya yang melebihi jumlah beban terpasang saat ini.
2. Pada panel LVMDP 2 perhitungan KHA didapatkan nilai sebesar 1452,2 A, secara perhitungan kebutuhan minimal luas penampang kabel yang harus terpasang yaitu $NYY 4(3 \times 1 \times 185\text{mm}^2)$ dimana untuk 3 kabel berukuran 185mm^2 memiliki kuat hantar arus sebesar 1533 A. Kabel penghantar yang terpasang saat ini adalah $NYY 4(4 \times 1 \times 300\text{mm}^2)$ yang memiliki kuat hantar arus sebesar 2828 A. Ukuran kabel penghantar yang terpasang sudah sangat baik dikarenakan kapasitasnya yang melebihi jumlah beban terpasang saat ini.
3. Pada panel SDP Factory Group B perhitungan KHA didapatkan nilai sebesar 272,1 A, secara perhitungan kebutuhan minimal luas penampang kabel yang harus terpasang yaitu $NYY 3(1 \times 95\text{mm}^2)$ dimana untuk kabel berukuran

- 95mm² memiliki kuat hantar arus sebesar 311 A. Kabel penghantar yang terpasang saat ini adalah NYY 3(2 x 1 x 185mm²) yang memiliki kuat hantar arus sebesar 1022 A. Ukuran kabel penghantar yang terpasang sudah sangat baik dikarenakan kapasitasnya yang melebihi jumlah beban terpasang saat ini.
4. Pada panel SDP Factory Group C perhitungan KHA didapatkan nilai sebesar 435 A, secara perhitungan kebutuhan minimal luas penampang kabel yang harus terpasang yaitu NYY 3(1 x 150mm²) dimana untuk kabel berukuran 150mm² memiliki kuat hantar arus sebesar 442 A. Kabel penghantar yang terpasang saat ini adalah NYY 3(2 x 1 x 240mm²) yang memiliki kuat hantar arus sebesar 1224 A. Ukuran kabel penghantar yang terpasang sudah sangat baik dikarenakan kapasitasnya yang melebihi jumlah beban terpasang saat ini.
 5. Pada panel SDP Kompresor perhitungan KHA didapatkan nilai sebesar 204,2 A, secara perhitungan kebutuhan minimal luas penampang kabel yang harus terpasang yaitu NYY 3(1 x 50mm²) dimana untuk kabel berukuran 50mm² memiliki kuat hantar arus sebesar 212 A. Kabel penghantar yang terpasang saat ini adalah NYY 3(1 x 150mm²) yang memiliki kuat hantar arus sebesar 442 A. Ukuran kabel penghantar yang terpasang sudah sangat baik dikarenakan kapasitasnya yang melebihi jumlah beban terpasang saat ini.
 6. Pada panel SDP *Dust Collector* perhitungan KHA didapatkan nilai sebesar 119,6 A, secara perhitungan kebutuhan minimal luas penampang kabel yang harus terpasang yaitu NYY 3(1 x 25mm²) dimana untuk kabel berukuran 25mm² memiliki kuat hantar arus sebesar 140 A. Kabel penghantar yang terpasang saat ini adalah NYY 3(1 x 150mm²) yang memiliki kuat hantar arus sebesar 442 A. Ukuran kabel penghantar yang terpasang sudah sangat baik dikarenakan kapasitasnya yang melebihi jumlah beban terpasang saat ini.
 7. Pada panel SDP Factory Group A perhitungan KHA didapatkan nilai sebesar 443,3 A, secara perhitungan kebutuhan minimal luas penampang kabel yang harus terpasang yaitu NYY 3(1 x 185mm²) dimana untuk kabel berukuran 185mm² memiliki kuat hantar arus sebesar 511 A. Kabel penghantar yang terpasang saat ini adalah NYY 3(2 x 1 x 185mm²) yang memiliki kuat hantar

arus sebesar 1022 A. Ukuran kabel penghantar yang terpasang sudah sangat baik dikarenakan kapasitasnya yang melebihi jumlah beban terpasang saat ini.

8. Pada panel SDP AC Factory perhitungan KHA didapatkan nilai sebesar 606,1 A, secara perhitungan kebutuhan minimal luas penampang kabel yang harus terpasang yaitu NYY 3(1 x 240mm²) dimana untuk kabel berukuran 240mm² memiliki kuat hantar arus sebesar 612 A. Kabel penghantar yang terpasang saat ini adalah NYY 3(2 x 1 x 300mm²) yang memiliki kuat hantar arus sebesar 1414 A. Ukuran kabel penghantar yang terpasang sudah sangat baik dikarenakan kapasitasnya yang melebihi jumlah beban terpasang saat ini.
9. Pada panel SDP AC Upper Floor perhitungan KHA didapatkan nilai sebesar 365,3 A, secara perhitungan kebutuhan minimal luas penampang kabel yang harus terpasang yaitu NYY 3(1 x 120mm²) dimana untuk kabel berukuran 120mm² memiliki kuat hantar arus sebesar 386 A. Kabel penghantar yang terpasang saat ini adalah NYY 3(1 x 185mm²) yang memiliki kuat hantar arus sebesar 511 A. Ukuran kabel penghantar yang terpasang sudah sangat baik dikarenakan kapasitasnya yang melebihi jumlah beban terpasang saat ini.
10. Pada panel SDP IPSEN perhitungan KHA didapatkan nilai sebesar 428,8 A, secara perhitungan kebutuhan minimal luas penampang kabel yang harus terpasang yaitu NYY 3(1 x 150mm²) dimana untuk kabel berukuran 150mm² memiliki kuat hantar arus sebesar 442 A. Kabel penghantar yang terpasang saat ini adalah NYY 3(2 x 1 x 185mm²) yang memiliki kuat hantar arus sebesar 1022 A. Ukuran kabel penghantar yang terpasang sudah sangat baik dikarenakan kapasitasnya yang melebihi jumlah beban terpasang saat ini.

4.4. Pengukuran Tahanan Penumian (*Grounding*)

Pengukuran tahanan penumian bertujuan untuk mengetahui sistem proteksi terhadap terjadinya kebocoran arus listrik pada gedung PT Geomed Indonesia. Pada pengukuran kali ini dilakukan pada 5 titik elektroda penanahan yang berada di area power house PT Geomed Indonesia.

Pengukuran grounding ini menggunakan alat earth tester dengan metode pengukuran 3 titik dimana kabel hijau dihubungkan dengan batang elektroda , kemudian kabel kuning dihubungkan dengan tongkat besi yang ditancapkan dengan jarak 5-10 meter dari batang elektroda yang akan diukur, dan yang terakhir kabel merah dihubungkan dengan tongkat besi yang ditancapkan dengan jarak 5-10 meter dari tongkat besi sebelumnya.

Menurut PUIL 2011 tahanan penumian memiliki nilai standar kelayakan yaitu $<5\Omega$ (kurang dari 5 Ohm), maka pada pengukuran tahanan penumian apabila nilai hasil pengukuran semakin kecil maka semakin baik sistem penanahannya.

Tabel 4. 14. Pengukuran Nilai Tahanan Penumian

No	Titik Pengukuran Elektroda	Syarat	Hasil	Foto	Keterangan
1	Genset	$<5\Omega$	6,88 Ω		Tidak Layak

No	Titik Pengukuran Elektroda	Syarat	Hasil	Foto	Keterangan
2	Panel LVMDP		0,55 Ω		Layak
3	Netral Trafo		1,10 Ω		Layak
4	Cubicle Pelanggan		1,01 Ω		Layak
5	Cubicle PLN		1,86 Ω		Layak

Dari hasil pengukuran diatas maka dapat dilihat pada 5 titik pengukuran tahanan pembumian terdapat 1 titik yang memiliki status hasil pengukuran yang tidak layak yaitu pada titik pembumian genset yang memiliki nilai 6,88 Ω . Untuk 4

titik pengukuran lainnya yaitu pada grounding LVMDP, Netral Trafo, Cubicle Pelanggan, dan Cubicle PLN didapatkan nilai yang layak $<5\Omega$.

Saran untuk memperbaiki nilai tahanan pembumian pada genset PT Geomed Indonesia yang memiliki nilai diatas 5 Ohm, maka dapat dilakukan dengan cara menambah lagi titik penanaman elektroda batang dan kemudian dipasang secara paralel dengan elektroda pembumian pada genset.

4.5. Perbandingan Data Perhitungan Daya Beban Terhadap Beban Puncak Aktual (*Demand Factor*)

Perhitungan Faktor kebutuhan (*demand factor*) dapat menggunakan persamaan (2.7)

1. LVMDP 1

$$\text{Faktor kebutuhan} = \frac{\text{Beban Puncak}}{\text{Beban terpasang}}$$

$$\text{Faktor kebutuhan} = \frac{580,5}{1502,6}$$

$$\text{Faktor kebutuhan} = 0,39 / 39\%$$

2. LVMDP 2

$$\text{Faktor kebutuhan} = \frac{\text{Beban Puncak}}{\text{Beban terpasang}}$$

$$\text{Faktor kebutuhan} = \frac{1030,8}{1162,6}$$

$$\text{Faktor kebutuhan} = 0,89 / 89\%$$

Pada data tabel di bawah ini akan menjelaskan mengenai perbandingan antara data perhitungan daya pada beban yang terpasang dengan hasil pengukuran ampere aktual saat beban beroperasi.

Tabel 4. 15. Perbandingan Daya Beban Terhadap Ampere Aktual Panel MDP 1

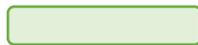
Nama Panel : MDP 1					
No	Beban	Daya (kW)	In (A)	Arus Puncak Aktual (A)	Presentase Perbandingan Data dan Aktual
1	SDP Lighting Ground Floor	52,78	100,4	53,0	53%
2	SDP Factory Grup A	186,54	354,7	97,6	28%
3	SDP Factory Grup B	103	195,8	27,3	14%
4	SDP Factory Grup C	164,7	313,2	107,3	34%
5	SDP AC Upper Floor	153,75	292,3	149,3	51%
6	SDP Washing & Berger	42,54	80,9	22,9	28%
7	SDP Basement	60,03	114,1	46,9	41%
8	SDP Lighting Power House	1,53	7,0	6,0	86%
9	SDP Quality Assurance	10,2	19,4	13,1	67%
10	SDP Water Processing	15,19	28,9	16,0	56%
TOTAL		790,26	1502,6	580,5	39%

Tabel 4. 16. Perbandingan Daya Beban Terhadap Ampere Aktual Panel MDP 2

Nama Panel : MDP 2					
No	Beban	Daya (kW)	In (A)	Arus Aktual Rata-Rata (A)	Presentase Perbandingan Data dan Aktual
1	SDP AC Factory	255,00	484,9	179,3	37%
2	SDP IPSEN	180,38	343	120,3	35%
3	SDP Kompresor	77,3	147	74,2	51%
4	SDP Dust Collector	50,3	95,6	93	97%
5	SDP Pump Room	13,37	25,4	16,8	66%

Nama Panel : MDP 2					
No	Beban	Daya (kW)	In (A)	Arus Aktual Rata-Rata (A)	Presentase Perbandingan Data dan Aktual
6	SDP Lighting Security	2,96	5,6	2,8	50%
7	SDP Lighting Upper Floor	32,14	61,1	14,9	24%
TOTAL		611,45	1162,6	1030,8	89%

Keterangan :

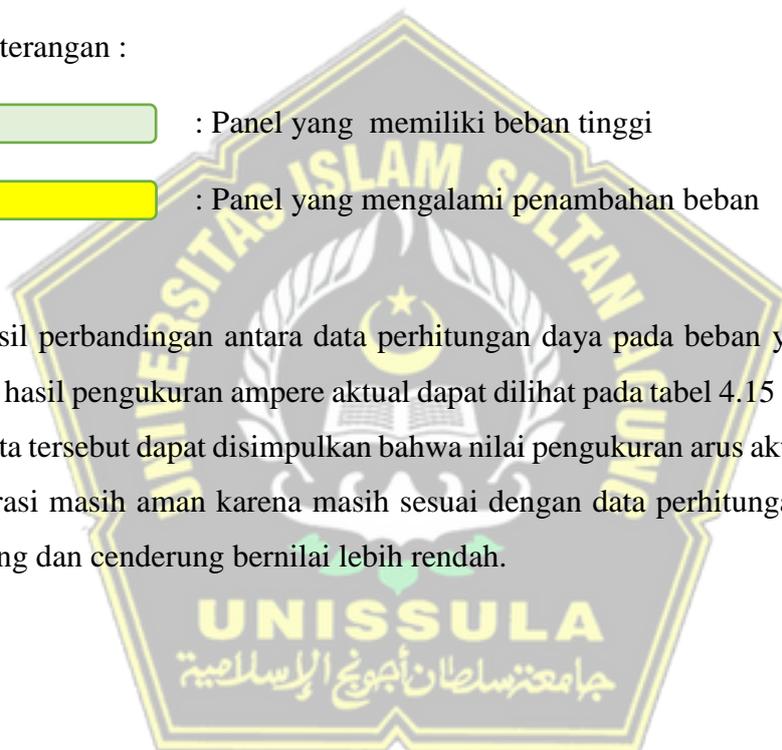


: Panel yang memiliki beban tinggi



: Panel yang mengalami penambahan beban

Hasil perbandingan antara data perhitungan daya pada beban yang terpasang dengan hasil pengukuran ampere aktual dapat dilihat pada tabel 4.15 dan tabel 4.16. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai pengukuran arus aktual saat beban beroperasi masih aman karena masih sesuai dengan data perhitungan daya beban terpasang dan cenderung bernilai lebih rendah.



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai evaluasi kelayakan sistem kelistrikan di PT Geomed Indonesia, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kebutuhan daya listrik PT Geomed Indonesia yaitu sebesar 987 kVA pada LVMDP 1 dan 764 kVA pada LVMDP 2. Dengan Kapasitas 2 buah transformator 1250 kVA maka presentase beban listrik terhadap kapasitas transformator yaitu 79% pada trafo 1 dan 61,1% pada trafo 2.
2. Presentase dari data beban listrik terpasang dengan kapasitas daya listrik terpasang PLN sebesar 101,2%. Namun secara aktual daya yang digunakan hanya sebesar 454 kVA pada LVMDP 1 dan 801 kVA pada LVMDP 2 atau total sebesar 72,5 % dari kapasitas daya listrik terpasang PLN. Hal ini dikarenakan nilai arus aktual yang digunakan pada beban listrik lebih kecil jika dibandingkan dengan perhitungan kebutuhan daya dan pada seluruh beban listrik tersebut tidak bekerja secara bersamaan.
3. Pada panel LVMDP 1 dan LVMDP 2 memiliki kapasitas lebih besar dari perhitungan dikarenakan kedua panel ini merupakan panel utama dimana dapat terus terjadi penambahan beban. Pada Panel SDP Factory Group A dan SDP AC Upper Floor kapasitas *circuit breaker* telah sesuai dengan persyaratan PUIL. Pada panel SDP Factory Group B, SDP Factory Group C, SDP Kompresor, SDP Dust Collector, SDP AC Factory dan SDP IPSEN kapasitas *circuit breaker* melebihi jumlah beban yang terpasang.
4. Pada perhitungan kuat hantar arus (KHA) kabel penghantar, pada objek yang diteliti secara keseluruhan luas penampang kabel penghantar yang terpasang telah sesuai dengan persyaratan dalam PUIL
5. Hasil pengukuran *grounding* pada 5 titik pembumian yang berada di area *power house* PT Geomed Indonesia didapatkan 1 titik pembumian Genset dengan hasil yang tidak sesuai standar PUIL yaitu sebesar 6,88 Ω .

5.2. Saran

1. Pada panel LVMDP 1 kapasitas trafo 1 di PT Geomed telah mencapai 78% dimana efisiensi penggunaan trafo yaitu maksimal beban 80%, maka disarankan untuk memindahkan sebagian beban ke panel LVMDP 2 yang memiliki kapasitas trafo 61.1% atau dapat meningkatkan kapasitas trafo untuk tujuan pengembangan kedepannya.
2. Untuk pemilihan kapasitas circuit breaker pada panel SDP Factory Group B, SDP Factory Group C, SDP Kompresor, SDP Dust Collector, SDP AC Factory dan SDP IPSEN agar dapat disesuaikan dengan beban yang terpasang saat ini. Dapat dilakukan dengan penggantian *circuit breaker* atau dengan mengatur setting rating arus pada *circuit breaker* yang terpasang.
3. Hasil pengukuran pada elektroda pentanahan di Genset PT Geomed Indonesia didapatkan hasil $6,88\Omega$ dimana batas maksimal sesuai standar PUIL yaitu $<5\Omega$, maka disarankan untuk menambah lagi titik penanaman elektroda batang dan kemudian dipasang secara paralel dengan elektroda pbumian pada genset hingga didapatkan hasil pengukuran $<5\Omega$ (Kurang dari 5 Ohm)



DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. O. Priyono and F. Ramadhan, “ANALISIS SISTEM INSTALASI LISTRIK PADA INDUSTRI,” vol. 11, no. 2, 2023.
- [2] S. Asril and M. Marzuarman, “Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Gedung B Politeknik Negeri Bengkalis,” *INOVTEK - Seri Elektro*, vol. 2, no. 1, p. 48, 2020, doi: 10.35314/ise.v2i1.1268.
- [3] G. Putrapasa, “EVALUASI SISTEM KELISTRIKAN PADA GEDUNG PRODUKSI DI PT. WINNERS INTERNATIONAL TEGAL,” 2022.
- [4] E. Y. Purwono, “Evaluasi Kelayakan Instalasi Gedung TTSK 3 Lantai PT Phapros, Tbk Semarang,” 2022. doi: 10.33322/energi.v14i1.1675.
- [5] A. Syofian and H. A. Novendri, “Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Bertingkat Plaza Andalas Padang,” vol. 6, no. 1, pp. 44–56, 2017.
- [6] F. Darundas, G. M. C. Mangindaan, and H. Tumaliang, “Redesign Instalasi Listrik Gedung Fakultas Teknik Jurusan Elektro Dan Jurusan Arsitektur Universitas Sam Ratulangi Manado,” p. 7, 2021, [Online]. Available: <https://repo.unsrat.ac.id/3419/1/jurnaL.pdf>.
- [7] Suyono, M. Tony Prasetyo, and L. Assafat, “Tingkat Keandalan Utilitas Kelistrikan Bangunan Gedung Bertingkat Di Kota Semarang,” *Media Elektr.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–17, 2011.
- [8] H. A. Muhaimin, *Bahan-Bahan Listrik*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2007.
- [9] W. Ayodya and B. Arrosyid, “Analisis Perencanaan Pembagian Beban Elektrikal pada Panel SDP Gedung Universitas Sutomo,” *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 8, no. 1, pp. 362–369, 2023, doi: 10.36277/jteuniba.v8i1.233.
- [10] Persyaratan Umum Instalasi Listrik, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011),” *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133, 2011.

- [11] P. Sumardjati, *Teknik Pemanfaatan TENAGA LISTRIK*, 1st ed. Jakarta.
- [12] C. Cekdin, *DISTRIBUSI DAYA LISTRIK : Teori dan Praktik*. Yogyakarta: ANDI, 2021.
- [13] S. Electric, “installation guide According to IEC international,” *Electr. Install. Guid. Accord. to IEC Int. Stand.*, p. 467, 2009.

