

**EVALUASI SISTEM KELISTRIKAN PADA GEDUNG PRODUKSI
DI PT. WINNERS INTERNATIONAL TEGAL**

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 :

GILANG PUTRAPASA

30601501782

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
AGUSTUS 2022**

FINAL PROJECT

***EVALUATION OF ELECTRICAL SYSTEM IN THE PRODUCTION
BUILDING AT PT. WINNERS INTERNATIONAL TEGAL***

*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*



Arranged By :

GILANG PUTRAPASA

30601501782

MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING

INDSUTRIAL TECHNOLOGY FACULTY

SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY

SEMARANG

AGUSTUS 2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “EVALUASI SISTEM KELISTRIKAN PADA GEDUNG PRODUKSI DI PT. WINNERS INTERNATIONAL TEGAL” ini disusun oleh :

Nama : Gilang Putrapasa

NIM : 30601501782

Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 29 Desember 2022

Pembimbing 1

Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT

NIDN. 0619076401

Pembimbing 2

Dedi Nugroho, S.T., M.T

NIDN. 0617126602

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



21022

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

NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**EVALUASI SISTEM KELISTRIKAN PADA GEDUNG PRODUKSI DI PT. WINNERS INTERNATIONAL TEGAL**” ini telah dipertahankan di depan penguji sidang Tugas Akhir pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 29 Desember 2022

TIM PENGUJI

Penguji 1

Penguji 2

Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT

Dedi Nugroho, S.T., M.T

NIDN. 0619076401

NIDN. 0617126602

UNISSULA

جامعة سلطان أبوبوع الإسلامية

Ketua Penguji

Ir. Hj. Ida Widiastuti, MT

NIDN. 0618066301

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gilang Putrapasa
NIM : 30601501782
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“EVALUASI SISTEM KELISTRIKAN PADA GEDUNG PRODUKSI DI PT. WINNERS INTERNATIONAL TEGAL”** 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, 15 Februari 2023




Gilang Putrapasa

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gilang Putrapasa
NIM : 30601501782
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul “EVALUASI SISTEM KELISTRIKAN PADA GEDUNG PRODUKSI DI PT. WINNERS INTERNATIONAL TEGAL” 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 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, 15 Februari 2023



Gilang Putrapasa

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullah Hiwabarokatuh.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat diselesaikannya Laporan Tugas Akhir yang berjudul "Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Produksi Di PT. Winners International Tegal" dapat terselesaikan. Oleh sebab itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, Istri dan keluarga yang telah memberikan dorongan moril dan material.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Ibu Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Bapak Ir. H. Sukarno Budi Utomo, M.T. dan Bapak Dedi Nugroho, S.T., M.T. selaku pembimbing Tugas Akhir ini.
5. Dan teman-teman teknik elektro angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa, Laporan Tugas Akhir ini masih kurang dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran yang bersifat memberi semangat demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis mengharapkan Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa khususnya mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Terima kasih.

Wassalamualaikum Warahmatullah Hiwabarokatuh.

Semarang, 28 November 2022

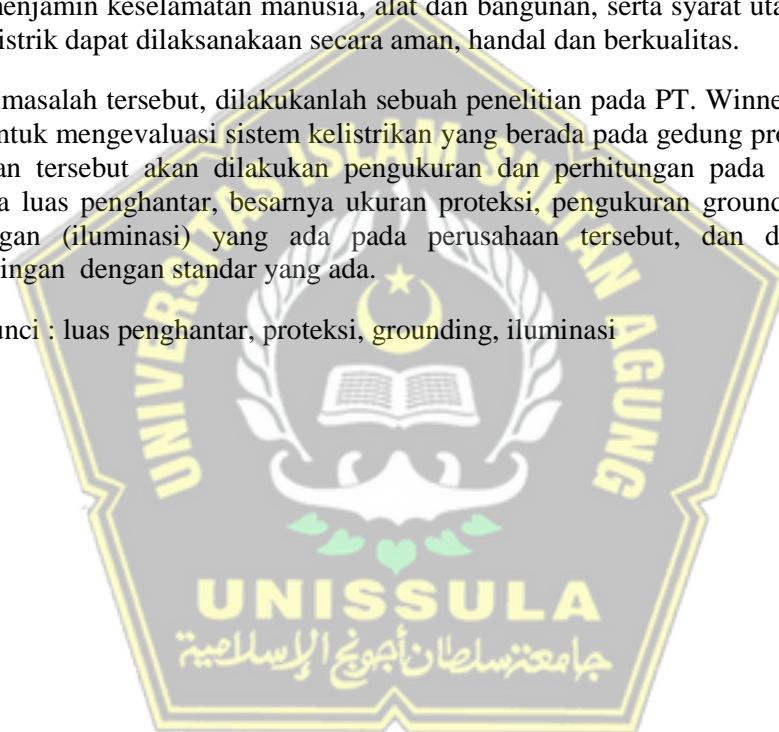
Penulis

ABSTRAK

Dalam dunia industri, khususnya industri garment belakangan ini semakin berkembang. Mesin produksinyapun semakin canggih dan membutuhkan mesin yang banyak untuk proses produksi. PT. winners International Tegal salah satu perusahaan garment yang berkualitas tentunya membutuhkan mesin-mesin berteknologi dalam jumlah yang banyak di setiap gedung produksinya. Tentunya mesin-mesin tersebut membutuhkan daya listrik yang besar supaya dapat beroperasi dengan baik, sehingga dibutuhkan instalasi listrik yang berkualitas. Kualitas instalasi listrik tergantung pada penerapan dan pelaksanaan standar instalasi listrik yaitu PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) dan peraturan lain yang menunjang. Pemberlakuan tersebut adalah untuk menjamin keselamatan manusia, alat dan bangunan, serta syarat utama penyediaan tenaga listrik dapat dilaksanakan secara aman, handal dan berkualitas.

Dari masalah tersebut, dilakukanlah sebuah penelitian pada PT. Winners International Tegal untuk mengevaluasi sistem kelistrikan yang berada pada gedung produksinya. Dari penelitian tersebut akan dilakukan pengukuran dan perhitungan pada tegangan, arus, besarnya luas penghantar, besarnya ukuran proteksi, pengukuran grounding dan sistem penerangan (iluminasi) yang ada pada perusahaan tersebut, dan dilakukan suatu perbandingan dengan standar yang ada.

Kata Kunci : luas penghantar, proteksi, grounding, iluminasi

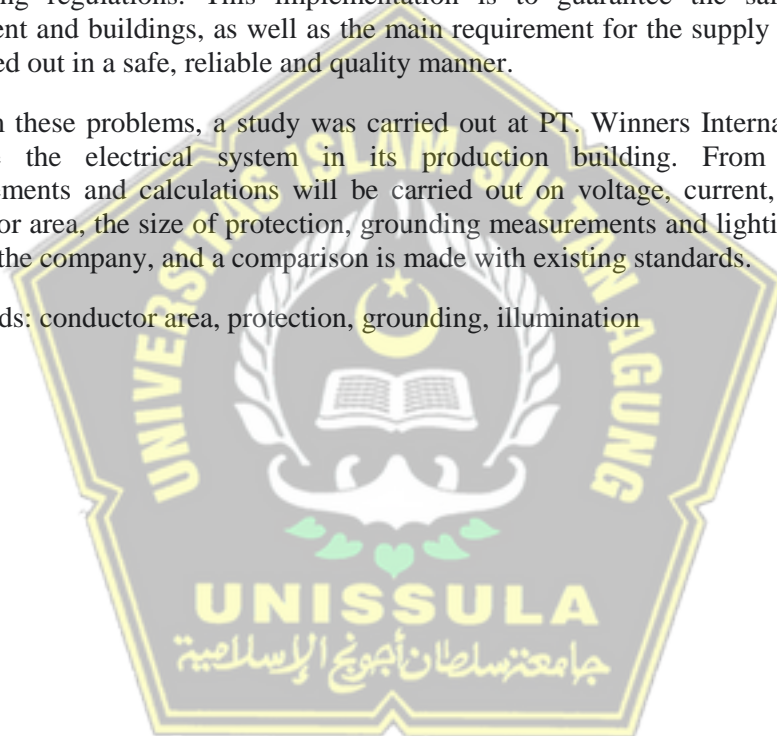


ABSTRACT

In the industrial world, especially the garment industry has been growing lately. Production machines are increasingly sophisticated and require a lot of machines for the production process. PT. winners International Tegal, one of the quality garment companies, certainly requires a large number of technological machines in each of its production buildings. Of course these machines require a large amount of electrical power to operate properly, so a quality electrical installation is required. The quality of electrical installations depends on the application and implementation of electrical installation standards, namely PUIL 2011 (General Electrical Installation Requirements) and other supporting regulations. This implementation is to guarantee the safety of people, equipment and buildings, as well as the main requirement for the supply of electricity to be carried out in a safe, reliable and quality manner.

From these problems, a study was carried out at PT. Winners International Tegal to evaluate the electrical system in its production building. From this research, measurements and calculations will be carried out on voltage, current, the amount of conductor area, the size of protection, grounding measurements and lighting systems that exist in the company, and a comparison is made with existing standards.

Keywords: conductor area, protection, grounding, illumination



DAFTAR ISI

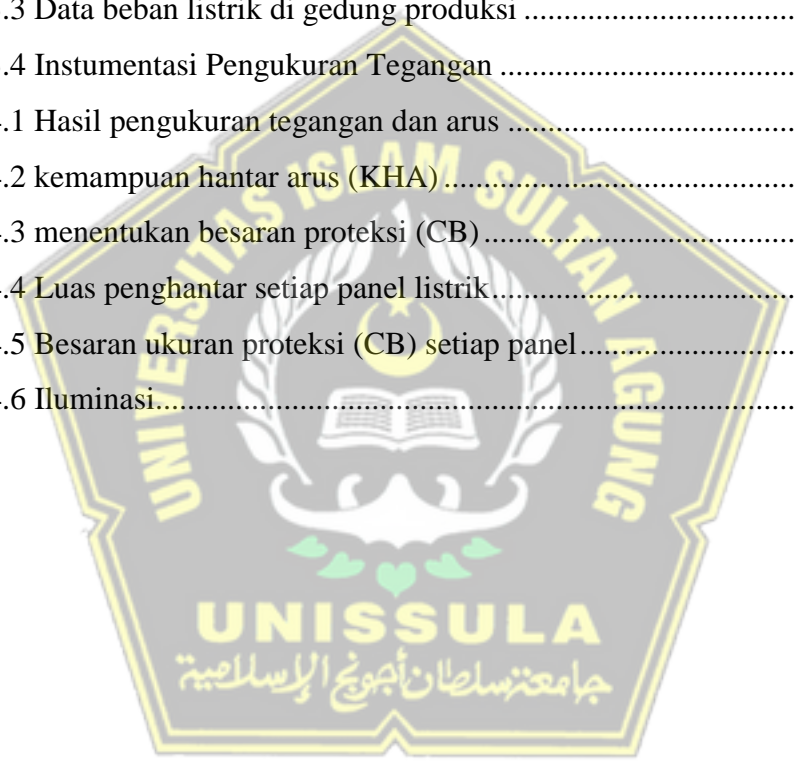
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	v
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	vi
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR ISTILAH.....	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	2
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	2
1.6 Metode Penulisan	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Evaluasi	6
2.3 Instalasi Listrik	6
2.3.1 Prinsip Dasar Instalasi Listrik.....	7
2.3.2 Persyaratan Instalasi Listrik.....	9
2.4 Panel MDP (Main Distribution Panel)	10

2.4.1	Panel Listrik.....	11
2.4.2	Pengaman.....	12
2.4.3	Busbar	15
2.4.4	Power Meter.....	15
2.4.5	Push Button dan Pilot Lamp	16
2.5	Penghantar	17
2.5.1	Jenis-Jenis Kabel Listrik.....	17
2.5.2	Pemilihan Luas Penampang Penghantar.....	21
2.6	Pentanahan / Pembedahan (Grounding)	22
2.6.1	Pengertian	22
2.6.2	Fungsi Sistem Pentanahan	23
2.6.3	Tujuan Sistem Pentanahan.....	24
2.6.4	Jenis-Jenis Sistem Pentanahan.....	25
2.7	Rak Kabel	27
2.8	Sistem Pencahayaan Buatan.....	29
2.8.1	Pencahayaan.....	29
2.8.2	Lampu.....	35
2.8.3	Saklar	37
2.8.3	Kotak Kontak.....	39
BAB III	40
METODE PENELITIAN	40
3.1	Tempat Penelitian.....	40
3.2	Alur Penelitian.....	40
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	41
3.3.1	Alat Penelitian.....	41
3.3.2	Bahan Penelitian	42
3.4	Pendataan Beban Listrik.....	45
3.5	Pengukuran Tegangan dan Arus.....	49
3.6	Perhitungan penghantar (KHA), proteksi (CB) dan illuminasi	49
3.7	Hasil dan Analisis Data	49
3.8	Kesimpulan.....	49

BAB IV	50
DATA DAN ANALISA	50
4.1 Gambaran Fisik Perusahaan	50
4.2 Pengukuran Nilai Tegangan dan Arus.....	50
4.3 Perhitungan Kemampuan Hantar Arus (KHA) dan Circuit Breaker (CB)	51
4.3.1 Panel Cutting.....	54
4.3.2 Panel Cutting Spare	55
4.3.3 Panel R. Mekanik.....	56
4.3.4 Panel Lampu Sewing	57
4.3.5 Panel Kompresor.....	58
4.3.6 Panel Iron	59
4.3.7 Panel Lampu Packing	60
4.3.8 Panel R. Sample	61
4.3.9 Panel Mesin 4.....	62
4.3.10 Panel Mesin 3.....	62
4.3.11 Panel Mesin 2.....	63
4.3.12 Panel Mesin 1.....	64
4.3.13 Panel Utama Gedung Produksi.....	65
4.4 Perhitungan Iluminasi.....	73
4.5 Pengukuran Nilai Pembumian (grounding) di Panel Utama	80
BAB V.....	82
PENUTUP.....	82
5.1 KESIMPULAN	82
5.2 SARAN	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	86
1. MAKALAH.....	86
2. Gambar hasil pengukuran tegangan dan arus pada setiap panel listrik	96
Lembar Revisi Seminar Kemajuan	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkat pencahayaan rata-rata dan kelompok renderasi warna.....	30
Tabel 2.2 Kelompok Renderasi Warna	33
Tabel 2.3 Perbandingan Lampu	36
Tabel 3.1 Alat Penelitian.....	41
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	42
Tabel 3.3 Data beban listrik di gedung produksi	45
Tabel 3.4 Instrumentasi Pengukuran Tegangan	49
Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan dan arus	50
Tabel 4.2 kemampuan hantar arus (KHA).....	53
Tabel 4.3 menentukan besaran proteksi (CB).....	54
Tabel 4.4 Luas penghantar setiap panel listrik.....	66
Tabel 4.5 Besaran ukuran proteksi (CB) setiap panel.....	68
Tabel 4.6 Iluminasi.....	78



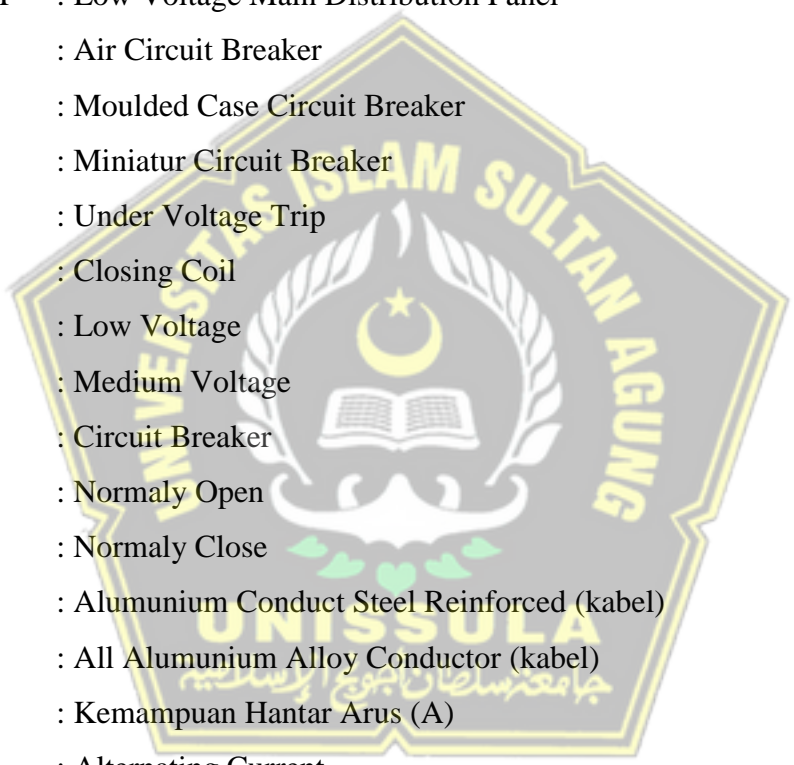
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Main Distribution Panel (MDP).....	10
Gambar 2.2 Panel Listrik	11
Gambar 2.3. Contoh ACB 2.000 A	13
Gambar 2.4. Moulded Case Circuit Breaker (MCCB).....	13
Gambar 2.5. Miniatur Circuit Breaker (MCB)	14
Gambar 2.6. Contoh Busbar pada Panel Listrik.....	15
Gambar 2.7. Power Meter pada panel MDP	16
Gambar 2.8. Contoh Push Button dan Wiring diagram	17
Gambar 2.9. Standar warna kabel berdasarkan PUIL 2011	17
Gambar 2.10. Kabel NYA.....	18
Gambar 2.11. Kabel NYM.....	18
Gambar 2.12. Kabel NYAF	19
Gambar 2.13. Kabel NYY.....	19
Gambar 2.14. Kabel NYGbY.....	20
Gambar 2.15. Kabel ACSR.....	20
Gambar 2.16. Kabel AAAC	21
Gambar 2.17. Jenis Pentanahan TN-S.....	26
Gambar 2.18. Jenis pentanahan TN-C-S.....	26
Gambar 2.19. Jenis pentanahan TT	27
Gambar 2.20 Tray atau Rak Kabel.....	28
Gambar 2.21 Simbol saklar tunggal.....	37
Gambar 2.22 Simbol saklar seri	38
Gambar 2.23 Simbol Saklar Tukar.....	38
Gambar 2.24 Kotak kontak	39
Gambar 3.1 Helm	41
Gambar 3.2 Sarung tangan listrik.....	41
Gambar 3.3 Sepatu <i>safety</i>	41
Gambar 3.4 Multitester	42

Gambar 3.6 Earth tester.....	42
Gambar 3.7 Power Meter	42
Gambar 3.8 Denah gedung produksi.....	43
Gambar 3.9 Single line diagram instalasi listrik LVMDP.....	44
Gambar 3.10 Single line diagram panel utama gedung produksi	44
Gambar 4.1 Pengukuran nilai tahanan grounding di panel utama gedung produksi	80
1. Gambar Hasil Pengukuran	86
2. Gambar Single Line Diagram Instalasi Listrik	100



DAFTAR ISTILAH



PUIL	: Persyaratan Umum Instalasi Listrik
SNI	: Standar Nasional Indonesia
LMK	: Lembaga Masalah Kelistrikan
SPLN	: Standar Perusahaan Listrik Negara
MDP	: Main Distribution Panel
LVMDP	: Low Voltage Main Distribution Panel
ACB	: Air Circuit Breaker
MCCB	: Moulded Case Circuit Breaker
MCB	: Miniatur Circuit Breaker
UVT	: Under Voltage Trip
CC	: Closing Coil
LV	: Low Voltage
MV	: Medium Voltage
CB	: Circuit Breaker
N/O	: Normaly Open
N/C	: Normaly Close
ACSR	: Alumunium Conduct Steel Reinforced (kabel)
AAAC	: All Alumunium Alloy Conductor (kabel)
KHA	: Kemampuan Hantar Arus (A)
AC	: Alternating Current
DC	: Direct Current
IEEE	: Institute of Electrical and Electronic Engineer
TN-S	: Terre Neutral-Seperate (pentanahan)
TN-C-S	: Terre Neutral-Combine-Seperate (pentanahan)
TT	: Double Terre (pentanahan)
PME	: Proactive Multiple Earthing
LLF	: Light Loss Factor (faktor cahaya rugi)
CU	: Coeffesien of Utilization (faktor pemanfaatan cahaya)

CFL : Compact Fluorescent Lamp
LED : Light Emitting Diode
APD : Alat Pelindung Diri



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Winners International adalah perusahaan ekspor - impor yang bergerak dalam bidang usaha industri pakaian jadi (konveksi) dari tekstil. Perusahaan ini mempunyai luas lahan sekitar 296.520 m² yang terdiri dari 5 gedung produksi dan beberapa gedung penunjang lainnya. Dalam menghasilkan produk berkualitas tinggi, perusahaan didukung oleh mesin-mesin yang berteknologi dalam jumlah yang banyak di setiap gedung produksinya. Tentunya mesin-mesin tersebut membutuhkan daya listrik yang besar supaya bisa beroperasi dengan baik. Sehingga dibutuhkan instalasi listrik yang berkualitas.

Kualitas instalasi listrik sangat bergantung pada pelaksanaan dan penerapan standar instalasi listrik yaitu PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) dan peraturan lain yang menunjang. Pemberlakuan tersebut adalah untuk menjamin keselamatan manusia, alat dan bangunan, serta syarat utama penyediaan tenaga listrik dapat dilaksanakan secara aman, handal dan akrab lingkungan.

Dalam proses produksinya, perusahaan garment sering terjadi pertukaran mesin atau keluar masuk mesin jahit sesuai dengan model pakaian yang akan diproduksi. Dari proses keluar masuk mesin ini bisa berakibat adanya kelebihan beban listrik yang bisa merusak peralatan listrik karena beban listrik yang tidak tetap. Maka dari itu perlu dilakukan sebuah pengukuran dan perhitungan terhadap instalasi listrik yang mencakup pengukuran tegangan, arus, besarnya luas penghantar, besarnya ukuran proteksi, pengukuran *grounding* dan sistem penerangan (iluminasi) yang ada.

Dengan dasar pertimbangan inilah penulis akan melakukan penelitian yang berjudul **“Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Produksi Di PT. Winners International Tegal”**.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang permasalahan, dapat dirumuskan permasalahannya yaitu :

- a. Apakah kapasitas kabel penghantar pada sistem kelistrikan di gedung produksi PT. Winners International masih aman terhadap pembebanan listrik?
- b. Apakah sistem proteksi di gedung produksi PT. Winners International memenuhi standar keamanan?
- c. Apakah sistem pencahayaan di seluruh ruangan gedung produksi PT. Winners International memenuhi standar?
- d. Apakah nilai tahanan pembumian (*grounding*) pada panel utama di gedung produksi PT. Winners International masih baik?

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

- a. Perhitungan ukuran penghantar dan proteksi
- b. Perhitungan sistem pencahayaan disetiap ruangan
- c. Pengukuran nilai tahanan pembumian di panel utama gedung produksi

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk :

1. Evaluasi sistem kelistrikan pada gedung produksi di PT. Winners International Tegal telah sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011)
2. Memberikan rekomendasi yang benar terkait standarisasi instalasi listrik.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Menambah ilmu dan pengetahuan bagi peneliti tentang evaluasi sistem kelistrikan pada gedung produksi di PT. Winners International Tegal.
2. Dapat mengurangi kecelakaan yang disebabkan oleh bahaya listrik.

3. Menambah pengetahuan tentang sistem penghantar dan proteksi listrik.

1.6 Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah :

- a. Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara mendapatkan referensi dan mempelajari yang berhubungan dengan permasalahan, baik itu berasal dari buku-buku, jurnal ilmiah, internet dan referensi lainnya yang berkaitan dengan sistem kelistrikan.

- b. Metode Bimbingan / Konsultasi

Metode ini dilakukan dengan cara berdiskusi bersama ahli yang cukup paham dibidangnya serta dengan dosen pembimbing dan teman-teman sesama mahasiswa.

- c. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan pengumpulan data-data teknis dengan cara langsung survei ke lapangan serta pengamatan secara langsung.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas mengenai latar belakang, alasan pemilihan judul, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat tugas akhir, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas teori-teori yang berhubungan dengan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN/PERANCANGAN

Dalam bab ini akan dibahas waktu dan tempat penelitian serta metode penelitiannya.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang evaluasi sistem kelistrikan gedung produksi di PT. Winners International Tegal dan perhitungan ukuran penghantar dan proteksi yang sesuai dengan standar PUIL.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran-saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Sekarang ini sudah banyak penelitian mengenai evaluasi sistem kelistrikan pada suatu bangunan atau gedung yang diangkat menjadi bahan penelitian tugas akhir. Berikut adalah beberapa referensi yang digunakan sebagai panduan dalam mengerjakan tugas akhir evaluasi sistem kelistrikan pada gedung produksi di PT. Winners International :

1. Ilham Al Taqwa (2019) tentang evaluasi sistem kelistrikan pada ruang IGD dan gedung gizi rumah sakit Muhammadiyah Palembang. Dalam penelitian tersebut didapat hasil pengaman MCB pada ruang IGD dan gedung gizi dalam kondisi aman sesuai dengan standar PUIL.
2. Muhammad Dodo (2020) tentang Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Tegangan Rendah Di Atas Umur 15 Tahun Berdasarkan PUIL 2000 Di Desa Pujud Kecamatan Pujud Kabupaten Rokan Hilir. Didalam penelitian tersebut didapat hasil instalasi listrik milik masyarakat di Desa Pujud dinyatakan cukup layak. Ditunjukkan dengan 34 Rumah layak karena memenuhi seluruh kriteria yang telah ditetapkan dengan persentase sebesar 55,73%, sementara 27 rumah dinyatakan kurang layak karena beberapa kriteria tidak terpenuhi dengan persentase 44,27%.
3. Baharudin dan Alwi (2018) tentang Analisis Sistem Kelistrikan Hotel Bumi Asih Jaya Di Makassar. Dari penelitian tersebut didapatkan penghantar yang digunakan pada Hotel Bumi Asih Jaya telah memenuhi standar, demikian pula halnya dengan pengaman umumnya pun juga telah sesuai, walaupun ada yang lebih besar itu dikarenakan kemungkinan akan adanya penambahan beban dikemudian hari.
4. Eko Wahyu Pramono (2017) tentang Evaluasi Instalasi Listrik Pada Gedung Multi Centre Of Excellent (MCE) Rumah Sakit Islam Sultan Agung

Semarang. Di dalam penelitian tersebut didapatkan kesimpulan pengaman MCB yang digunakan pada instalasi gedung MCE RSI Sultan Agung Semarang dalam kondisi aman sesuai dengan standar PUIL 2000, tetapi Ukuran kabel yang digunakan pada instalasi gedung MCE RSI Sultan Agung Semarang beberapa dalam kondisi tidak sesuai dengan standar PUIL 2000. Hal ini terjadi karena pada perhitungan unit terpasang tidak memperhitungkan pertumbuhan beban dan faktor koreksi sesuai dengan standar PUIL 2000

2.2 Evaluasi

Evaluasi berasal dari bahasa Inggris yaitu *evaluation* yang berarti penaksiran atau penilaian (John Echols dan Hasan Sadily : 2003) sedangkan menurut Poerwodarminto (2014) evaluasi adalah penilaian dan menilai.

Menurut Suharsimi Arikunto dan Cipi Safrudin (2010 : 2) evaluasi adalah kegiatan untuk mengumpulkan informasi tentang bekerjanya sesuatu yang selanjutnya digunakan untuk mengambil suatu keputusan yang tepat.

Jadi dapat disimpulkan evaluasi adalah kegiatan pengumpulan data, dimana data tersebut diambil dari sebuah penelitian agar menemukan hasil untuk diambil sebuah keputusan atau kesimpulan.

2.3 Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah suatu sistem yang digunakan untuk menyalurkan aliran listrik guna memenuhi kebutuhan manusia. Sebuah instalasi listrik harus memenuhi standar dan undang-undang yang berlaku di Indonesia. Ketentuan mengenai instalasi listrik sudah terangkum dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan ketentuan-ketentuan lainnya. Persyaratan ini dimaksudkan untuk menciptakan keselamatan manusia dan harta benda terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh kelistrikan dan untuk menerapkan fungsi yang benar dari instalasi listrik tersebut. Disamping itu, perlu diperhatikan juga prinsip dasar dalam pemasangan instalasi listrik, antara lain :

1. Keandalan
2. Ketercapaian
3. Ketersediaan
4. Keindahan
5. Ekonomis
6. Keamanan

2.3.1 Prinsip Dasar Instalasi Listrik

Prinsip dasar instalasi listrik harus juga dipertimbangkan pada pemasangan instalasi listrik, agar instalasi listrik yang dipasang dapat digunakan secara optimal, efektif dan efisien. Adapun prinsip dasar instalasi listrik adalah sebagai berikut :

1. Keandalan

Seluruh peralatan pada instalasi listrik haruslah handal dan baik secara mekanik dan kelistrikan. Peralatan instalasi listrik juga harus berfungsi dengan semestinya, tujuannya apabila ada gangguan pada instalasi listrik dapat dengan mudah teratasi. Adapun maksud dan tujuan utama dari PUIL ialah terselenggaranya pengoperasian instalasi yang baik untuk mencegah bahaya listrik. Untuk meyakinkan itu maka instalasi listrik harus diperiksa oleh lembaga yang akan menerbitkan sertifikat kesesuaian instalasi listrik.

Adapun beberapa faktor pendukung untuk mencapai tingkat keandalan yang tinggi pada instalasi listrik sebagai berikut :

- Sistem pengaman (proteksi)
- Sistem pembumian
- Pelaksanaan pemasangan instalasi listrik yang benar
- Penggunaan komponen dan peralatan instalasi listrik yang memenuhi standar dengan mutu yang handal.

2. Ketercapaian

Dalam pemasangan peralatan instalasi listrik yang relatif mudah dijangkau oleh pengguna pada saat mengoperasikannya dan tata letak komponem listrik tidak sulit untuk dioperasikan, sebagai contoh pemasangan sakelar tidak terlalu tinggi maupun rendah.

3. Ketersediaan

Kesiapan suatu instalasi listrik dalam melayani kebutuhan baik berupa daya, peralatan maupun kemungkinan perluasan instalasi. Apabila ada perluasan instalasi tidak mengganggu sistem instalasi yang sudah ada, tetapi kita hanya menghubungkannya pada sumber cadangan (Spare) yang telah diberikan pengaman.

4. Keindahan

Dalam pemasangan komponen atau peralatan instalasi listrik harus ditata sedemikian rupa, sehingga dapat dilihat rapi dan indah serta tidak menyalahi peraturan yang berlaku.

5. Keamanan

Harus mempertimbangkan faktor keamanan dari suatu instalasi listrik, baik keamanan terhadap manusia, bangunan atau harta benda, makhluk hidup lain dan peralatan itu sendiri.

6. Ekonomis

Biaya yang dikeluarkan dalam pemasangan instalasi listrik harus dipertimbangkan dengan teliti serta pertimbangan-pertimbangan tertentu sehingga biaya yang dikeluarkan dapat sehemat mungkin tanpa harus mengesampingkan hal-hal diatas.

2.3.2 Persyaratan Instalasi Listrik

Persyaratan instalasi listrik meliputi perancangan, pemasangan, pemeriksaan dan pengujian.

1. Perencanaan Instalasi Listrik

Perencanaan instalasi listrik adalah gambar rancangan yang digunakan sebagai pedoman untuk pemasangan suatu instalasi listrik. Rancangan instalasi listrik harus dibuat dengan jelas serta mudah dibaca dan dipahami oleh para teknisi listrik. Untuk itu harus sesuai dengan ketentuan dan standar yang berlaku di Indonesia. Rancangan itu sendiri terdiri dari gambar situasi, gambar instalasi, diagram garis tunggal, gambar rinci, tabel, bahan instalasi, uraian teknis dan perkiraan biaya.

2. Pemasangan Instalasi Listrik

Pemasangan instalasi listrik harus memenuhi ketentuan standar dan peraturan yang ada, sehingga instalasi tersebut aman dalam digunakan sesuai dengan fungsinya, mudah dioperasikan dan mudah dipelihara. Syarat pemasangan instalasi listrik adalah sebagai berikut :

- Pemasangan instalasi listrik harus sesuai dengan PUIL
- Material dan peralatannya harus sesuai dengan standar (SNI, LMK, SPLN, dll).
- Instalasi listrik (baru atau penambahan) harus dipasang oleh orang yang profesional di bidang listrik yang memiliki sertifikat keahlian di bidang listrik.

Berdasarkan hal tersebut pemasangan instalasi listrik harus dilakukan oleh tenaga kerja yang ahli di bidang listrik dan instansi berwenang. Tenaga ahli ini sering disebut dengan Biro Teknik Listrik (BTL).

3. Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Listrik

Pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik ini dilakukan setelah pemasangan instalasi listrik telah selesai. Pelaksana pekerjaan pemasangan

instalasi listrik harus secara tertulis memberitahukan kepada instansi yang berwenang bahwa pekerjaan pemasangan instalasi listrik telah selesai sesuai dengan standar PUIL 2011 serta siap dilakukan pemeriksaan dan pengujian.

Hasil pemeriksaan dan pengujian harus dinyatakan secara tertulis oleh pemeriksa dan penguji, serta harus diperiksa dan diuji secara periodik sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Dalam keputusan Menteri No. 1109K/30/MEM/2005, menetapkan dan memutuskan :

Ke-Satu : Menetapkan Komite Nasional Keselamatan untuk Instalasi Listrik (KONSUIL) yang dideklarasikan pada tanggal 25 Maret 2003 sebagai lembaga pemeriksa instalasi pemanfaatan tenaga listrik konsumen tegangan rendah.

Ke-Dua : KONSUIL bertugas melaksanakan pemeriksaan dan menerbitkan sertifikat laik operasi instalasi pemanfaatan listrik konsumen tegangan rendah.

2.4 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 :

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*

2.4.1 Panel Listrik



Gambar 2.2 Panel Listrik

Panel Listrik adalah tempat masuknya daya listrik dari PLN untuk dibagikan kesetiap pemakai atau beban listrik. Dalam panel tersebut terdapat peralatan instalasi listrik misalnya alat kontrol, alat instrumentasi, alat proteksi dan lain-lain.

1. Penempatan Peralatan Panel Listrik

Penempatan peralatan panel harus dipasang agar pengoperasian, pemeliharaan dan perbaikannya mudah. Sehingga ada cara penempatan peralatan panel listrik adalah sebagai berikut :

- Penempatan peralatan ditempel langsung pada tembok agar lebih ekonomis.
- Peralatan ditempel langsung dalam panel listrik dan disatukan dengan pengkawatannya.

2. Penempatan Panel Listrik

Hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam penempatan panel listrik antara lain:

- Tempat yang jelas
- Memungkinkan untuk melakukan pengamatan dan penyambungan aman
- Tempat yang mudah untuk masuk dan keluarnya kabel
- Tempat kosong yang memadai apabila ada penambahan

3. Pembagian Panel Listrik

Pembagian panel dalam instalasi listrik harus diperhatikan. Hal ini dilakukan untuk memisahkan jenis beban dan membagi jumlah beban. Misalnya instalasi daya dan instalasi penerangan, maka kedua jenis beban ini harus dipisahkan. Tujuannya agar tidak saling mempengaruhi jika terjadi gangguan pada saat pengoperasian instalasi daya. Pembagian beban dalam panel harus seimbang agar setiap fasa satu dan yang lainnya dibebani beban dengan jumlah yang sama.

2.4.2 Pengaman

Pengaman pada panel listrik adalah peralatan listrik yang berfungsi untuk memproteksi atau mengamankan komponen lainnya dari bahaya arus hubung singkat. Pada panel MDP pengaman yang digunakan biasanya berupa *Air Circuit Breaker* (ACB), *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB), *Miniatur Circuit Breaker* (MCB).

1. *Air Circuit Breaker* (ACB)

ACB berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik yang menggunakan udara untuk meredam percikan api atau busur api saat ACB dinyalakan. Ada ACB yang sudah dilengkapi dengan UVT (*Under Voltage Trip*) yaitu memberikan pengamanan berupa ACB tidak dapat dioperasikan pada saat tidak ada tegangan listrik. ACB juga ada yang dilengkapi dengan CC (*Closing Coil*) yang berfungsi untuk menyalakan secara otomatis. Kemampuan hantar arus

pada ACB juga jauh lebih besar dibandingkan dengan MCCB dan MCB, bisa mencapai lebih dari 6000 A.



Gambar 2.3. Contoh ACB 2.000 A

2. *Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)*

MCCB adalah alat listrik yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus rangkaian listrik. Beberapa MCCB memiliki kelebihan seperti terdapat selektor yang dapat mengatur batasan arus maksimal yang melalui kemudian MCCB akan terputus. Pada MCCB juga terdapat pilihan jumlah kutub (pole) yaitu MCCB 2P, 3P dan 4P serta dapat digunakan diberbagai jenis tegangan listrik mulai dari tegangan rendah (*low voltage*) dan tegangan menengah (*medium voltage*).



Gambar 2.4. Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)

3. *Miniatur Circuit Breaker (MCB)*

Fungsi dari MCB sama dengan MCCB tapi memiliki ukuran atau bentuk yang lebih kecil. Batas arus listrik pada MCB biasanya tertera pada spesifikasi pada MCB. Contohnya MCB tertulis 2A berarti MCB akan memutus rangkaian saat arus yang melalui MCB lebih dari 2A. Berbeda dengan MCCB, kemampuan hantar arus pada MCB tidak bisa diatur sesuai yang diinginkan.



Gambar 2.5. Miniatur Circuit Breaker (MCB)

(Sumber: <https://4.bp.blogspot.com>)

MCB juga memiliki berbagai jumlah kutub (pole), antara lain MCB 1P, 2P, 3P, dan 4P dan dapat digunakan pada tegangan listrik 220V sampai 400V. menurut standar PUIL (persyaratan umum instalasi listrik) menentukan ukuran pengaman (*circuit breaker*) itu sangat penting. Dalam menentukan ukuran proteksi harus dikalikan 115% sebagai faktor keamanan dan kemudian dicocokkan dengan tabel ukuran proteksi yang sesuai dengan standar PUIL. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung ukuran pengaman atau proteksi (CB) :

$$\text{a. Untuk arus searah : } \mathbf{I_n = P/V \text{ (A)}} \quad (2.1)$$

$$\text{b. Untuk arus bolak-balik satu fasa : } \mathbf{I_n = P/(V \cdot \cos \varphi) \text{ (A)}} \quad (2.2)$$

$$\text{c. Untuk arus bolak-balik tiga fasa : } \mathbf{I_n = P/(V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi) \text{ (A)}} \quad (2.3)$$

$$\mathbf{CB = 115\% \times I_n} \quad (2.4)$$

Dimana :

CB = Ukuran proteksi *Circuit Breaker* (A)

I_n = Arus nominal beban penuh (A)

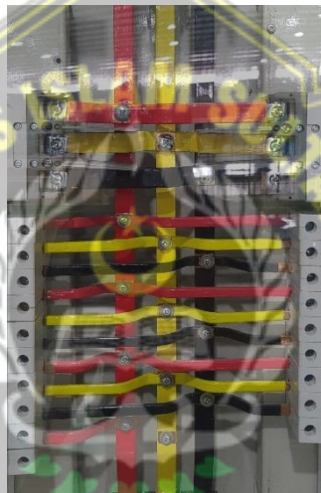
P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

cos φ = Faktor daya

2.4.3 Busbar

Merupakan Tembaga tanpa selubung isolasi yang berfungsi sama halnya dengan kabel listrik. Pemasangan busbar harus sesuai dengan, Persyaratan Umum Instalasi Listrik tahun 2000 (PUIL) identifikasi konduktor dengan warna sebagai berikut: warna merah untuk fasa R, warna kuning untuk fasa S, warna hitam untuk fasa T, warna biru untuk Netral, dan warna Kuning strip hijau untuk pentanahan atau PE. Sedangkan menurut PUIL 2011, warna hitam untuk fasa R, warna coklat untuk fasa S, warna abu-abu untuk warna T, warna biru untuk Netral dan warna kuning-hijau untuk Pentanahan (PE).



Gambar 2.6. Contoh Busbar pada Panel Listrik

2.4.4 Power Meter

Fungsi dari MDP sebagai pembaca arus, tegangan, daya, dll terdapat pada bagian metering. Dalam MDP terdapat berbagai macam alat ukur baik tipe analog sampai tipe digital. Alat ukur yang di pasang misalnya *Ampere* meter, *Volt* meter, kWh meter, $\cos \phi$, kVA, dan kVAR

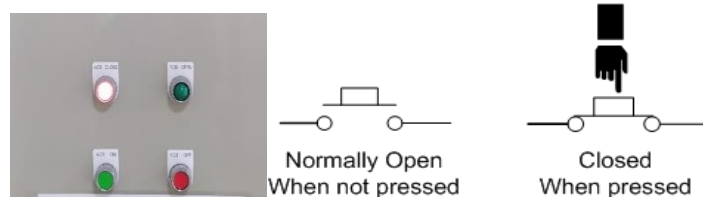


Gambar 2.7. Power Meter pada panel MDP

2.4.5 Push Button dan Pilot Lamp

Ketika melihat sebuah panel listrik pada mesin industri, komponen pertama pasti terlihat yaitu *push button* dan *pilot lamp*. Sebab letak *Push Button* dan *Pilot Lamp* di letakan pada bagian depan pintu panel listrik. Agar memudahkan operator untuk menjalankan sebuah mesin tanpa harus membuka panel listrik tersebut. *Push button* adalah sebuah komponen panel listrik yang berfungsi sebagai *trigger* atau *saklar pulse*, karena terdapat sebuah pegas untuk mengembalikan posisi push buton dalam keadaan semula. *Pulse* bisa disebut ON hanya beberapa Milidetik, oleh karena itu *push button* bergantung pada wiring yang anda rangkai untuk membuatnya menjadi berguna dan sempurna. *Push button* mempunyai dua tipe kontak yaitu :

- Kontak N/O, kontak *Normaly Open* yang kondisinya ON (Menghantarkan aliran listrik ketika ditombol)
- Kontak N/C, kontak *Normaly Close* yang kondisinya OFF (Melepas aliran listrik ketika ditombol)



Gambar 2.8. Contoh Push Button dan Wiring diagram

2.5 Penghantar

Penghantar adalah media untuk menghantarkan arus listrik. Penghantar merupakan salah satu benda yang berbentuk logam maupun non logam yang bersifat konduktor atau dapat mengalirkan arus listrik dari satu titik ke titik yang lain.

Kabel adalah penghantar yang dilindungi dengan isolasi dan keseluruhan inti dilengkapi dengan selubung pelindung bersama, seperti misalnya kabel NYM, NYA, dan sebagainya. Isolator adalah bahan pembungkus kabel yang biasanya terbuat dari karet atau plastik, sedangkan konduktor adalah penghantar arus terbuat dari serabut tembaga ataupun tembaga pejal.

Standar kabel listrik berdasarkan PUIL 2011 yaitu :

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

Gambar 2.9. Standar warna kabel berdasarkan PUIL 2011

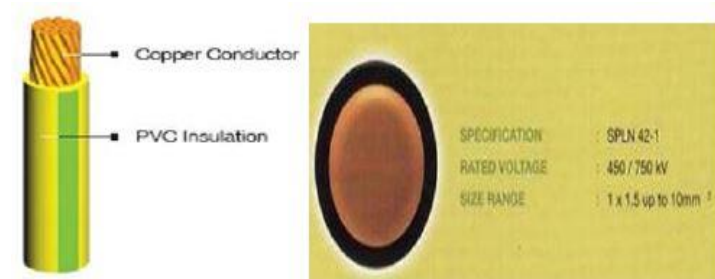
Sumber : <https://i0.wp.com/akhdanazizan.com/wp-content/uploads/2018/06/warna-kabel-instalasi-listrik-PUIL-2011.png?resize=428%2C144&ssl=1>

2.5.1 Jenis-Jenis Kabel Listrik

1. Kabel NYA

Kabel NYA berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC, untuk instalasi luar atau kabel udara. Kode warna isolasi ada warna merah, kuning, biru dan hitam sesuai dengan peraturan PUIL. Lapisan isolasinya hanya 1 lapis sehingga mudah cacat, tidak tahan air dan mudah digigit tikus. Untuk memproteksi pemakaian

kabel ini, kabel harus dipasang dalam pipa/*conduit* jenis PVC atau saluran tertutup.



Gambar 2.10. Kabel NYA

2. Kabel NYM

Kabel NYM memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna putih atau abu-abu), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari NYA. Kabel ini dapat dipergunakan dilingkungan yang kering dan basah, namun tidak ditanam.



Gambar 2.11. Kabel NYM

(Sumber : <http://www.anekabel.com/product/2/5/NYA-Cable>)

3. Kabel NYAF

Kabel NYAF merupakan jenis kabel fleksibel dengan penghantar tembaga serabut berisolasi PVC. Digunakan untuk instalasi panel-panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi.

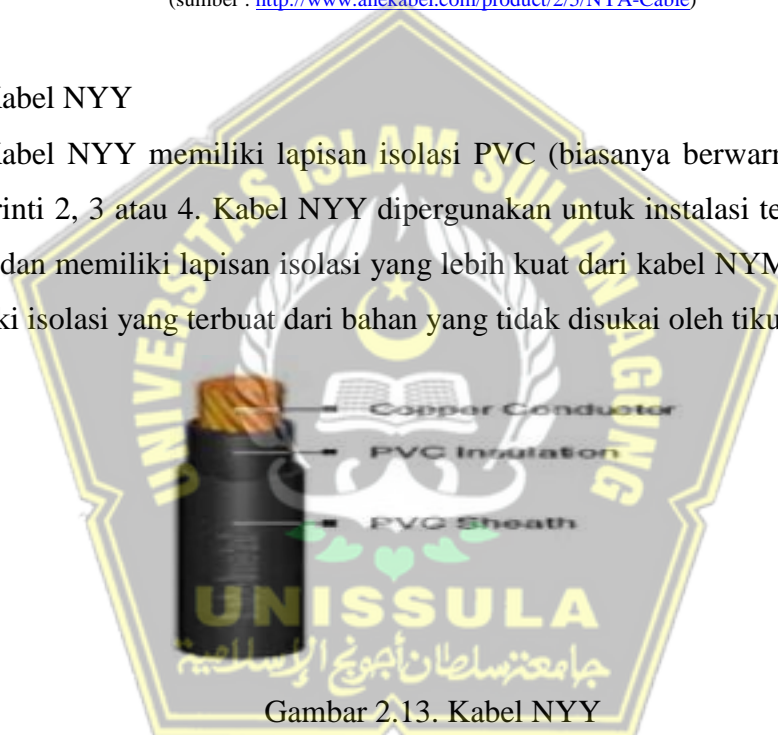


Gambar 2.12. Kabel NYAF

(sumber : <http://www.ankabel.com/product/2/5/NYA-Cable>)

4. Kabel NYY

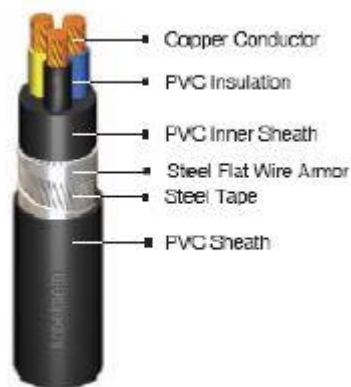
Kabel NYY memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya berwarna hitam), ada yg berinti 2, 3 atau 4. Kabel NYY dipergunakan untuk instalasi tertanam (kabel tanah), dan memiliki lapisan isolasi yang lebih kuat dari kabel NYM. Kabel NYY memiliki isolasi yang terbuat dari bahan yang tidak disukai oleh tikus.



Gambar 2.13. Kabel NYY

5. Kabel NYFGbY

Kabel NYGbY ini digunakan untuk instalasi bawah tanah, di dalam ruangan di dalam saluran-saluran dan pada tempat-tempat yang terbuka dimana perlindungan terhadap gangguan mekanis dibutuhkan, atau untuk tekanan rentangan yang tinggi selama dipasang dan dioperasikan.



Gambar 2.14. Kabel NYGbY

6. Kabel ACSR (Alumunium Conduct Steel Reinforced)

Kabel ACSR merupakan kawat penghantar yang terdiri dari alumunium berinti kawat baja. Kabel ini digunakan untuk saluran-saluran transmisi tegangan tinggi, dimana jarak antara menara atau tiang berjauhan, mencapai ratusan meter, maka dibutuhkan kuat tarik yang lebih tinggi.



Gambar 2.15. Kabel ACSR

(sumber : <http://www.anekabel.com/product/2/5/NYA-Cable>)

7. Kabel AAAC (All Alumunium Alloy Conductor)

Kabel ini terbuat dari *alumunium-magnesium-silicon* campuran logam, keterhantaranelektris tinggi yang berisi *magnesium silicide*, untuk memberi sifat yang lebih baik. Kabel ini biasanya dibuat dari paduan *alumunium 6201*. AAAC

mempunyai suatu anti karat dan kekuatan yang baik, sehingga daya hantarnya lebih baik.



Gambar 2.16. Kabel AAAC

(sumber : <http://www.anekabel.com/product/2/5/NYA-Cable>)

2.5.2 Pemilihan Luas Penampang Penghantar

Pemilihan luas penampang penghantar harus mempertimbangkan hal-hal berikut ini :

1. Kemampuan Hantar Arus (KHA).

Menurut PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) bahwa “penghantar sirkit akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125% arus pengenal beban penuh”.

$$\text{a. Untuk arus searah : } \mathbf{I_n = P/V \text{ (A)}} \quad (2.5)$$

$$\text{b. Untuk arus bolak-balik satu fasa : } \mathbf{I_n = P/(V \cdot \text{Cos } \varphi) \text{ (A)}} \quad (2.6)$$

$$\text{c. Untuk arus bolak-balik tiga fasa : } \mathbf{I_n = P/(V \cdot \sqrt{3} \cdot \text{Cos } \varphi) \text{ (A)}} \quad (2.7)$$

$$\mathbf{KHA = 125\% \times I_n} \quad (2.8)$$

Dimana :

KHA = Kemampuan Hantar Arus (A)

I_n = Arus nominal beban penuh (A)

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

Cos φ = Faktor daya

2. Sifat Lingkungan

Merupakan kondisi dimana penghantar itu dipasang. Faktor-faktor berikut harus diperhatikan :

- a. Penghantar dapat dipasang atau ditanam dalam tanah dengan memperhatikan kondisi tanah yang basah, kering atau lembab. Ini akan berhubungan dengan pertimbangan bahan isolasi penghantar yang digunakan.
- b. Suhu lingkungan sama seperti suhu kamar dan suhu tinggi, penghantar yang digunakan akan berbeda.
- c. Kekuatan mekanis. Pemasangan penghantar di jalan raya berbeda dengan di dalam ruangan. Penghantar yang terkena beban mekanis, harus dipasang di dalam pipa baja atau pipa beton sebagai pelindung.

3. Kemungkinan lainnya

Kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi di masa yang akan datang, seperti penambahan beban yang akan mengacu pada kenaikan arus beban sehingga perhitungan KHA penghantar untuk memilih luas penampang penghantar akan berbeda.

2.6 Pentanahan / Pembedahan (Grounding)

2.6.1 Pengertian

Sistem pentanahan adalah hal yang sangat penting dalam sistem kelistrikan karena memiliki fungsi sebagai alat untuk pengamanan keselamatan maupun perlindungan terhadap bangunan, peralatan, sistem instrumentasi dan sistem tenaga. Sistem pentanahan merupakan salah satu syarat umum instalasi listrik. Pemasangannya adalah menggunakan elektroda bumi yang di tanam langsung ke dalam tanah . Elektroda bumi adalah suatu penghantar yang ditanam di dalam tanah yang mengalirkan arus langsung ke dalam tanah . Pentanahan adalah suatu alat proteksi untuk mengamankan dan memperkecil resiko penggunaan listrik pada bahaya tegangan sentuh. Tegangan sentuh adalah tegangan yang timbul antara dua bagian yang dapat tersentuh dengan serempak karena terjadi gangguan instalasi.

Berdasarkan PUIL 2011 syarat pengujian tahanan pentanahan adalah resistansi pembumian perlengkapan dan instalasi listrik yang diamankan lebih baik kurang dari 5 ohm. Hal ini disebabkan ketika terjadi gangguan hubung singkat, resistansi gangguan umumnya sebesar 17 ohm. Maka untuk membatasi tegangan sentuh 50 V resistansi pentanahan yang sebaiknya diperoleh kurang dari 5 ohm.

2.6.2 Fungsi Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan (grounding) memiliki tiga fungsi utama yaitu :

1. Keselamatan Individual

Keselamatan manusia dapat tercapai dengan pemasangan pentanahan dengan impedansi rendah yang dihubungkan atau *Bonding* antara peralatan logam, chassis, pemipaan, dan benda konduktif lainnya sehingga arus bocor dan gangguan petir, tidak mengakibatkan tegangan yang cukup untuk menimbulkan bahaya kejut listrik bagi manusia. Pemasangan instalasi pentanahan yang tepat memudahkan pengoperasian perangkat pelindung arus lebih yang melindungi sirkuit atau instalasi kelistrikan yang terpasang (Abdullah, Fungsi Sistem Pentanahan, 2018).

2. Perlindungan Peralatan dan Bangunan

Perlindungan peralatan dan bangunan dapat dijamin dengan pemasangan pentanahan dengan impedansi rendah yang dihubungkan atau *Bonding* antara layanan listrik, perangkat pelindung, peralatan dan benda konduktif lainnya sehingga gangguan arus bocor dan petir tidak mengakibatkan tegangan berbahaya di dalam gedung. Komponen dapat bekerja secara tepat terutama perangkat pelindung arus lebih, karena komponen ini sering bergantung pada jalur arus dengan impedansi rendah. (Abdullah, Analisis sistem Pentanahan Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2018).

3. Pengurangan Noise Listrik

Pemasangan sistem pentanahan yang baik dapat mengurangi noise pada peralatan dan komponen elektronis yang berada dalam gedung seperti komponen pengeras suara, cctv, dan peralatan dengan sistem DC pada gedung. Sistem pentanahan yang tepat dapat mengurangi kebisingan listrik dan memastikan:

- a. Impedansi antara titik ground sinyal di seluruh bangunan dapat diminimalkan.
- b. Potensi beda tegangan antar peralatan yang saling berhubungan diminimalkan.
- c. Bahwa efek ganda medan listrik dan magnet diminimalkan.

Fungsi lain dari sistem pentanahan adalah untuk memberikan jalan bagi konduktor rangkaian untuk menstabilkan tegangan ke *Ground* selama operasi normal. Bumi itu sendiri tidak semaksimal untuk memberikan fungsi jalan untuk arus listrik. Sebagai gantinya tubuh manusia dapat bersifat konduktif yang akan menjadi jalur untuk arus listrik mengalir ke bumi.

2.6.3 Tujuan Sistem Pentanahan

Tujuan utama Pentanahan adalah menciptakan terjadinya jalur yang memiliki *low impedance* (Tahanan rendah) terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan *transient voltage*. Penerangan, arus listrik, *circuit switching*, dan *electrostatic discharge* adalah penyebab umum dari adanya sentakan listrik. Sistem pentanahan yang baik akan meminimalkan efek tersebut. Menurut (IEE, 2007) tujuan sistem pentanahan adalah:

- a. Membatasi terjadi besarnya tegangan yang ada di bumi bumi agar berada dalam batasan-batasan yang disarankan.
- b. Penyedia jalur untuk aliran arus yang bisa memberikan deteksi jika terjadinya hubungan yang bisa menyebabkan masalah antara konduktor sistem dan bumi. Deteksi ini akan mengakibatkan beroperasinya peralatan otomatis yang memutuskan suplai tegangan dari konduktor tersebut.

(Hatauruk, 1991), sistem pentanahan memiliki tujuan lain seperti:

- a. Menjaga Manusia yang ada di daerah tersebut agar terhindar dari tegangan kejut listrik yang sangat berbahaya.
- b. Untuk meminimalisir adanya arus yang berlebih, ketika arusnya besar maupun terjadinya gangguan yang lama pada tanah tanpa menimbulkan ledakan atau kebakaran pada bangunan dan peralatan yang ada didalamnya.

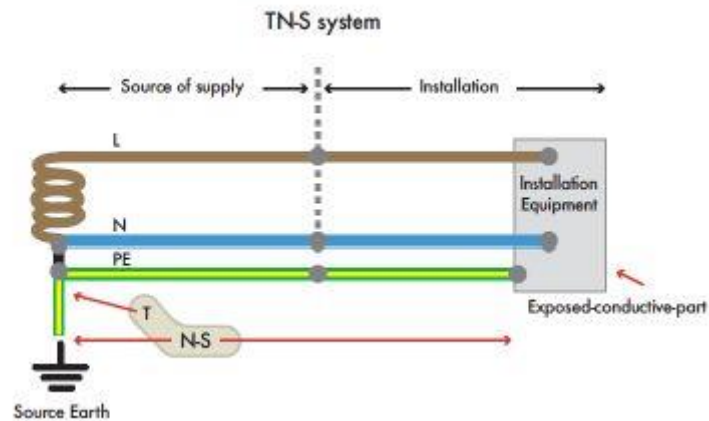
2.6.4 Jenis–Jenis Sistem Pentanahan

Dalam instalasi sistem *grounding*, terdapat beberapa jenis *grounding* berdasarkan kebutuhan dan tingkat keamanan yang dibutuhkan. Berdasarkan standar IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineer*), terbagi sebagai berikut :

1. Pentanahan TN-S (*Terre Neutral-Seperate*)
2. Pentanahan TN-C-S (*Terre Neutral-Combine-Seperate*)
3. Pentanahan TT (*Double Terre*)

1. Pentanahan TN-S (*Terre Neutral-Seperate*)

Pada sistem pembumian TN-S, bagian netral dari sumber energi listrik terhubung dengan bumi pada satu titik, sehingga bagian netral dari sebuah instalasi beban terhubung langsung dengan bagian netral sumber listrik. Pembumian jenis ini sesuai apabila digunakan pada instalasi yang dekat dengan sumber listrik, seperti pada konsumen besar yang memiliki satu atau lebih HV/LV *transformer* untuk kebutuhan sendiri dan instalasi/peralatannya berdekatan dengan sumber energi tersebut (*transformer*).

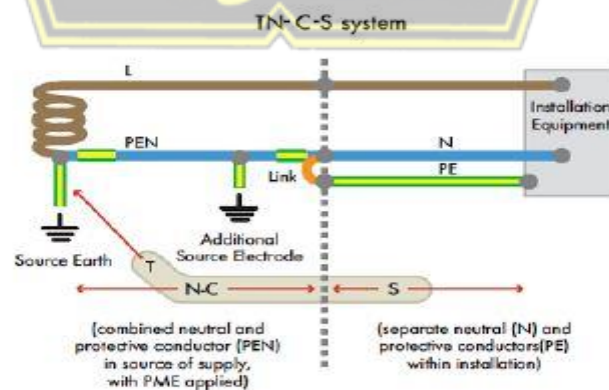


Gambar 2.17. Jenis Pentanahan TN-S

(sumber : direktorilistrik.blogspot.co.id)

2. Pentanahan TN-C-S (*Terre Neutral-Combine-Seperate*)

Pada sistem ini, saluran netral dari sumber listrik terhubung dengan bumi dan pembumian pada jarak tertentu disepanjang saluran netral yang menuju konsumen, biasanya disebut sebagai *Proactive Multiple Earthing* (PME). Dengan sistem ini konduktor netral dapat berfungsi untuk mengembalikan arus gangguan pentanahan yang mungkin timbul di sisi instalasi kembali ke sumber listrik. Instalasi peralatan pada beban dihubungkan pentanahannya pada terminal yang telah disediakan sumber listrik.

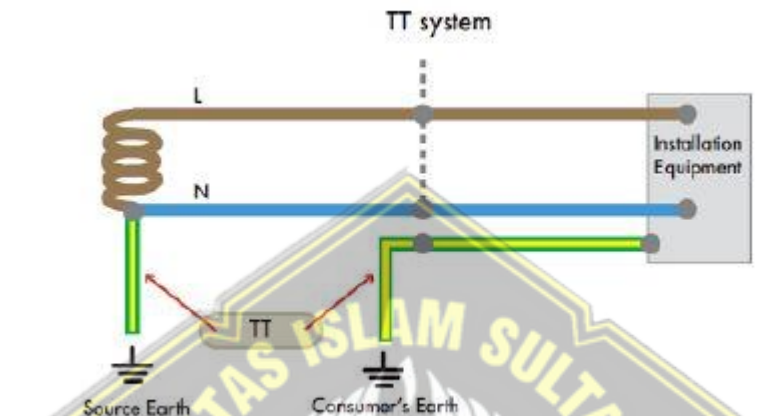


Gambar 2.18. Jenis pentanahan TN-C-S

(sumber : direktorilistrik.blogspot.co.id)

3. Pentanahan TT (*Double Terre*)

Pada sistem TT, bagian netral sumber listrik tidak terhubung langsung dengan pembumian netral pada sisi konsumen (instalasi peralatan). Konsumen harus menyediakan koneksi mereka sendiri ke bumi, yaitu dengan memasang elektroda bumi yang cocok untuk instalasi tersebut.



Gambar 2.19. Jenis pentanahan TT

(sumber : direktorilistrik.blogspot.co.id)

2.7 Rak Kabel

Kabel tray atau *ladder* adalah tempat dudukan kabel instalasi listrik yang dipasang pada bangunan gedung sehingga tertata rapi dan mudah dalam pemeliharaan dan perbaikan, gambar ladder ini dapat dilihat dibawah seperti sebuah rak rel dengan sekumpulan kabel tertata rapi. bahan yang digunakan bisa terbuat dari alumunimum, besi , baja dan material lainnya. cara pemasangan kabel tray atau ladder adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan *shop drawing* penempatan jalur kabel dengan mempertimbangkan bagian komponen bangunan lainya seperti titik lampu, instalasi pipa dll, agar tidak berbenturan satu sama lain maka dapat dibuat gambar instalasi secara keseluruhan yang biasa disebut juga dengan *shop drawing* komposit.
2. Marking jalur tray atau *ladder* sesuai *shop drawing*
3. Tandai lokasi pengeboran untuk gantungan

4. Bor lokasi gantungan atau *support*
5. Pasang gantungan atau *support ladder*
6. Pasang kabel *ladder*
7. Pada setiap sambungan pasang penghubung grounding
8. Agar dapat bertahan lama maka kabel tray dapat di *zincromate* atau *finish cat* untuk mencegah karat.



Gambar 2.20 Tray atau Rak Kabel

Pemasangan pada plafond memerlukan perkuatan penggantung yang dipasang dengan baik agar tidak mengalami keruntuhan, penggantung dipasang pada jarak yang cukup sehingga dapat berfungsi baik namun tidak terlalu rapat karena dapat menyebabkan pemborosan material serta meningkatkan beban bangunan yang harus ditanggung oleh struktur lantai dan balok gedung sehingga menjadi penyebab keruntuhan.

Pemasangan pada dinding perlu dibuatkan ruangan khusus mekanikal elektrik sehingga tidak mengganggu keindahan arsitektur bangunan. Jika terpaksa berada pada ruangan yang membutuhkan kerapian maka bisa dibungkus dengan dinding gypsum atau batu bata sehingga terlihat bersih dan rapi. Pada bangunan rumah tinggal dapat menggunakan pipa pvc sebagai jalur kabel jika instalasi listrik yang dipasang tidak terlalu rumit, pipa kabel juga berfungsi untuk memelihara keawetan kabel agar tidak rusak karena berbagai hal seperti digigit tikus atau tergores karena aktifitas pelaksanaan bagian konstruksi lainnya. hal ini dapat mencegah terjadinya bahaya kebakaran akibat konsleting arus pendek listrik meskipun terlihat sederhana namun sebaiknya dipasang oleh ahli dibidangnya

seperti pekerja listrik atau kontraktor mekanikal elektrikal untuk pemasangan kabel tray dalam jumlah besar.

Pemasangan di dalam tanah perlu dibuatkan jalur khusus agar tidak mengganggu jalannya produksi. Jalur kabel dalam tanah bila perlu dilapisi dengan semen agar tidak lembab dan kabel dalam kondisi aman dari air tanah. Penutup jalur kabelnya pun dibuat supaya bisa di buka tutup, berfungsi supaya pada saat pengecekan atau pemeliharaan kabel bisa lebih mudah di amati karena tidak ditutup secara permanen.

2.8 Sistem Pencahayaan Buatan

2.8.1 Pencahayaan

Sistem pencahayaan adalah suatu proses memberikan penerangan pada suatu ruangan dengan cara memasang atau memanfaatkan sumber cahaya yang ada. Sistem pencahayaan dikelompokkan menjadi dua sumber yakni alami dan buatan. Sistem cahaya alami yaitu cahaya matahari, sedangkan sistem cahaya buatan menggunakan sumber cahaya buatan seperti lampu dan lilin. Sistem pencahayaan juga dapat di kelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Sistem pencahayaan merata

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan yang merata diseluruh ruangan. Sistem pencahayaan ini digunakan apabila tugas visual yang dilakukan diseluruh tempat dalam ruangan memerlukan tingkat pencahayaan yang sama. Tingkat pencahayaan yang merata diperoleh dengan memasang armatur secara merata langsung maupun tidak langsung di seluruh langit-langit.

2. Sistem pencahayaan setempat

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan pada bidang kerja yang tidak merata. Di tempat yang diperlukan untuk melakukan tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi, diberikan cahaya yang lebih banyak dibandingkan dengan sekitarnya. Hal ini diperoleh dengan mengkonsentrasikan penempatan armatur pada langit-langit diatas tempat tersebut.

3. Sistem pencahayaan gabungan merata dan setempat

Sistem pencahayaan gabungan didapatkan dengan menambah sistem pencahayaan setempat pada sistem pencahayaan merata, dengan armatur yang dipasang di dekat tugas visual. Sistem pencahayaan gabungan digunakan untuk:

- a. Tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi.
- b. Memperlihatkan bentuk dan tekstur yang memerlukan cahaya datan dari arah tertentu.
- c. Pencahayaan merata terhalang, sehingga tidak dapat sampai pada tempat yang terhalang tersebut.
- d. Tingkat pencahayaan yang lebih tinggi diperlukan untuk orang tua atau yang kemampuan penglihatannya sudah berkurang.

Dalam sistem pencahayaan terdapat beberapa konsep dan satuan penerangan yang digunakan untuk penentuan banyak dan kekuatan cahaya yang dibutuhkan. Satuan-satuan dari instalasi penerangan tersebut antara lain:

1. Fluks Cahaya adalah jumlah cahaya yang dipancarkan suatu sumber cahaya. Satuan yang dipakai untuk fluks cahaya adalah *lumen*.
2. Intensitas cahaya adalah jumlah fluks cahaya per satuan sudut ruang yang dipancarkan ke suatu arah tertentu. Satuan yang digunakan ialah *Candela*.
3. Iluminasi adalah suatu ukuran untuk terang suatu sumber cahaya atau suatu benda yang mempunyai luasan tertentu. Satuan yang digunakan ialah *Candela/meter²*.

Tabel 2.1 menyajikan tingkat pencahayaan tiap jenis ruangan sesuai dengan SNI 03-6575-2001.

Tabel 2.1 Tingkat pencahayaan rata-rata dan kelompok renderasi warna

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok Renderasi Warna	Keterangan
Tempat Tinggal			
Teras	60	1 atau 2	
Ruang tamu	120 ~ 250	1 atau 2	

Ruang makan	120 ~ 250	1 atau 2	
Ruang kerja	120 ~ 250	1	
Kamar tidur	120 ~ 250	1 atau 2	
Kamar mandi	250	1 atau 2	
Dapur	250	1 atau 2	
Garasi	60	3 atau 4	
Perkantoran			
Ruang direktur	350	1 atau 2	
Ruang kerja	350	1 atau 2	
Ruang komputer	350	1 atau 2	Gunakan armatur berkisi untuk mencegah silau akibat pantulan layar monitor
Ruang rapat	300	1 atau 2	
Ruang gambar	750	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar
Gudang arsip	150	3 atau 4	
Ruang arsip aktif	350	1 atau 2	
Lembaga Pendidikan			
Ruang kelas	250	1 atau 2	
Perpustakaan	300	1 atau 2	
Laboratorium	500	1	
Ruang gambar	750	1	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar
Kantin	200	1	
Hotel dan Restoran			
Lobby, koridor	100	1	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik.
Ballroom/ruang siding	200	1	Sistem pencahayaan harus dirancang untuk menciptakan suasana yang

			sesuai. Sistem pengendalian "switching" dan "dimming" dapat digunakan untuk memperoleh beberapa efek pencahayaan.
Ruang makan	250	1	
Cafeteria	250	1	
Kamar tidur	150	1 atau 2	Diperlukan lampu tambahan dibagian kepala tempat tidur dan cermin
Dapur	300	1	
Rumah Sakit/Balai Pengobatan			
Ruang rawat inap	250	1 atau 2	
Ruang bersalin, ruang operasi	300	1	Gunakan pencahayaan setempat pada tempat yang diperlukan
Laboratorium	500	1 atau 2	
Ruang rekreasi dan rehabilitasi	250	1	
Pertokoan/Ruang Pamer			
Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil)	500	1	Tingkat pencahayaan ini harus dipenuhi pada lantai. Untuk beberapa produk tingkat pencahayaan pada bidang vertikal juga penting.
Toko kue dan makanan	250	1	
Toko buku dan alat tulis/gambar	300	1	
Toko perhiasan, arloji	500	1	
Toko barang kulit dan sepatu	500	1	

Toko pakaian	500	1	
Pasar swalayan	500	1 atau 2	Pencahayaan pada bidang vertikal pada rak barang
Toko alat listrik (TV, Radio/tape, mesin cuci dll)	250	1 atau 2	
Industri Umum			
Ruang parkir	50	3	
Gudang	100	3	
Pekerjaan kasar	100-200	2 atau 3	
Pekerjaan sedang	200-500	1 atau 2	
Pekerjaan halus	500-1000	1	
Pekerjaan amat sangat halus	1000-2000	1	
Pemeriksaan warna	750	1	
Rumah Ibadah			
Masjid	200	1 atau 2	Untuk tempat-tempat yang membutuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dapat digunakan pencahayaan setempat.
Gereja	200	1 atau 2	
Vihara	200	1 atau 2	

Pada tabel 2.1 diperlihatkan pula kelompok renderasi warnanya. Renderasi warna merupakan suatu indeks yang menyatakan apakah warna objek tampak alami apabila diberi cahaya lampu tersebut. Kelompok renderasi warna dapat dilihat pada tabel 2.2 :

Tabel 2.2 Kelompok Renderasi Warna

Kelompok Renderasi Warna	Rentang Indeks Renderasi Warna (Ra)	Tampak Warna
1	Ra>85	Dingin Sedang

		Hangat
2	$70 < Ra < 85$	Dingin Sedang Hangat
3	$40 < Ra < 70$	
4	$Ra < 40$	

Keterangan : Semakin kecil nilai kelompok renderasi warna, maka semakin mendekati warna objek tampak dan semakin besar nilai indeks renderasi warna, maka semakin mendekati warna objek tampak.

Dalam sistem pencahayaan terdapat pula faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan jumlah titik cahaya pada suatu ruangan :

1. Jenis fungsi ruangan, setiap jenis fungsi ruangan mempunyai kebutuhan kuat penerangan yang berbeda-beda.
2. Ukuran ruangan, semakin besar ukuran ruangan maka semakin besar pula kuat penerangan yang dibutuhkan.
3. Keadaan dinding dan langit-langit (faktor refleksi), berdasarkan warna cat dari dinding dan langit-langit pada ruangan tersebut memantulkan ataukah menyerap cahaya.
4. Jenis lampu dan armatur yang dipakai, tiap-tiap lampu dan armatur memiliki konstruksi dan karakteristik yang berbeda-beda.

Letak dan jumlah lampu pada suatu ruangan harus dihitung sedemikian rupa, sehingga ruangan tersebut mendapatkan sinar yang merata.

Penerangan untuk ruangan harus dirancang sedemikian rupa sehingga pengaruh dari penerangan tidak membuat mata cepat lelah. Dari parameter-parameter yang telah disebutkan diatas, maka dapat dicari jumlah armatur lampu yang digunakan sesuai dengan persamaan berikut :

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times CU \times n}$$

dengan:

(2.9)

N = jumlah titik lampu

E	= kuat penerangan (lux)
L	= panjang ruang(meter)
W	= lebar ruang (meter)
Ø	= total lumen lampu / lamp luminous flux
LLF	= light loss factor / faktor cahaya rugi (0,7-0,8)
CU	= coefferisien of utilization / faktor pemanfaatan (50-65 %)
n	= jumlah lampu dalam 1 titik lamp

2.8.2 Lampu

Menurut SNI 03-6575-2001, dalam pemilihan lampu, ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu tampak warna yang dinyatakan dalam temperature warna dan efek warna yang dinyatakan dalam indeks renderasi warna. Temperatur warna yang lebih besar dari 5300 Kelvin tampak warnanya dingin, 3300 ~ 5300 Kelvin tampak warnanya sedang dan, lebih kecil dari 3300 Kelvin tampak warnanya hangat. Ada beberapa jenis lampu listrik yaitu:

1. Lampu Pijar

Lampu pijar menghasilkan cahayanya dengan pemanasan listrik dari kawat filamennya pada temperatur yang tinggi. Komponen utama lampu pijar terdiri dari filamen, bola lampu, gas pengisi dan kaki lampu (*fitting*).

Terdapat dua jenis lampu pijar khusus yaitu lampu reflektor dan lampu halogen :

i. Lampu Reflektor

Lampu reflector, terbuat dari lapisan metal tipis pada permukaan dalam dari bola lampu yang memberikan arah intensitas cahaya yang dipilih. Ada dua jenis lampu bereflektor yaitu jenis *Pressed glass* dan jenis *Blown bulb*.

- a).Lampu *Pressed glass*, adalah lampu yang kokoh dan gelas tahan panas. Gelas depan mempunyai beberapa jenis pancaran cahaya seperti *spot*, *flood*, *wide flood*. Lampu ini dapat dipasang langsung sebagai pasangan instalasi luar, tahan terhadap cuaca.

b).Lampu *Blown bulb*, menyerupai lampu *pressed glass*, tetapi lampu ini hanya dipasang di dalam ruangan.

ii. Lampu Halogen

Lampu Halogen mempunyai filamen temperatur tinggi dan menyebabkan partikel tungsten akan menguap serta berkondensasi pada dinding bola lampu yang selanjutnya mengakibatkan penghitaman. Lampu halogen berisi gas halogen (*iodine, chlorine, chromine*) yang dapat mencegah penghitaman lampu.

2. Lampu CFL (*Compact Fluorescent Lamp*)

Lampu CFL menggunakan sirkuit elektronik untuk menghasilkan voltase tinggi sudah terintegrasi pada dasar lampu. Komponen utama lampu CFL terdiri dari : bola lampu, gas merkuri dan Basis lampu (*fitting*). Lampu ini sudah banyak sekali digunakan di rumah-rumah penduduk, warnanya pun tersedia *cool daylight* (warna putih) dan *warm white* (warna putih kekuningan).

3. Lampu LED

Lampu LED (*Light Emitting Diode*) merupakan sirkuit semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika dialiri aliran listrik yang melewati lampu LED relatif tidak menghasilkan banyak panas,oleh karena itu lampu LED terasa lebih dingin ketika dipakai dalam ruangan dibandingkan lampu pijar/TL. Komponen utama lampu led terdiri dari : dioda, driver, dan pendingin lampu LED. Umur lampu LED dapat berlangsung dari 40.000 sampai 10.000 jam tergantung warnanya.

Tabel 2.3 Perbandingan Lampu

NO	KETERANGAN	Lampu Pijar	Lampu CFL	Lampu LED
1	Umur Pakai	4.000 jam	8.000 jam	40.000 jam
2	Konsumsi Listrik untuk Lumen = 500lm	50 W	13 W	6 W
3	Harga Lampu	Rp. 8.000,-	Rp. 20.000,-	Rp. 60.000,-
4	Penggunaan Kwh listrik selama 40.000 jam	2.000 Kwh	520 Kwh	240 Kwh
5	Tarif Listrik (Asumsi daya 1300 VA @1352/ Kwh) (no.4 x 1352/ Kwh)	Rp. 2.704.000,-	Rp. 703.040,-	Rp. 324.480,-
6	Penggantian Lampu Selama 40.000 jam	10x	5x	1x
7	Biaya penggantian lampu baru selama 40.000 jam (no.6 x no.3)	Rp. 80.000,-	Rp. 100.000,-	Rp. 60.000,-
8	Total biaya selama 40.000 jam (no.5 + no.7)	Rp. 2.784.000	Rp. 803.040	Rp. 384.480

Sumber : mata kuliah teknik instalasi listrik, materi pencahayaan

2.8.3 Saklar

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) sakelar adalah penghubung dan pemutus aliran listrik (untuk menghidupkan atau mematikan lampu).

1. Saklar tunggal

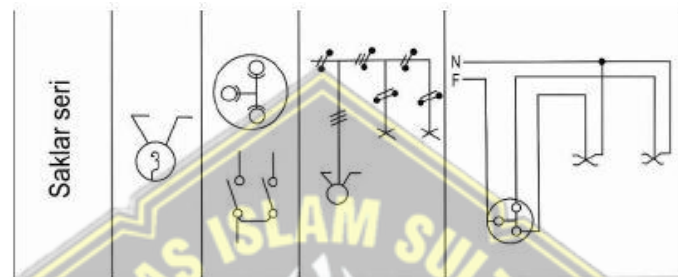
Saklar tunggal adalah saklar yang menghubungkan dan memutuskan sebuah lampu atau kelompok lampu. Saklar ini hanya mempunyai satu tuas penghubung. Untuk mengoperasikan saklar tunggal, caranya adalah dengan menekan tuas penghubung hingga saklar berkeadaan ON atau OFF (1 atau 0). Gambar berikut ini merupakan simbol dari saklar tunggal.

Nama	Lambang (simbol)	Konstruksi	Skema instalasi	Skema hubungan Pelaksanaan
Saklar tunggal				

Gambar 2.21 Simbol saklar tunggal

2. Saklar Seri

Saklar seri adalah saklar yang menghubungkan dan memutuskan dua buah lampu atau kelompok lampu secara sendiri-sendiri atau bersamaan. Saklar ini mempunyai dua tuas penghubung atau lebih. Untuk mengoperasikan saklar seri, caranya adalah dengan tekan masing-masing tuas penghubung secara sendiri-sendiri atau bersamaan hingga saklar berkeadaan ON atau OFF (1 atau 0). Gambar berikut ini merupakan simbol dari saklar seri.

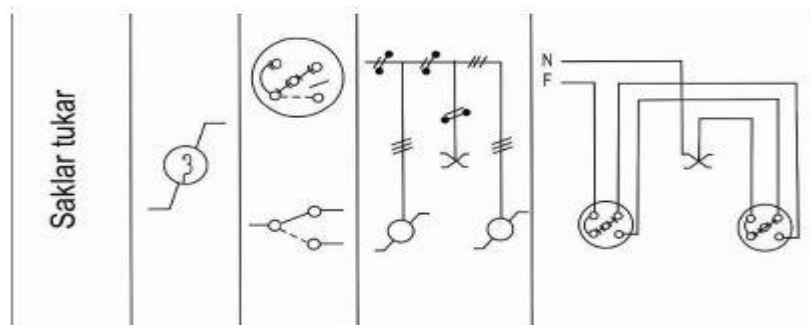


Gambar 2.22 Simbol saklar seri

3. Saklar Tukar

Saklar tukar adalah saklar yang menghubungkan dan memutuskan dua buah lampu atau kelompok lampu secara bergantian. Saklar ini hanya mempunyai satu tuas penghubung dengan dua posisi dan sering disebut dengan Saklar Hotel. Untuk mengoperasikan saklar tukar, caranya adalah : Tekan tuas penghubung hingga saklar berkeadaan ON atau OFF pada posisi 1 atau 2. Jika saklar ditekan pada posisi 1, berarti posisi 1 ON dan posisi 2 OFF.

Gambar berikut ini merupakan simbol dari saklar tukar.

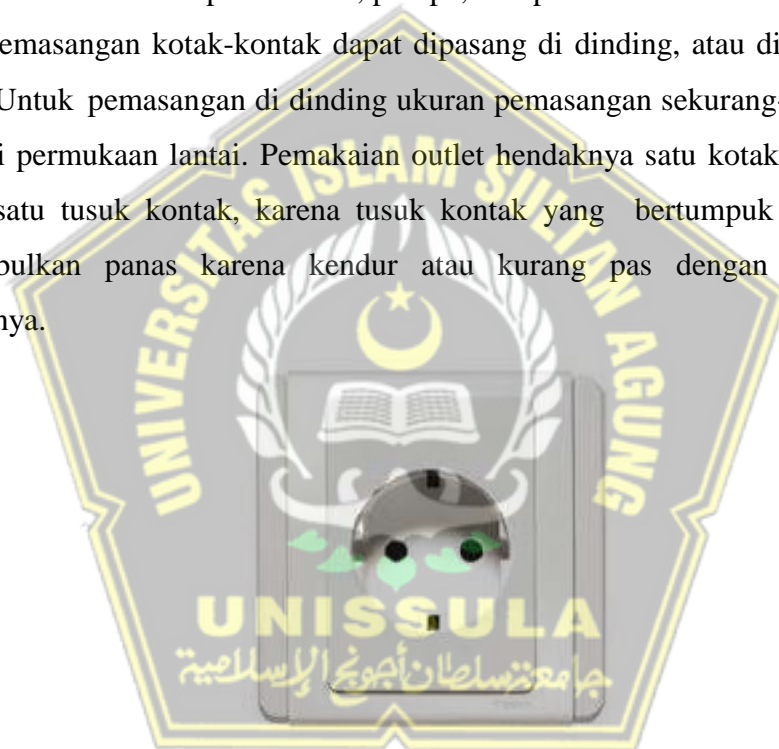


Gambar 2.23 Simbol Saklar Tukar

2.8.3 Kotak Kontak

Kotak-kontak/stop kontak adalah salah satu komponen instalasi listrik yang berfungsi sebagai muara daya listrik dari penyuplai daya menuju beban/peralatan yang membutuhkan suplai daya listrik. Dalam instalasi kotak kontak harus dipasang dengan rapat dan kuat agar tidak menimbulkan panas berlebih ketika sedang diberi beban. Oleh karena itu, tusuk kontak hendaknya disesuaikan dengan outlet yang terpasang dan lengkap dengan *ground*/pembumian untuk peralatan yang berbahan metal seperti kulkas, pompa, komputer.

Pemasangan kotak-kontak dapat dipasang di dinding, atau di meja, atau di lantai. Untuk pemasangan di dinding ukuran pemasangan sekurang-kurangnya 40 cm dari permukaan lantai. Pemakaian outlet hendaknya satu kotak-kontak hanya untuk satu tusuk kontak, karena tusuk kontak yang bertumpuk sangat riskan menimbulkan panas karena kendur atau kurang pas dengan lubang kotak kontak.



Gambar 2.24 Kotak kontak

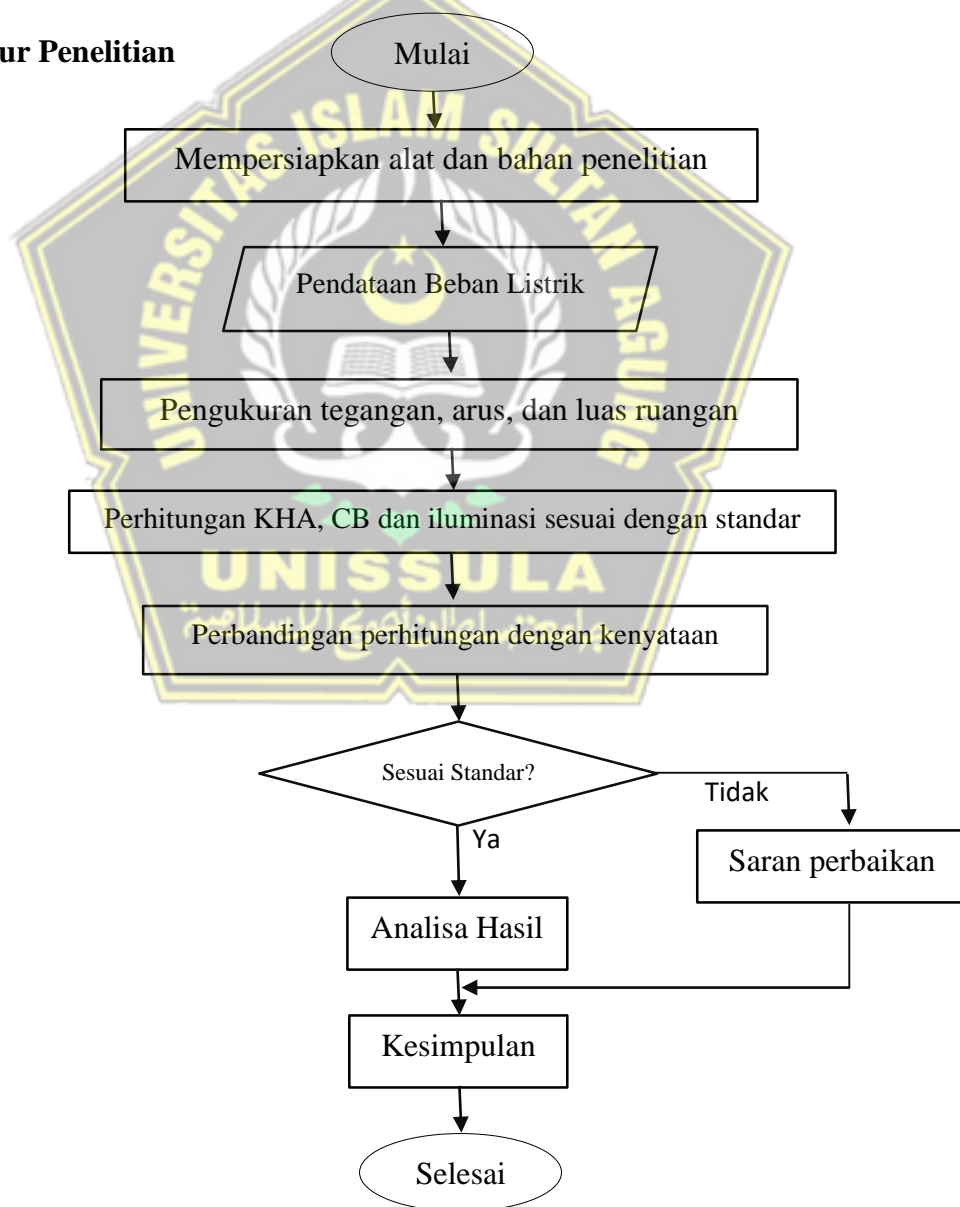
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini berlokasi di PT. Winners International Tegal. Yang beralamat di Jalan Marga Ayu KM 33, Desa Marga Ayu, Kec. Margasari, Kab. Tegal-Jawa Tengah 52463.

3.2 Alur Penelitian






3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian dibutuhkan alat dan bahan guna mendukung jalannya penelitian. Berikut alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian :

3.3.1 Alat Penelitian

Dalam penelitian ini dibutuhkan alat untuk membantu menyelesaikan penelitian tugas akhir. Alat yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat Penelitian

No	Alat Penelitian	Gambar
1	Alat Pelindung Diri (APD) a. Helm	 Gambar 3.1 Helm
	b. Sarung tangan listrik	 Gambar 3.2 Sarung tangan listrik
	c. Sepatu <i>safety</i>	 Gambar 3.3 Sepatu <i>safety</i>

2	<p>Multitester digital</p> <p>Adalah alat yang digunakan untuk mengukur tegangan, arus listrik dan tahanan (resistansi). Dalam perkembangannya multitester dapat digunakan untuk mengukur temperatur, induktansi, frekuensi dan sebagainya.</p>	 <p>Gambar 3.4 Multitester</p>
3.	<p>Earth tester</p> <p>Adalah alat untuk mengukur tahanan pentanahan baik pentanahan instalasi listrik maupun pentanahan penangkal petir</p>	 <p>Gambar 3.6 Earth tester</p>
4.	<p>Power meter</p> <p>Adalah alat yang terpasang pada panel listrik yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, daya, yang dipakai oleh panel tersebut.</p>	 <p>Gambar 3.7 Power Meter</p>

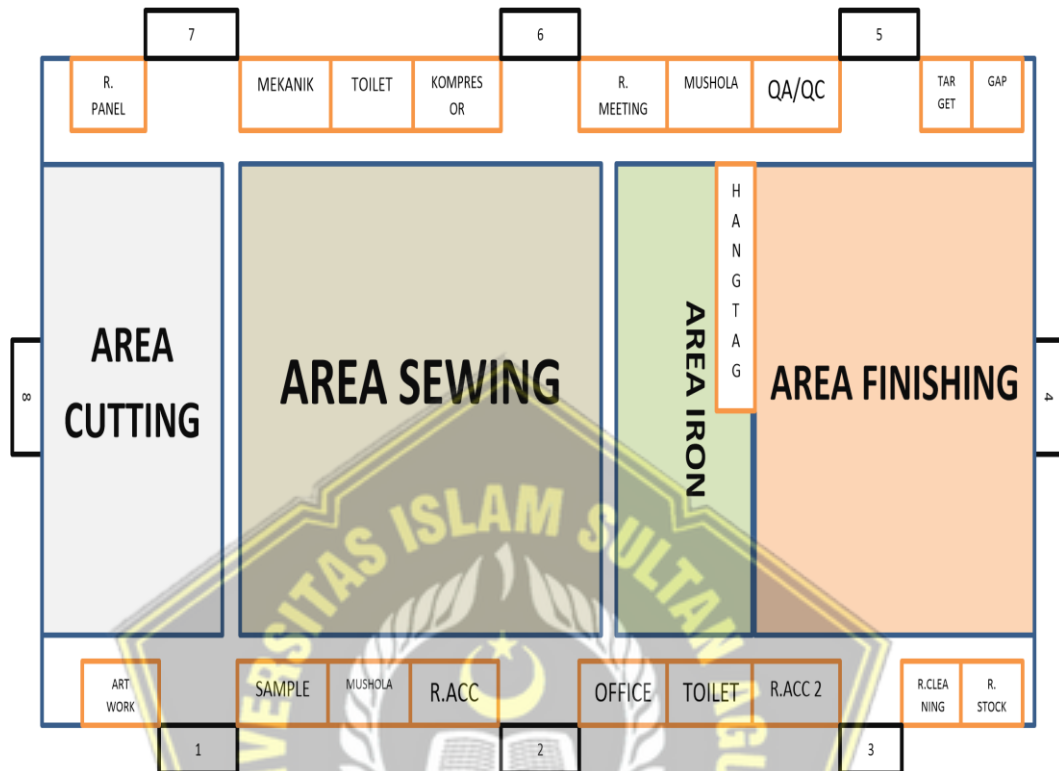
3.3.2 Bahan Penelitian

Pada penelitian dibutuhkan bahan penelitian untuk mendukung kelancaran dalam proses penelitian tugas akhir. Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Bahan Penelitian

No	Nama Bahan	Sumber Bahan
1	Denah gedung produksi	PT. Winners International
2	Single line diagram instalasi listrik	PT. Winners International

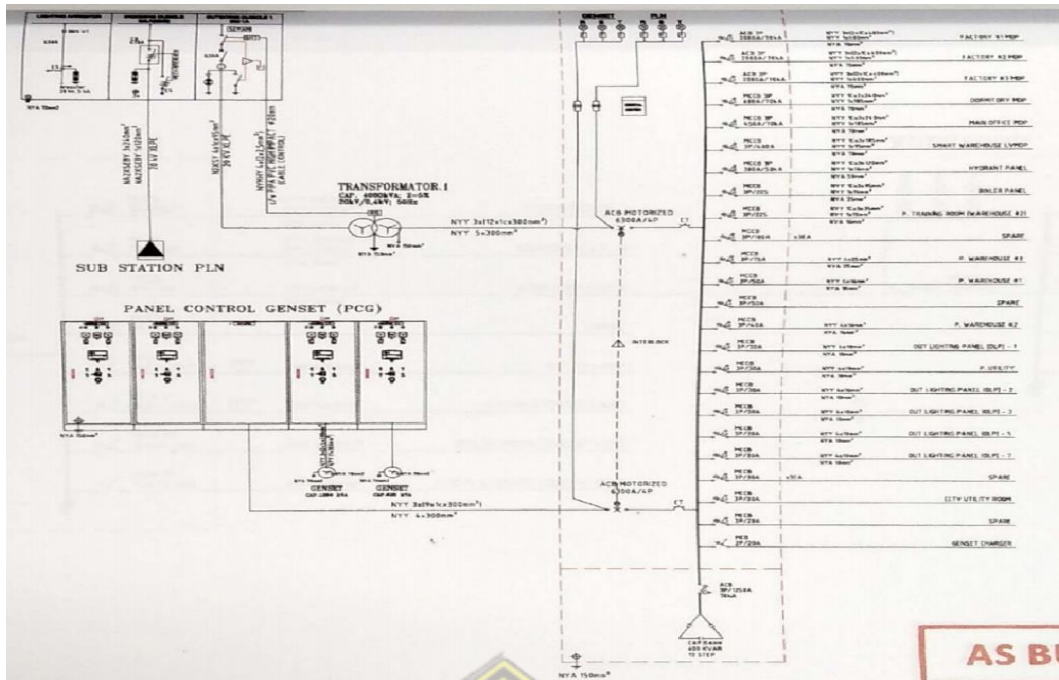
1. Denah gedung produksi



Gambar 3.8 Denah gedung produksi

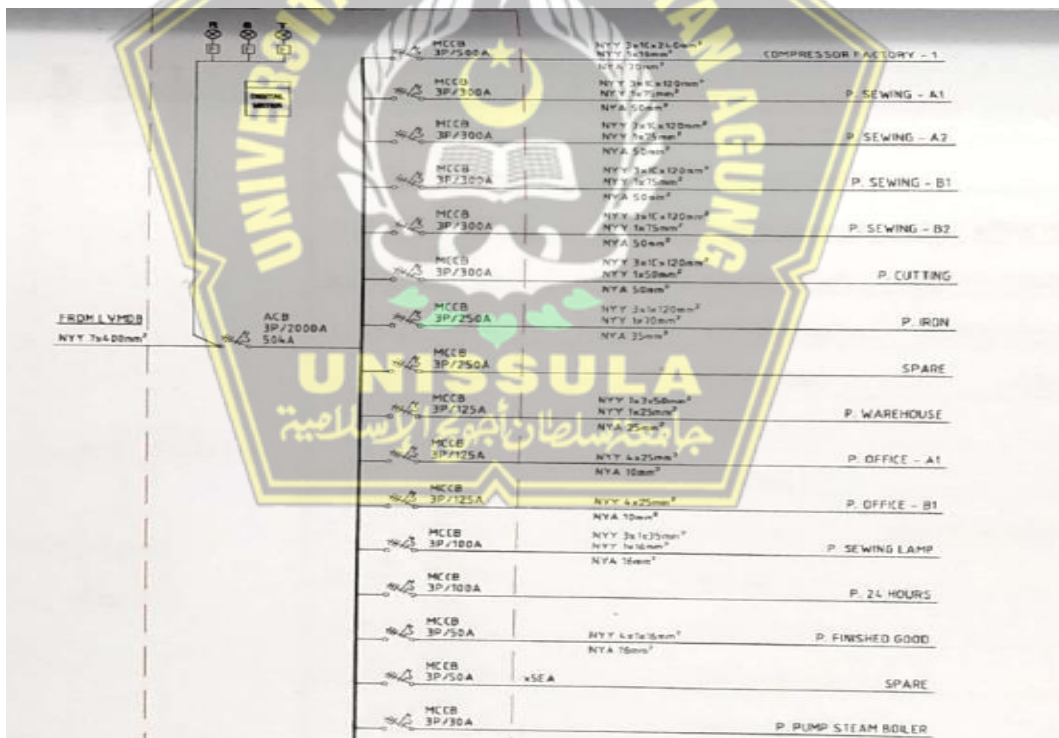
Berikut adalah denah gedung produksi PT. Winners International Tegal, yang nantinya akan dijadikan acuan untuk perhitungan nilai illuminasi (tingkat pencahayaan) yang ada di setiap ruangan.

2. Single line diagram instalasi listrik



Gambar 3.9 Single line diagram instalasi listrik LVMDP

Berikut adalah instalasi listrik dari PLN – MVMDP – trafo – LVMDP – gedung – gedung.



Gambar 3.10 Single line diagram panel utama gedung produksi

Berikut adalah single line diagram instalasi listrik di gedung produksi dari panel utama (MDP) ke panel-panel SDP yang ada di gedung produksi.

3.4 Pendataan Beban Listrik

Dalam tahapan ini penulis melakukan pendataan pada mesin dan beban listrik lainnya yang terdapat pada gedung produksi. Data ini nantinya akan digunakan untuk menghitung besarnya penghantar (KHA) dan besarnya proteksi (CB). Berikut adalah tabel data beban listrik di gedung produksi :

Tabel 3.3 Data beban listrik di gedung produksi

NO	NAMA PANEL	NAMA BEBAN	JUMLAH	BEBAN SATUAN (W)	BEBAN TOTAL (W)
1	Panel Cutting	Mesin BMO	14	1200	16800
		Blower Meja	56	2200	123200
		Mesin KM	8	180	1440
		Mesin Endcutter	4	180	720
		Mesin Lectra	2	1000	2000
		Lampu LED	120	150	18000
Total Beban					162160
2	Panel Cutting spare	Mesin Sponging	3	4000	12000
		Mesin Relax	2	370	740
		Konveyor	3	1500	4500
		Kipas Angin	4	2000	8000
Total Beban					25240
3	Panel R. Mekanik	AC	3	1650	4950
		Gerinda	2	375	750
		Komputer	5	450	2250
		Lampu R. Mekanik	30	18	540
		Lampu Toilet	12	18	216
		Lampu R. Kompresor	12	18	216
		Lampu R. Panel	12	18	216
		Lampu R. Relax	86	18	1548
		Bor Duduk	1	550	550
		Panel R. QA/QC			21894
Total Beban					33130
4	Panel Lampu Sewing	Lampu LED	216	150	32400
		Kipas Angin	4	2000	8000

Total Beban					40400
5	Panel Kompresor	Kompresor	3	75000	225000
		After Cooler	3	400	1200
		Air Dryer	3	375	1125
Total Beban					227325
6	Panel Iron	Mesin Buang Benang	6	2200	13200
		Supreme	3	3700	11100
		Mesin Iron	36	1100	39600
		Kipas Angin	8	2000	16000
		Detector	2	60	120
		Lampu LED	128	150	19200
Total Beban					99220
7	Panel Lampu Packing	Lampu LED	120	150	18000
		Kipas Angin	2	2000	4000
Total Beban					22000
8	Panel R. Sample	Lampu Art Work	80	18	1440
		Kipas Angin	4	2000	8000
		Lampu R. CAD	18	18	324
		AC R. CAD	1	800	800
		Komputer CAD	3	450	1350
		Lampu R. ADM Cutting	16	18	288
		Komputer Cutting	8	450	3600
		Lampu R. Sampel	64	18	1152
		AC R. Sampel	2	1650	3300
		Komputer Sampel	1	450	450
		Lampu Toilet	8	18	144
		Lampu Mushola	8	18	144
		Lampu R. Acc Sewing	40	18	720
		AC R. Acc Sewing	1	1650	1650

		Komputer Acc Sewing	2	450	900
		Mesin Cutex	5	80	400
		Panel R. Office			18896
Total Beban					43558
9	Panel Mesin 4 terdiri dari 9 Line	Mesin Kamput	8	450	3600
		Mesin Obras	9	350	3150
		Mesin Jarum 1	10	400	4000
		Mesin Bartex	2	450	900
		Mesin Lubang Kancing	1	400	400
		Mesin Press HTL	1	1000	1000
		Mesin Iron	2	1100	2200
		Lampu Meja QC	8	18	144
Beban 1 Line					15394
Beban 9 Line			9		138546
10	Panel Mesin 3 terdiri dari 9 Line	Mesin Kamput	8	450	3600
		Mesin Obras	9	350	3150
		Mesin Jarum 1	10	400	4000
		Mesin Bartex	2	450	900
		Mesin Lubang Kancing	1	400	400
		Mesin Press HTL	1	1000	1000
		Mesin Iron	2	1100	2200
		Lampu Meja QC	8	18	144
Beban 1 Line					15394
Beban 9 Line			9		138546
11	Panel Mesin 2 terdiri dari 9 Line	Mesin Kamput	8	450	3600
		Mesin Obras	9	350	3150
		Mesin Jarum 1	10	400	4000
		Mesin Bartex	2	450	900
		Mesin Lubang Kancing	1	400	400
		Mesin Press HTL	1	1000	1000

		Mesin Iron	2	1100	2200
		Lampu Meja QC	8	18	144
		Beban 1 Line			15394
		Beban 9 Line		9	138546
	Mesin Tambahan	Mesin Kamput	2	450	900
		Mesin Obras	2	350	700
		Mesin Jarum 1	4	400	1600
		Mesin Bartex	1	450	450
		Mesin Lubang Kancing	1	400	400
		Mesin Press HTL	1	1000	1000
		Mesin Iron	1	1100	1100
		Mesin Bandknife	2	300	600
		Mesin Fussing Press	1	3200	3200
		Kipas Angin	4	2000	8000
Total Beban					156496
12	Panel Mesin 1 terdiri dari 9 Line	Mesin Kamput	8	450	3600
		Mesin Obras	9	350	3150
		Mesin Jarum 1	10	400	4000
		Mesin Bartex	2	450	900
		Mesin Lubang Kancing	1	400	400
		Mesin Press HTL	1	1000	1000
		Mesin Iron	2	1100	2200
		Lampu Meja QC	8	18	144
		Beban 1 Line			
	Beban 9 Line		9		138546
	Ke Panel Dry Room	Lampu Dry Room	48	18	864
		Mesin Dehumidifier	4	2300	9200
Total Beban					148610
Total Beban di Gedung Produksi					1235231

3.5 Pengukuran Tegangan dan Arus

Dalam tahap ini penulis melakukan sebuah pengukuran terhadap tegangan, arus dan *grounding* pada setiap panel listrik. Pengukuran tegangan mencakup tegangan 3 fasa, 1 fasa dan tegangan pada kotak kontak dengan menggunakan multimeter dan *power meter* yang ada pada panel listrik. Berikut instrumen pengukuran tegangan dan arus.

Tabel 3.4 Instrumentasi Pengukuran Tegangan

No	3 Phasa			1 Phasa			
	R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N	Kotak Kontak

3.6 Perhitungan penghantar (KHA), proteksi (CB) dan illuminasi

Setelah melakukan pengukuran, penulis melakukan perhitungan terhadap besarnya penghantar (KHA), ukuran proteksi (CB) pada setiap panel listrik dan tingkat pencahayaan (illuminasi) pada ruangan yang ada di gedung produksi guna mendapatkan hasil yang mana akan dibandingkan dengan standar instalasi listrik.

3.7 Hasil dan Analisis Data

Setelah dilakukan perhitungan dengan memasukkan data kedalam rumus, maka hasil yang didapat dari perhitungan akan dibandingkan dengan data yang ada pada lapangan dan setelahnya akan dilakukan analisa sehingga akan diketahui kesesuaian instalasi listrik di gedung produksi dengan standar instalasi listrik.

3.8 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis maka penulis dapat mengambil kesimpulan dan melakukan evaluasi dari hasil penelitian. Apabila ada hasil yang tidak sesuai maka penulis akan memberikan saran dan rekomendasi untuk perusahaan supaya mengetahui standarisasi instalasi listrik yang baik dan benar.

BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1 Gambaran Fisik Perusahaan

PT. Winners International Tegal merupakan perusahaan garment dari Korea yang memproduksi pakaian jadi yang terletak di Kab. Tegal. Perusahaan ini terdiri dari 2 gedung produksi, gedung kantor utama, gedung tempat tinggal korea, 2 gedung gudang, gedung pompa air, gedung boiler, gedung genset dan panel listrik utama.

4.2 Pengukuran Nilai Tegangan dan Arus

Pada kali ini peneliti akan melakukan pengukuran tegangan dan arus pada panel listrik dan pada keluaran (kotak kontak) yang terdapat di gedung produksi PT. Winners International. Pengukuran tidak dilakukan secara menyeluruh, melainkan hanya mengambil sampel dari beberapa panel dan kotak kontak yang ada. Pengukuran tegangan dilakukan menggunakan multimeter dan pengukuran arus menggunakan tang *amphere* tapi hanya sebagian saja, selanjutnya hasil pengukuran akan diambilkan dari *power meter* yang ada pada setiap panel listrik di gedung produksi. Berikut tabel hasil pengukurannya :

Tabel 4.1 Hasil pengukuran tegangan dan arus

No	Nama Panel	Tegangan 3 Phasa			Tegangan 1 Phasa			Arus			Tegangan Kotak Kontak
		R-S	R-T	S-T	R	S	T	R	S	T	
1	Panel Mekanik	372	373	382	222	222.8	226	36	31	47	225
2	Panel Cutting	371	370	381	218	216	220	39	68	58	224

3	Panel Mesin 4	375	373	385	217	221	218	53	22	12	221
4	Panel Mesin 3	375	373	385	219	222	220	32	30	39	-
5	Panel Mesin 2	371	373	380	213	215	220	33	51	32	-
6	Panel Mesin 1	370	368	380	217	219	217	54	38	39	-
7	Panel Kompresor	378	377	386	217	219	223	234	332	247	-
8	Panel Iron	373	372	382	217	219	218	60	35	32	225
9	Panel Cutting Spare	376	378	380	218	220	221	38	35	44	-
10	P. Lampu Sewing	377	379	381	219	220	220	35	30	39	-
11	P. Lampu Packing	378	376	380	216	219	222	38	35	37	-
12	P. R. Sample	374	377	382	219	216	219	35	33	49	-
13	Panel Utama	378	377	386	218	220	223	576	668	605	-

Dari data tabel diatas, dapat dilihat untuk hasil pengukuran tegangan dan arus pada setiap panel yang ada pada gedung produksi. Untuk tegangan 3 fasa untuk setiap panel setelah dilakukan pengukuran pada umumnya mengalami penurunan tegangan antara 1-10 volt pada fasa R-S dan R-T. Tetapi dalam kenyataanya mesin produksi masih berjalan normal tidak kendala karena penurunan tegangan tersebut. Sedangkan untuk tegangan 1 fasa setiap panel listrik setelah dilakukan pengukuran pada umumnya masih baik hanya mengalami penurunan sedikit dan pengukuran tegangan 1 fasa pada kotak kontak didapatkan hasil yang bagus lebih dari 220 volt (dapat dilihat dari hasil pengukuran kotak kontak yang sumber listriknya dari panel mekanik, panel cutting, panel mesin 4 dan panel iron).

4.3 Perhitungan Kemampuan Hantar Arus (KHA) dan Circuit Breaker (CB)

Dalam menentukan Kemampuan Hantar Arus (KHA) dan Circuit Breaker (CB) menurut PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) bahwa “penghantar sirkit akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125% arus pengenal beban penuh”. Oleh karena itu hasil perhitungan arus

dikalikan 125% sebagai faktor safety untuk kemudian dicocokkan dengan tabel ukuran kabel penghantar. Berikut perhitungan untuk menentukan ukuran KHA :

$$a. \text{ Untuk arus searah : } \mathbf{I_n = P/V (A)} \quad (2.5)$$

$$b. \text{ Untuk arus bolak-balik satu fasa : } \mathbf{I_n = P/(V \cdot \cos \phi) (A)} \quad (2.6)$$

$$c. \text{ Untuk arus bolak-balik tiga fasa : } \mathbf{I_n = P/(V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \phi) (A)} \quad (2.7)$$

$$\mathbf{KHA = 125\% \times I_n} \quad (2.8)$$

Dimana :

KHA = Kemampuan Hantar Arus (A)

I_n = Arus nominal beban penuh (A)

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

$\cos \phi$ = Faktor daya

Sedangkan dalam penentuan CB hasil perhitungan arus dikalikan 115% sebagai faktor safety untuk kemudian dicocokkan dengan tabel ukuran CB. Berikut perhitungan untuk menentukan ukuran CB :

$$a. \text{ Untuk arus searah : } \mathbf{I_n = P/V (A)} \quad (2.1)$$

$$b. \text{ Untuk arus bolak-balik satu fasa : } \mathbf{I_n = P/(V \cdot \cos \phi) (A)} \quad (2.2)$$

$$c. \text{ Untuk arus bolak-balik tiga fasa : } \mathbf{I_n = P/(V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \phi) (A)} \quad (2.3)$$

$$\mathbf{CB = 115\% \times I_n} \quad (2.4)$$

Dimana :

CB = Ukuran proteksi *Circuit Breaker* (A)

I_n = Arus nominal beban penuh (A)

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

$\cos \phi$ = Faktor daya

Berikut adalah tabel menentukan KHA dan tabel menentukan CB.

Tabel 4.2 Kemampuan hantar arus (KHA)

SNI 0225:2011/Amd 1:2013

Tabel K.52.3.5a – KHA terus menerus untuk kabel tanah inti tunggal, berkonduktor tembaga, berinsulasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem a.s. dengan voltase kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah 2-inti, 3-inti dan 4-inti berkonduktor tembaga, berinsulasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem a.b. trifase dengan voltase pengenal 0,6/1 kV (1,2 kV), pada suhu ambien 30 °C.

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

CATATAN KHA terus menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

(Sumber : <https://www.listrik-praktis.com/2018/10/cara-menentukan-luas-penampang-kabel-PUIL-2011.html>)

Tabel 4.3 menentukan besaran proteksi (CB)

1 Phase	3 Phase	Besar Ampere
	ACB	3,200
		2,500
		2,000
		1,600
		1,250
		1,000
		800
		630
		400
		320
	MCCB	300
		250
		200
		160
		125
		100
		80
		63
		50
		MCB
	32	
	25	
	20	
	16	
	10	
		6
		4

(Sumber : <https://ngelistrik.com/2017/12/24/cara-hitung-mcb/>)

4.3.1 Panel Cutting

Diket :

P : 162.160 Watt

V : 380 Volt

Cos ϕ : 0,8

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

$$I_n = \frac{162160}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{162160}{525,92}$$

$$I_n = 308,33 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$KHA = 1,25 \times I_n$$

$$KHA = 1,25 \times 308,33$$

$$= 385,41 \text{ A}$$

Dari perhitungan diatas luas penampang yang harus digunakan adalah kabel **4(1x120 mm²)**.

KHA terpasang adalah **NYF 4(1x120 mm²)**.

Perhitungan CB :

$$CB = 1,15 \times I_n$$

$$= 1,15 \times 308,33$$

$$= 355 \text{ A}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **400 A**.

CB yang terpasang adalah **MCCB 400 A**.

4.3.2 Panel Cutting Spare

Diket : :

P : 25240 watt

V : 380 volt

$$\text{Cos } \varphi : 0,8$$

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

$$I_n = \frac{25240}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{25240}{525,92}$$

$$I_n = 48 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 48 \\ &= 60 \text{ A} \end{aligned}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4 x 25 mm²**

KHA yang terpasang adalah **NYN 4 x 50 mm²**

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1,15 \times I_n \\ &= 1,15 \times 48 \\ &= 55,1 \text{ A} \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **63 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 100 A**

CB terpasang terlalu besar, disarankan untuk menurunkan rating proteksi ke **MCCB 63 A**

4.3.3 Panel R. Mekanik

Diket :

P : 33130 watt

V : 380 volt

Cos φ : 0,8

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

$$I_n = \frac{33130}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{33130}{525,92}$$

$$I_n = 63 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 63 \\ &= 78,7 \text{ A} \end{aligned}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4 x 25 mm²**

KHA yang terpasang adalah NYY **4 x 25 mm²**

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1,15 \times I_n \\ &= 1,15 \times 63 \\ &= 72,4 \text{ A} \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **80 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 100 A**

Disarankan untuk menurunkan rating proteksi ke **MCCB 80 A**

4.3.4 Panel Lampu Sewing

Diket :
 P : 40400 watt
 V : 380 volt
 Cos φ : 0,8

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

$$I_n = \frac{40400}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{40400}{525,92}$$

$$I_n = 76,8 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 76,8 \\ &= 96 \text{ A} \end{aligned}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4(1 x 35 mm²)**

KHA yang terpasang adalah **NYN 4(1x 35 mm²)**

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1,15 \times I_n \\ &= 1,15 \times 76,8 \\ &= 88,3 \text{ A} \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **100 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 100 A**

4.3.5 Panel Kompresor

Diket :
 P : 227325 watt
 V : 380 volt
 Cos φ : 0,8

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

$$I_n = \frac{227325}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{227325}{525,92}$$

$$I_n = 432,2 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 432,2 \\ &= 540,3 \text{ A} \end{aligned}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4(1 x 240 mm²)**

KHA yang terpasang adalah **NYY 4(1 x 240 mm²)**

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1,15 \times I_n \\ &= 1,15 \times 432,2 \\ &= 497 \text{ A} \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **500 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 500 A**

4.3.6 Panel Iron

$$\begin{aligned} \text{Diket} &: \\ P &: 99220 \text{ watt} \\ V &: 380 \text{ volt} \\ \text{Cos } \varphi &: 0,8 \end{aligned}$$

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

$$I_n = \frac{99220}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{99220}{525,92}$$

$$I_n = 188,6 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 188,6 \\ &= 235,8 \text{ A} \end{aligned}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4(1 x 95 mm²)**

KHA yang terpasang adalah NYY 4(1 x 120 mm²)

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1,15 \times I_n \\ &= 1,15 \times 188,6 \\ &= 217 \text{ A} \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **250 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 400 A**

4.3.7 Panel Lampu Packing

Diket :

P : 22000 watt

V : 380 volt

Cos ϕ : 0,8

$$I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \text{Cos } \phi}$$

$$I_n = \frac{22000}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{22000}{525,92}$$

$$I_n = 41,8 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 41,8 \\ &= 52,2 \text{ A} \end{aligned}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4(1 x 10 mm²)**

KHA yang terpasang adalah NYY 4(1 x 16 mm²)

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1,15 \times I_n \\ &= 1,15 \times 41,8 \\ &= 48,1 \text{ A} \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **50 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 50 A**

4.3.8 Panel R. Sample

Diket :

P : 43558 watt

V : 380 volt

Cos φ : 0,8

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

$$I_n = \frac{43558}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{43558}{525,92}$$

$$I_n = 82,8 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$\text{KHA} = 1,25 \times I_n$$

$$= 1,25 \times 82,8$$

$$= 103,5 \text{ A}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4 x 35 mm²**

KHA yang terpasang adalah **NYN 4 x 25 mm²**

Disarankan untuk menaikkan nilai KHA menjadi **NYN 4 x 35 mm²**

Perhitungan CB :

$$\text{CB} = 1,15 \times I_n$$

$$= 1,15 \times 82,8$$

$$= 95,2 \text{ A}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **100 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 100 A**

4.3.9 Panel Mesin 4

Diket :
 P : 138546 watt
 V : 380 volt
 Cos φ : 0,8

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

$$I_n = \frac{138546}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{138546}{525,92}$$

$$I_n = 263,4 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 263,4 \\ &= 329,2 \text{ A} \end{aligned}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4(1 x 120 mm²)**

KHA yang terpasang adalah **NYN 4(1 x 120 mm²)**

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1,15 \times I_n \\ &= 1,15 \times 263,4 \\ &= 303 \text{ A} \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **320 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 400 A**

Disarankan untuk menurunkan nilai proteksi CB.

4.3.10 Panel Mesin 3

Diket :
 P : 138546 watt

V : 380 volt

Cos φ : 0,8

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

$$I_n = \frac{138546}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{138546}{525,92}$$

$I_n = 263,4 \text{ A}$

Perhitungan KHA :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 263,4 \\ &= 329,2 \text{ A} \end{aligned}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4(1 x 120 mm²)**

KHA yang terpasang adalah **NYN 4(1 x 120 mm²)**

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1,15 \times I_n \\ &= 1,15 \times 263,4 \\ &= 303 \text{ A} \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **320 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 400 A**

Disarankan untuk menurunkan nilai proteksi CB.

4.3.11 Panel Mesin 2

Diket :

P : 156496 watt

V : 380 volt

Cos φ : 0,8

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

$$I_n = \frac{156496}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{156496}{525,92}$$

$$I_n = 297,5 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 297,5 \\ &= 371,9 \text{ A} \end{aligned}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4(1 x 150 mm²)**

KHA yang terpasang adalah NYY 4(1 x 120 mm²)

KHA dengan luas penampang 120 mm² sebenarnya sudah memenuhi standar apabila dialiri arus 371,9 A karena mempunyai nilai arus 386 A, tetapi selisihnya terlalu kecil jadi lebih baik dinaikan satu tingkat lagi guna menjaga adanya penambahan beban.

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1,15 \times I_n \\ &= 1,15 \times 297,5 \\ &= 342,2 \text{ A} \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **400 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 400 A**

4.3.12 Panel Mesin 1

Diket	:
P	: 148610 watt
V	: 380 volt
Cos φ	: 0,8

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

$$I_n = \frac{148610}{380 \times 1,73 \times 0,8}$$

$$I_n = \frac{148610}{525,92}$$

$$I_n = 282,5 \text{ A}$$

Perhitungan KHA :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 282,5 \\ &= 353,2 \text{ A} \end{aligned}$$

KHA yang harus digunakan adalah **4(1 x 120 mm²)**

KHA yang terpasang adalah **NYY 4(1 x 120 mm²)**

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned} \text{CB} &= 1,15 \times I_n \\ &= 1,15 \times 282,5 \\ &= 325 \text{ A} \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **400 A**

CB yang terpasang adalah **MCCB 400 A**

4.3.13 Panel Utama Gedung Produksi

Perhitungan KHA Panel Utama :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= (1,25 \times I_n \text{ terbesar}) + I_{n1} + I_{n2} + I_n \text{ lainnya} \\ &= (1,25 \times 432,2) + 308,3 + 47,9 + 62,9 + 76,8 + 188,6 + 41,8 + \\ &\quad 82,8 + 263,4 + 263,4 + 297,5 + 282,5 \\ &= 540,3 + 1.915,9 \\ &= 2.456,2 \text{ A} \end{aligned}$$

Terpasang kabel penghantar **NYY 3(6 x 1 x 400 mm²) + N (1 x 400 mm²)**, menurut PUIL 2011 SNI : 0225:2011 tabel 7.3-5a tentang KHA terus menerus penghantar NYN 1x400 mm² mempunyai nilai arus sebesar 859 A.

Maka untuk 6 kabel NYY 400 mm² = 5.154 A. Maka luas kabel penghantar di panel utama telah memenuhi standar.

Perhitungan CB :

$$\begin{aligned}
 \text{CB} &= (1,15 \times I_n \text{ terbesar}) + I_{n1} + I_{n2} + I_n \text{ lainnya} \\
 &= (1,15 \times 432,2) + 308,3 + 47,9 + 62,9 + 76,8 + 188,6 + 41,8 + \\
 &\quad 82,8 + 263,4 + 263,4 + 297,5 + 282,5 \\
 &= 497 + 1.915,9 \\
 &= 2.412,9 \text{ A}
 \end{aligned}$$

CB yang harus digunakan adalah dengan proteksi **2.500 A**

CB yang terpasang adalah **ACB 2.000 A**

CB yang terpasang nilai proteksinya dibawah nilai perhitungan, maka disarankan untuk menaikan nilai proteksi CB karena apabila semua beban bekerja secara bersamaan maka arus maksimal akan melebihi nilai arus CB, yang menyebabkan ACB akan mengalami trip.

Dari perhitungan diatas maka didapatkan hasil dengan tabel seperti berikut :

Tabel 4.4 Luas penghantar setiap panel listrik

No	Nama Panel	Daya (W)	Tegangan (V)	Cos φ	In (A)	KHA (A)	Luas Penghantar		Ket
							Perhitungan	Terpasang	
1	Panel Cutting	162160	380	0.8	308.33	385.41	4(1x120 mm ²)	NYY 4(1x120 mm ²)	Baik
2	Panel Cutting Spare	25240	380	0.8	47.9	59.99	4x25 mm ²	NYY 4x50 mm ²	Baik
3	Panel R. Mekanik	33130	380	0.8	62.9	78.74	4x25 mm ²	NYY 4x25 mm ²	Baik
4	Panel Lampu Sewing	40400	380	0.8	76.8	96.02	4(1x35 mm ²)	NYY 4(1x35 mm ²)	Baik
5	Panel Kompresor	227325	380	0.8	432.2	540.3	4(1x240 mm ²)	NYY 4(1x240 mm ²)	Baik

6	Panel Iron	99220	380	0.8	188.6	235.82	4(1x95 mm ²)	NYY 4(1x120 mm ²)	Baik
7	Panel Lampu Packing	22000	380	0.8	41.8	52.28	4(1x10 mm ²)	NYY 4(1x16 mm ²)	Baik
8	Panel R. Sample	43558	380	0.8	82.8	103.52	4x35 mm ²	4x25 mm ²	Buruk
9	Panel Mesin 4	138546	380	0.8	263.4	329.29	4(1x120 mm ²)	NYY 4(1x120 mm ²)	Baik
10	Panel Mesin 3	138546	380	0.8	263.4	329.29	4(1x120 mm ²)	NYY 4(1x120 mm ²)	Baik
11	Panel Mesin 2	156496	380	0.8	297.5	371.95	4(1x150 mm ²)	NYY 4(1x120 mm ²)	Buruk
12	Panel Mesin 1	148610	380	0.8	282.5	353.21	4(1x120 mm ²)	NYY 4(1x120 mm ²)	Baik
13	Panel Utama	-	-	-	-	2.456,2	3(6x1x185 mm ²) + N (1x185 mm ²)	NYY 3(6x1x400 mm ²) + N (1x400 mm ²)	Baik



Dari tabel 4.4 didapatkan hasil perbandingan luas kabel penghantar menurut analisa dan luas kabel penghantar yang terpasang pada setiap panel. Dari tabel tersebut maka didapatkan analisa sebagai berikut :

1. Panel ruang sample didapatkan hasil perhitungan luas penghantar yang berbeda dengan luas penghantar yang terpasang. Hasil perhitungan harus menggunakan kabel NYY 4x35 mm² tetapi kabel yang terpasang adalah kabel NYY 4x25 mm² karena dari hasil perhitungan didapatkan KHA 103,5 A. Sedangkan untuk kabel 25 mm² sendiri memiliki KHA 106 A, maka lebih baik luas penghantar dinaikan satu tingkat di atasnya menjadi 150 mm² karena memiliki selisih KHA yang sangat sedikit dengan KHA perhitungan demi keamanan apabila ada penambahan beban.
2. Panel mesin 2 didapatkan hasil perhitungan luas penghantar yang berbeda dengan luas penghantar yang terpasang. Hasil perhitungan harus menggunakan kabel NYY 4(1x150 mm²) tetapi kabel yang terpasang

adalah kabel NYY 4(1x120 mm²) karena dari hasil perhitungan didapatkan KHA 371,9 A. Sedangkan untuk kabel 120 mm² sendiri memiliki KHA 386 A, maka lebih baik luas penghantar dinaikan satu tingkat di atasnya menjadi 150 mm² karena memiliki selesih KHA yang sangat sedikit dengan KHA perhitungan demi keamanan apabila ada penambahan beban.




- Untuk panel yang lain luas penampang antara perhitungan dan luas penampang yang terpasang bernilai sama dan sudah sesuai dengan standar, bahkan ada beberapa panel yang memiliki luas penampang yang bahkan lebih besar dengan hasil perhitungan.

Tabel 4.5 Besaran ukuran proteksi (CB) setiap panel

No	Nama Panel	Daya (W)	Tegangan (V)	Cos ϕ	In (A)	CB (A)	Ukuran Proteksi (A)		Ket
							Perhitungan	Terpasang	
1	Panel Cutting	162160	380	0.8	308.33	355	400	 400	Baik
2	Panel Cutting Spare	25240	380	0.8	47.9	55.19	63	 100	Saran ganti mccb

3	Panel R. Mekanik	33130	380	0.8	62.9	72.44	80		Saran ganti mccb
								100	
4	Panel Lampu Sewing	40400	380	0.8	76.8	88.34	100		Baik
								100	
5	Panel Kompresor	227325	380	0.8	432.2	497.07	500		Baik
								500	
6	Panel Iron	99220	380	0.8	188.6	216.95	250		Saran ganti mccb
								400	
7	Panel Lampu Packing	22000	380	0.8	41.8	48.1	50		baik

									
								50	
8	Panel R. Sample	43558	380	0.8	82.8	95.24	100		Baik
								100	
9	Panel Mesin 4	138546	380	0.8	263.4	302.95	320		Saran ganti mccb
								400	
10	Panel Mesin 3	138546	380	0.8	263.4	302.95	320		Saran ganti mccb
								400	
11	Panel Mesin 2	156496	380	0.8	297.5	342.2	400		baik

									
								400	
12	Panel Mesin 1	148610	380	0.8	282.5	324.95	400		Baik
								400	
13	Panel Utama	-	-	-	-	2.412,9	2500		Saran ganti mccb
								2000	

Dari tabel 4.5 didapatkan hasil perbandingan ukuran proteksi (CB) perhitungan dengan ukuran proteksi (CB) yang terpasang. Dari hasil tersebut didapatkan analisa sebagai berikut :

1. Ukuran proteksi pada panel cutting spare berbeda antara ukuran proteksi perhitungan dan yang terpasang. Menurut hasil perhitungan harusnya bisa menggunakan proteksi yang berukuran 63 A karena didapatkan hasil CB 55,1 A tetapi ukuran proteksi yang terpasang lebih besar yaitu 100 A. Maka dari itu disarankan untuk menurunkan ukuran proteksi ke 63 A atau setting MCCB menjadi 63 A karena apabila ada arus berlebih MCCB dapat berfungsi dengan baik sebagai pengaman peralatan listrik.
2. Ukuran proteksi pada panel mekanik berbeda antara ukuran proteksi perhitungan dan yang terpasang. Menurut hasil perhitungan harusnya bisa menggunakan proteksi yang berukuran 80 A karena didapatkan hasil CB

72,4 A tetapi ukuran proteksi yang terpasang lebih besar yaitu 100 A. Maka dari itu disarankan untuk menurunkan ukuran proteksi ke 80 A atau setting MCCB ke 80 A karena apabila ada arus berlebih MCCB dapat berfungsi dengan baik sebagai pengaman peralatan listrik.

3. Ukuran proteksi pada panel iron berbeda antara ukuran proteksi perhitungan dan yang terpasang. Menurut hasil perhitungan harusnya bisa menggunakan proteksi yang berukuran 250 A karena didapatkan hasil CB 217 A tetapi ukuran proteksi yang terpasang lebih besar yaitu 400 A. Maka dari itu disarankan untuk menurunkan ukuran proteksi ke 250 A atau setting MCCB ke 250 A karena apabila ada arus berlebih MCCB dapat berfungsi dengan baik sebagai pengaman peralatan listrik.
4. Ukuran proteksi pada panel mesin 3 dan 4 berbeda antara ukuran proteksi perhitungan dan yang terpasang. Menurut hasil perhitungan harusnya bisa menggunakan proteksi yang berukuran 320 A karena didapatkan hasil CB 303 A tetapi ukuran proteksi yang terpasang lebih besar yaitu 400 A. Maka dari itu disarankan untuk menurunkan ukuran proteksi ke 320 A atau setting MCCB ke 320 A karena apabila ada arus berlebih MCCB dapat berfungsi dengan baik sebagai pengaman peralatan listrik.
5. Ukuran proteksi pada panel utama berbeda antara ukuran proteksi perhitungan dan yang terpasang. Menurut hasil perhitungan harusnya menggunakan proteksi ACB yang berukuran 2.500 A karena didapatkan hasil CB 2.412,9 A tetapi ukuran proteksi yang terpasang lebih kecil yaitu 2.000 A. Maka dari itu disarankan untuk menaikkan ukuran proteksi ke 2.500 A karena apabila beban maksimal (seluruh mesin beroperasi) ditakutkan ACB akan mengalami trip walaupun pada kenyataan seluruh mesin/banyak mesin produksi yang tidak beroperasi.
6. Untuk ukuran proteksi pada panel yang lainnya sudah sesuai dengan hasil perhitungan dan sudah sesuai dengan standar yang berlaku. Maka dari itu dapat dipastikan aman.

4.4 Perhitungan Iluminasi

Disini peneliti akan menentukan iluminasi (tingkat pencahayaan) yang ada pada ruangan yang ada di gedung produksi PT. Winners International. Untuk menentukan jumlah titik lampu digunakan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times CU \times n}$$

Maka untuk menentukan nilai iluminasi digunakan rumus berikut :

$$E = \frac{N \times \phi \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

dengan:

(2.9)

- N = jumlah titik lampu
- E = Iluminasi/tingkat pencahayaan (lux)
- L = panjang ruang(meter)
- W = lebar ruang (meter)
- ϕ = total lumen lampu / lamp luminous flux
- LLF = light loss factor / faktor cahaya rugi (0,7-0,8)
- CU = coefferien of utilization / faktor pemanfaatan (50-65 %)
- n = jumlah lampu dalam 1 titik lamp

1. Ruang Mekanik

Diket : Lampu TL LED 18 watt 2.100 lumen

L : 24 m n : 2

W : 6 m N : 15

LLF : 0,8 CU : 0,65

ϕ : 2100 lm

$$E = \frac{N \times \phi \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

$$E = \frac{15 \times 2.100 \times 0,8 \times 0,65 \times 2}{24 \times 6}$$

$$E = \frac{32.760}{144}$$

$$E = 228 \text{ Lux}$$

2. Ruang Panel

Diket :

$$L : 7 \text{ m} \quad n : 2$$

$$W : 6 \text{ m} \quad N : 6$$

$$LLF : 0,8 \quad CU : 0,65$$

$$\varnothing: 2100 \text{ lm}$$

$$E = \frac{N \times \varnothing \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

$$E = \frac{6 \times 2.100 \times 0,8 \times 0,65 \times 2}{7 \times 6}$$

$$E = \frac{13104}{32}$$

$$E = 312 \text{ Lux}$$

3. Toilet

Diket :

$$L : 9 \text{ m} \quad n : 2$$

$$W : 6 \text{ m} \quad N : 6$$

$$LLF : 0,8 \quad CU : 0,65$$

$$\varnothing: 2100 \text{ lm}$$

$$E = \frac{N \times \phi \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

$$E = \frac{6 \times 2.100 \times 0,8 \times 0,65 \times 2}{9 \times 6}$$

$$E = \frac{13104}{54}$$

$$E = 243 \text{ Lux}$$

4. Ruang Meeting

Diket :

L : 10 m n : 2

W : 6 m N : 8

LLF : 0,8 CU : 0,65

Ø : 2100 lm

$$E = \frac{N \times \phi \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

$$E = \frac{8 \times 2.100 \times 0,8 \times 0,65 \times 2}{10 \times 6}$$

$$E = \frac{17472}{60}$$

$$E = 291 \text{ Lux}$$

5. Ruang QA/QC

Diket :

L : 10 m n : 2

W : 6 m N : 20

LLF : 0,8 CU : 0,65

Ø : 2100 lm

$$E = \frac{N \times \phi \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

$$E = \frac{20 \times 2.100 \times 0,8 \times 0,65 \times 2}{10 \times 6}$$

$$E = \frac{43680}{60}$$

$$E = 728 \text{ Lux}$$

6. Area Hangtag

Diket :

L : 24 m n : 2

W : 1.5 m N : 20

LLF : 0,8 CU : 0,65

Ø : 2100 lm

$$E = \frac{N \times \phi \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

$$E = \frac{20 \times 2.100 \times 0,8 \times 0,65 \times 2}{24 \times 1,5}$$

$$E = \frac{43680}{36}$$

$$E = 1.213 \text{ Lux}$$

7. Ruang Sample

Diket :

L : 15 m n : 2

W : 6 m N : 32

LLF : 0,8 CU : 0,65

Ø : 2100 lm

$$E = \frac{N \times \phi \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

$$E = \frac{32 \times 2.100 \times 0,8 \times 0,65 \times 2}{15 \times 6}$$

$$E = \frac{69888}{90}$$

$$E = 777 \text{ Lux}$$

8. Area Artwork

Diket :

$$\begin{array}{ll} L & : 30 \text{ m} \quad n & : 2 \\ W & : 2 \text{ m} \quad N & : 40 \\ LLF & : 0,8 \quad CU & : 0,65 \\ \phi & : 2100 \text{ lm} \end{array}$$

$$E = \frac{N \times \phi \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

$$E = \frac{40 \times 2.100 \times 0,8 \times 0,65 \times 2}{30 \times 2}$$

$$E = \frac{87360}{60}$$

$$E = 1.456 \text{ Lux}$$

9. Ruang Accessories

Diket :

$$\begin{array}{ll} L & : 7 \text{ m} \quad n & : 2 \\ W & : 6 \text{ m} \quad N & : 20 \\ LLF & : 0,8 \quad CU & : 0,65 \\ \phi & : 2100 \text{ lm} \end{array}$$

$$E = \frac{N \times \phi \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

$$E = \frac{20 \times 2.100 \times 0,8 \times 0,65 \times 2}{7 \times 6}$$

$$E = \frac{43680}{42}$$

$$E = 1.040 \text{ Lux}$$

10. Ruang Office Produksi

Diket :

L : 15 m n : 2

W : 6 m N : 15

LLF : 0,8 CU : 0,65

Ø : 2100 lm

$$E = \frac{N \times \phi \times LLF \times CU \times n}{L \times W}$$

$$E = \frac{15 \times 2.100 \times 0,8 \times 0,65 \times 2}{15 \times 6}$$

$$E = \frac{32.760}{90}$$

$$E = 364 \text{ Lux}$$

Berikut table hasil perhitungan iluminasi yang ada pada ruangan/area di gedung produksi PT. Winners International :

Tabel 4.6 Iluminasi

No	Nama Ruangan	Luas (m ²)		Ø (lm)	LLF	CU	N	n	Iluminasi E (Lux)		Ket
		L (m)	W (m)						Standar	Perhitungan	
1	Ruang Mekanik	24	6	2100	0.8	0.65	15	2	100-250	228	Baik
2	Ruang Panel	7	6	2100	0.8	0.65	6	2	100	312	Terang
3	Toilet	9	6	2100	0.8	0.65	6	2	250	243	Baik
4	Ruang Meeting	10	6	2100	0.8	0.65	8	2	300	291	Baik
5	Ruang QA/QC	10	6	2100	0.8	0.65	20	2	500-1000	728	Baik

6	Area Hangtag	24	1.5	2100	0.8	0.65	20	2	1000-2000	1213	Baik
7	Ruang Sample	15	6	2100	0.8	0.65	32	2	500-1000	777	Baik
8	Area Artwork	30	2	2100	0.8	0.65	40	2	1000-2000	1456	Baik
9	Ruang Accessories	7	6	2100	0.8	0.65	20	2	1000-2000	1040	Baik
10	Ruang Office Produksi	15	6	2100	0.8	0.65	15	2	350	364	Baik
11	Mushola	6	6	2100	0.8	0.65	4	2	200	242	Baik
12	Area QC Finishing	15	2	2100	0.8	0.65	15	2	1000-2000	1092	Baik
13	Ruang Spot Cleaning	10	6	2100	0.8	0.65	23	2	500-1000	837	Baik
14	Ruang Stock	10	6	2100	0.8	0.65	24	2	500-1000	873	Baik
15	R. Inspect 1/Target	6	6	2100	0.8	0.65	12	2	500-1000	728	Baik
16	R. Inspect 2/GAP	6	6	2100	0.8	0.65	12	2	500-1000	728	Baik

Dari tabel 4.6 didapatkan hasil tingkat pencahayaan pada setiap ruangan yang ada pada gedung produksi. Dari data tersebut dapat dilihat sebagian besar ruangan telah memiliki tingkat pencahayaan yang sesuai dengan standar, hanya ada beberapa ruangan yang mempunyai nilai iluminasi yang tidak standar, yaitu pada ruangan panel memiliki selisih nilai iluminasi lebih besar dari standar yaitu 212 lux. Pada ruang *office* produksi dan mushola memiliki nilai iluminasi diatas standar tetapi selisihnya tidak terlalu banyak. Pada toilet dan ruang *meeting* memiliki nilai lebih kecil dari standar tetapi selisihnya tidak terlalu banyak yaitu antara 1-10 lux tapi masih bisa dikatakan nilai illuminasinya baik.

4.5 Pengukuran Nilai Pembumian (grounding) di Panel Utama

Pada pengukuran nilai pembumian ini bertujuan untuk mengetahui sistem keselamatan dan keamanan pada sistem kelistrikan saat terjadi kebocoran aliran listrik dan menetralkan *noise* yang diakibatkan oleh input daya yang kurang baik. Pada pengukuran ini menggunakan alat ukur bernama *Earth Tester* yang mempunyai 3 buah lubang konektor dan 3 kabel ukur berwarna merah, kuning, hijau. Untuk kabel merah disambungkan pada tongkat besi yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak 5-10 meter dari kotak kontrol *grounding*, untuk kabel warna kuning juga dihubungkan pada tongkat besi yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak antara tongkat besi yang lain 5-10 meter. Untuk kabel yang warna hijau dihubungkan ke kabel *grounding* di kotak kontrol. Setelah semuanya selesai putar selektor dan tekan tombol “Test”. Dan berikut gambar hasil pengukuran nilai pembumian di panel utama.



Gambar 4.1 Pengukuran nilai tahanan grounding di panel utama gedung produksi

Dari pengukuran nilai pembumian (*grounding*) pada panel utama didapatkan hasil yang sangat bagus dan sangat memenuhi standar keamanan yaitu 0,62 Ohm. Karena nilai pembumian mempunyai nilai standar harus kurang dari 5 Ohm.



BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

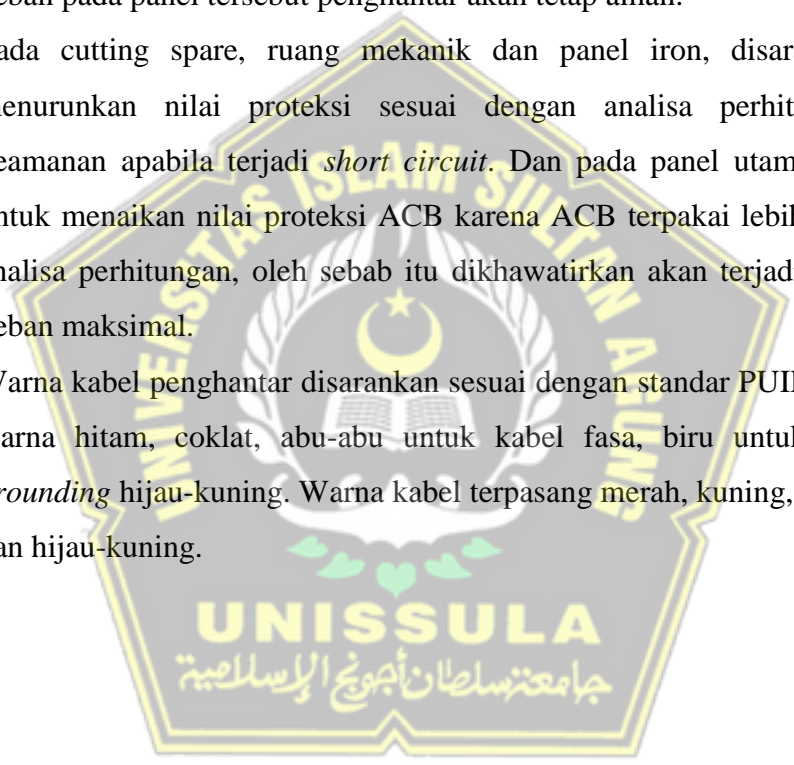
Dari hasil penelitian evaluasi sistem kelistrikan yang dilakukan di gedung produksi PT. Winners International maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Besar luas penghantar yang digunakan di gedung produksi PT. Winners International secara garis besar telah sesuai dengan standar PUIL, walaupun di panel cutting, ruang sample dan panel mesin 2 besar penghantar terpasang mempunyai selisih nilai KHA yang sedikit dengan perhitungan. Tetapi penghantar yang terpasang masih memenuhi standar karena berada diatas nilai arus maksimal (lihat tabel 4.4).
2. Nilai ukuran proteksi (CB) yang digunakan pun telah memenuhi standar, walaupun di panel cutting spare, panel ruang mekanik dan panel iron mempunyai nilai proteksi (CB) yang lebih besar itu dikarenakan kemungkinan akan adanya penambahan beban dikemudian hari (lihat tabel 4.5).
3. Nilai iluminasi yang didapat dari analisa yang dilakukan sebagian sudah sesuai dengan standar iluminasi yang artinya setiap ruangan yang ada di gedung produksi telah mempunyai pencahayaan yang baik (lihat tabel 4.6).
4. Nilai tahanan pembumian (*grounding*) pada panel utama telah memenuhi standar, yaitu memiliki nilai *grounding* 0,62 Ohm. Menurut PUIL nilai tahanan pembumian harus lebih kecil dari 5 Ohm (lihat gambar 4.1).

5.2 SARAN

Dari kesimpulan diatas, maka dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Pada panel ruang sample dan panel mesin 2 disarankan untuk menaikkan besarnya luas penghantar satu tingkat lagi karena nilai KHA yang terpasang pada panel tersebut mempunyai selisih yang sedikit dengan analisa perhitungan. Dikhawatirkan penghantar tersebut akan mengalami panas dan dapat memperpendek umur penghantar. Serta apabila ada penambahan beban pada panel tersebut penghantar akan tetap aman.
2. Pada cutting spare, ruang mekanik dan panel iron, disarankan untuk menurunkan nilai proteksi sesuai dengan analisa perhitungan demi keamanan apabila terjadi *short circuit*. Dan pada panel utama disarankan untuk menaikkan nilai proteksi ACB karena ACB terpakai lebih rendah dari analisa perhitungan, oleh sebab itu dikhawatirkan akan terjadi trip apabila beban maksimal.
3. Warna kabel penghantar disarankan sesuai dengan standar PUIL 2011, yaitu warna hitam, coklat, abu-abu untuk kabel fasa, biru untuk netral dan *grounding* hijau-kuning. Warna kabel terpasang merah, kuning, hitam, netral dan hijau-kuning.



DAFTAR PUSTAKA

- Ilham Al Taqwa. (2019). Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Ruang IGD dan Gedung Gizi Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang. *Tugas Akhir Skripsi*. Palembang: Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Muhammad Dodo. (2020). Evaluasi Kelayakan Instalasi Listrik Tegangan Rendah Di Atas Umur 15 Tahun Berdasarkan PUIL 2000 Di Desa Pujud Kecamatan Pujud Kabupaten Rokan Hilir. *Tugas Akhir Skripsi*. Riau: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Rian Pratama. (2021). Evaluasi Sistem Instalasi Kelistrikan Pada Gedung TVRI Palembang. *Tugas Akhir Skripsi*. Palembang: Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
- Eko Wahyu Pramono. (2017). Evaluasi Instalasi Listrik Pada Gedung Multi Centre Of Excellent (MCE) Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang. *Tugas Akhir Skripsi*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Semarang.
- Baharuddin, Alwi. (2018). Analisis Sistem Kelistrikan Hotel Bumi Asih Jaya. *Tugas Akhir Skripsi*. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011. Jakarta : Badan Standarisai Nasional PUIL 2011.
- <http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/22616/F.%20BAB%202.pdf?sequence=6&isAllowed=y>. *Pengertian Instalasi Listrik*. Diakses pada hari Selasa, 15 Februari 2022.
- <http://eprints.umm.ac.id/63677/3/BAB%20II.pdf>. *Distribusi Sistem Tenaga Listrik*. Diakses pada hari Selasa, 15 Februari 2022.
- https://1.bp.blogspot.com/F5ENARJivqs/XrUTXi4bZkI/AAAAAAAAAGVs/63oSLLU5oVAigV6iuWAqGwNj74WyKuH_gCK4BGAsYHg/Push%2BButton%2BKomponen%2BPenting%2Bdalam%2BPanel%2BListrik%2

[B.png](#). Push Button Pada Panel Listrik. Diakses Pada Hari Selasa, 15 February 2022.

<https://i0.wp.com/akhdanazizan.com/wp-content/uploads/2018/06/warna-kabel-instalasi-listrik-PUIL-2011.png?resize=428%2C144&ssl=1>. Standar Warna Kabel Listrik Menurut PUIL 2011. Diakses Pada Hari Selasa, 15 February 2022.

