

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK STANDAR PUIL 1 PHASE  
RUMAH BERTINGKAT DENGAN DAYA YANG BESAR**



**OLEH**

**FERI ARDIANSYAH**

**10582139914**

**SYAWALUDDIN**

**10582137014**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2019**

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK STANDAR PUIL 1 PHASE  
RUMAH BERTINGKAT DENGAN DAYA YANG BESAR**

**Skripsi**

Diajukan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

**FERI ARDIANSYAH**

**10582139914**

**SYAWALUDDIN**

**10582137014**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2019**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK STANDAR PUIL 1 PHASE  
RUMAH BERTINGKAT DENGAN DAYA YANG BESAR**

Nama : 1. Feri Ardiansyah  
2. Syawaluddin

Stambuk : 1. 10582 1399 14  
2. 10582 1370 14


Makassar, 27 Juni 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

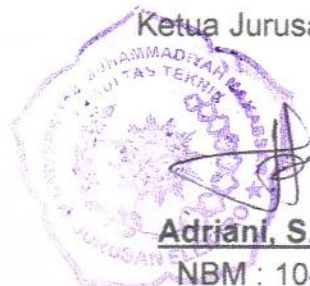
Pembimbing II

  
**Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T**

  
**Andi Faharuddin, S.T., M.T**  
NIP.132169986

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



  
**Adriani, S.T., M.T.**

NBM : 1044 202



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**  
**FAKULTAS TEKNIK**

**GEDUNG MENARA IQRA LT. 3**

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e\_mail: [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
**PENGESAHAN**

Skripsi atas nama Feri Ardiansyah dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1399 14 dan Syawaluddin dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1370 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0004/SK-Y/20201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Selasa tanggal 25 Juni 2019.

Panitia Ujian :

Makassar, 23 Syawal 1440 H  
 27 Juni 2019 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

b. Sekretaris : Adriani, S.T.,M.T

3. Anggota : 1. Ir. Abdul Hafid, M.T

2. Suryani, S.T.,M.T

3. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Mengetahui :

Pembimbing I

**Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T**

Pembimbing II

**Andi Faharuddin, S.T.,M.T**  
 NIP.132169986

Dekan

**Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T., IPM**  
 NBM : 855 500

## ABSTRAK

### PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK STANDAR PUIL 1 PHASE RUMAH BERTINGKAT DENGAN DAYA YANG BESAR

Feri Ardiansyah<sup>1</sup> , Syawaluddin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah  
Makassar

E-Mail: <sup>1</sup>[feriardiansyah594@gmail.com](mailto:feriardiansyah594@gmail.com), <sup>2</sup>[syawaludin7014@gmail.com](mailto:syawaludin7014@gmail.com)

Instalasi listrik merupakan salah satu bagian dari sistem tenaga listrik, penerapannya terhadap bangunan dan peralatan tenaga listrik. Instalasi listrik membantu menyalurkan energi listrik agar dapat digunakan oleh konsumen . Pemasangan instalasi listrik yang sesuai standar harus menggunakan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL), Standar Nasional Indonesia (SNI) serta estetika kerapihan pemasangan. Sehingga untuk sistem instalasi listrik pada bangunan, khususnya Rumah Bertingkat diperlukan perencanaan yang matang supaya sistem tersebut mampu bekerja dengan sangat efektif, efisien serta sistem tersebut mampu mengatasi gangguan yang terjadi dalam proses penyaluran atau pendistribusian tenaga listrik di Bangunan tersebut. Bangunan Bertingkat ini terdiri dari 3 lantai dan terdapat 7 kamar tidur , Kenyamanan dalam bekerja atau beraktifitas tentunya tidak terlepas dari penyediaan penerangan yang baik terutama di malam hari atau di tempat yang tidak ada ventilasi cahayanya. Daya yang terpasang di Rumah Bertingkat ini sebesar 4607 VA yang di back up oleh generator-set sebesar 5000 Watt, dan daya yang diajukan ke PLN sebesar 5500 Watt. Pengaturan penggunaan daya dan penerangan serta beban listrik dalam hal ini adalah dimaksudkan untuk menciptakan suatu ruangan yang nyaman dengan penggunaan daya yang efisien serta tidak berlebihan.

**Kata Kunci : Instalasi listrik, daya listrik, tegangan rendah.**

## ABSTRACT

### ELECTRICAL INSTALLATION DESIGN PHASE STANDARD PUIL 1 STORY HOUSE WITH GREAT POWER

Feri Ardiansyah<sup>1</sup> , Syawaluddin<sup>2</sup>

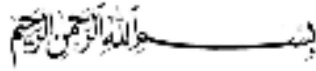
<sup>1,2</sup> Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of  
Muhammadiyah Makassar

E-Mail: <sup>1</sup>[feriardiansyah594@gmail.com](mailto:feriardiansyah594@gmail.com), <sup>2</sup>[syawaludin7014@gmail.com](mailto:syawaludin7014@gmail.com)

The electrical installation is one part of the electric power system, its application to building and electric power equipment. The installation of electricity helps distribute electrical energy for use by consumers. Electrical installation must use the appropriate standard General requirements Electrical Installation (PUIL), the Indonesian National Standard (SIN) and the aesthetics of the installation neatness. So for electrical installation systems in buildings, in particular Terraced house required careful planning so that the system can work very effectively, efficiently and the system is able to cope with a disorder that occurs in the process of distributing or distribution of electric power in the building. Building storey consists of 3 floors and there are 7 bedrooms, Convenience in work or activities must not be separated from the provision of good lighting, especially at night or in a place that no ventilation light. Terraced house installed power of 4607 VA These are backed up by a generator-sets of 5000 Watt and submitted to the PLN power of 5500 Watts. Regulating the use of power and lighting as well as electrical load in this case is intended to create a space that is comfortable with efficient power usage and not excessive.

**Keywords:** Electrical installations, electrical power, low voltage.

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillah Rabbil Alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT, atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Dalam penyusunan skripsi ini, kami banyak mendapatkan bantuan baik materil maupun moriil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih kepada :

- Ibu, Ayah dan seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan dukungan doa dan motivasi;
- Ibu Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T, selaku pembimbing pertama dan Bapak Andi Faharuddin ST.MT selaku dosen pembimbing kedua yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan kami dalam penyusunan skripsi ini.
- Ibu Adriani, S.T.,M.T, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar atas segala saran, kritik, bimbingan dan nasehatnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
- Bapak Andi Ullah selaku pemilik Rumah yang mempercayakan kami untuk merancang instalasi listriknya.
- Teman-teman yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan

skripsi ini.

- Semua pihak yang telah membantu pembuatan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin agar tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan harapan, namun keterbatasan kemampuan kami sehingga tugas akhir ini tampil dengan segala kekurangan. Oleh karena itu, kami senantiasa membuka diri terhadap saran dan kritik yang bertujuan untuk penyempurnaan tugas akhir ini. Dan akhirnya semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan. Amiin.

*Billahi Fi Sabilil Haq Fastabiqul Khairat*

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Makassar, Maret 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTARGAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masa.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah .....	3
E. Metodologi Penelitian .....	3

F. Sistematis Penulisan .....	4
-------------------------------	---

## **BAB 2 LANDASAN TEORI**

A. Pengertian Instalasi Listrik.....	5
B. Ketentuan Umum Perancangan Instalasi Listrik .....	5
C. Prinsip-Prinsip Dasar Instalasi Listrik.....	6
D. Penghantar .....	8
E. Pengaman .....	15
F. Penerangan .....	18
G. Pengawatan Saklar.....	26
H. Perlengkapan Hubung Bagi(PHB) .....	28
I. Pentanahan.....	30
J. Catu Daya Cadangan (Genset) .....	34
K. Tata Letak Saklar Lampu Penerangan.....	35
L. Tata Letak Stopkontak.....	35

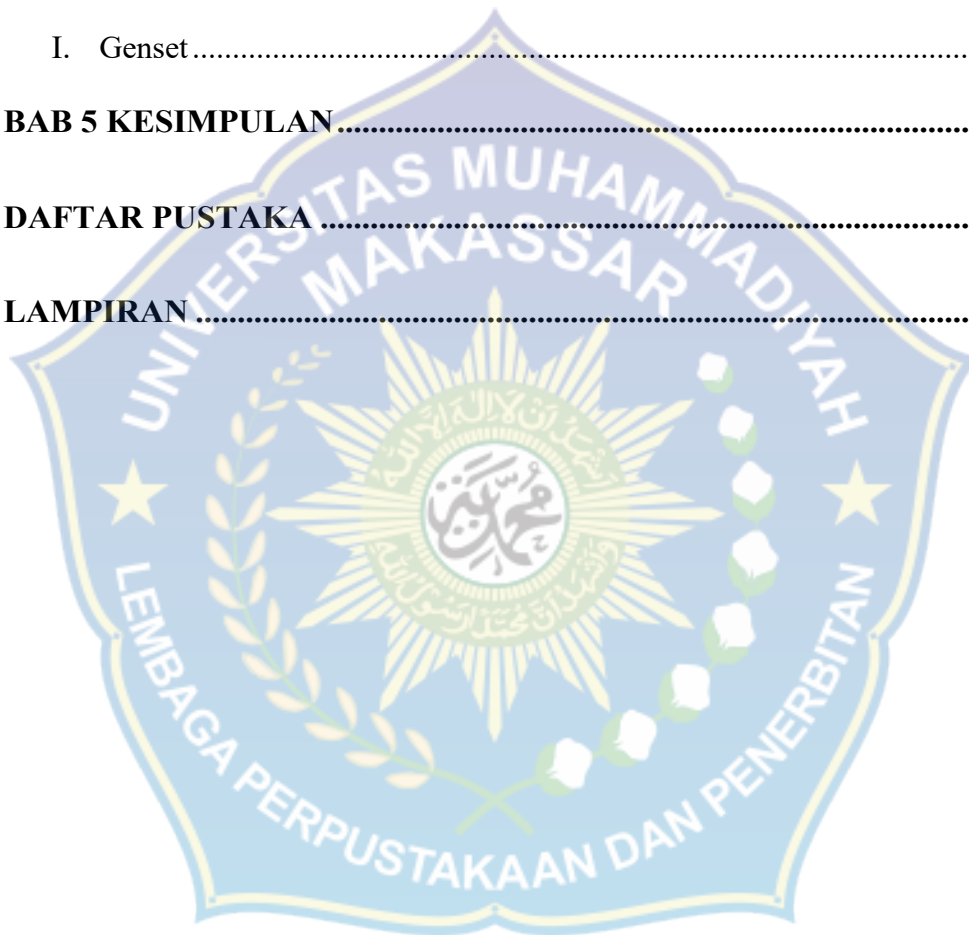
## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

A. Waktu Dan Tempat Penelitian.....	37
B. Alat Dan Bahan .....	37
C. Analisis Data .....	37

## **BAB 4 ANALISA DAN PERHITUNGAN**

A. Penentuan Jumlah Armatur .....	39
B. Pemilihan penghantar .....	51
C. Perhitungan Luas Penampang .....	51

D. Perhitungan Untuk Penghantar Pada Panel Utama.....	54
E. Penentuan Penghantar .....	56
F. Perhitungan Drop Tegangan.....	57
G. Diagram Singel Line Daya .....	59
H. Analisa Pentanahan .....	63
I. Genset.....	65
<b>BAB 5 KESIMPULAN.....</b>	<b>67</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>69</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi kabel NYA .....	10
Gambar 2.2 Konstruksi kabel NYM.....	10
Gambar 2.3 Konstruksi kabel NYY .....	11
Gambar 2.4 Bagian-bagian MCB satu fasa.....	16
Gambar 2.5 MCB.....	18
Gambar 2.6 Pengawatan saklar tunggal .....	28
Gambar 2.7 Pengawatan Saklar Impuls .....	28
Gambar 2.8 Pengawatan saklar tukar .....	29
Gambar 2.9 Sistem TT.....	34
Gambar 3.1 Flowcart Penelitian .....	40
Gambar 4.1 Denah Lantai 1.....	44
Gambar 4.2 Denah Lantai 2.....	47
Gambar 4.3 Denah Lantai 3.....	49
Gambar 4.4 Single Line Diagram Panel Utama.....	59
Gambar 4.5 Single Line Diagram Panel Lantai 1 .....	60
Gambar 4.6 Single Line Diagram Panel Lantai 2 .....	61
Gambar 4.7 Single Line Diagram Panel Lantai 3 .....	62

Gambar 4.8 Elektroda Batang .....64



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rugi tegangan.....	13
Tabel 2.2 Luminasi yang diijinkan berdasarkan ruangan.....	21
Tabel 2.3 Faktor refleksi berdasarkan warna dinding dan langit-langit.....	24
Tabel 2.4 Resistansi jenis Tanah .....	32
Tabel 2.5 Hambatan tanah dari beberapa jenis tanah .....	33
Tabel 4.1 Spesifikasi Beban Lantai 1 .....	45
Tabel 4.2 Spesifikasi Beban Lantai 2 .....	48
Tabel 4.3 Spesifikasi Beban Lantai 3 .....	50
Tabel 4.4 Penentuan KHA dan Pengaman Panel Lantai1 .....	53
Tabel 4.5 Standar Daya PLN.....	56
Tabel 4.6 Resistansi Jenis Tanah.....	63
Tabel 4.7 Resistansi Pembumian.....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Tampak Depan Rumah

Lampiran 2. Layout Instalasi Listrik Lantai 1

Lampiran 3. Layout Instalasi Listrik Lantai 2

Lampiran 4. Layout Instalasi Listrik Lantai 3

Lampiran 5. Penentuan KHA dan Pengaman

Lampiran 6. KHA Kabel NYM



## DAFTAR SINGKATAN

PUIL	Peraturan Umum Instalasi Listrik
SNI	Standar Nasional Indonesia
AC	Alternating Current
DC	Direct Current
Lux	Luminance
MCB	Miniature Circuit Breaker
PHB	Perlengkapan Hubung Bagi
GENSET	Generator Set
PLN	Perusahaan Listrik Negara
ATS	Automatic Transfer Switch



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Belakangan ini sering kali terjadi kebakaran pada suatu bangunan baik rumah ataupun gedung-gedung lainnya yang penyebabnya diduga karena Hubung singkat atau secara umum karena listrik. Kebakaran karena korsleting listrik menempati urutan teratas sepanjang tahun 2017. Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Provinsi DKI Jakarta mencatat ada 1.471 kasus kebakaran, 924 kasus kebakaran terjadi karena masalah listrik (*Tempo.com 2018*). Pada suatu rumah pun banyak sekali ditemukan instalasi listrik yang mengabaikan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan Standard Nasional Indonesia (SNI) dan tidak memperhatikan ketentuan dari keamanan dan teknologi modern dan juga estetika keindahan.

Perencanaan sistem instalasi listrik pada suatu bangunan haruslah mengacu pada peraturan dan ketentuan yang berlaku sesuai dengan PUIL 2000 dan Undang-Undang Ketenagalistrikan 2002. Pada rumah mewah biasanya membutuhkan energi listrik yang cukup besar, oleh karena itu pendistribusian energi listriknya harus diperhitungkan sebaik mungkin agar energi listrik dapat terpenuhi dengan baik dan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Pada Tugas Akhir ini, penulis akan **merancang instalasi listrik 1 phase rumah bertingkat dengan daya yang besar** yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia(SNI) dan juga Peraturan Umum Instalasi Listrik(PUIL). Perencanaan sistem instalasi listrik rumah bertingkat ini selain disuplai dari PLN juga akan menggunakan suplai *GENSET* sebagai cadangan daya ketika sumber dari PLN mengalami gangguan. Pada perencanaan instalasi listrik rumah bertingkat ini, penulis akan menggunakan metoda perhitungan dan analisa sebagai pendekatan untuk menentukan spesifikasi komponen-komponen yang akan digunakan yang mengacu pada peraturan dan ketentuan berdasarkan PUIL 2000 dan Undang– Undang Ketenagalistrikan tahun 2002.

### **B. Perumusan Masalah**

Beberapa masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini menyangkut instalasi listrik rumah, maka bahasan masalah-masalah tersebut antara lain :

1. Bagaimana cara merancang suatu instalasi listrik yang handal,efisien dan aman ?
2. Bagaimana menentukan jumlah armatur atau titik lampu dalam setiap ruangan ?
3. Bagaimana menentukan kapasitas daya atau rekapitulasi daya dalam instalasi rumah bertingkat ?

### **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Dapat merancang suatu instalasi yang handal, efisien dan aman.
2. Dapat menentukan jumlah armatur atau titik lampu dalam setiap ruangan.
3. Dapat menentukan kapasitas daya atau rekapitulasi daya dalam instalasi rumah bertingkat.

### **D. Batasan Masalah**

Agar masalah yang dibahas menjadi jelas dan tidak menyimpang dari topik yang akan dibahas, maka dalam penulisan skripsi ini kami menekankan, bahwa Permasalahan yang akan dibahas adalah:

1. Tinjauan teori dasar bahan dalam pemasangan instalasi yang disahkan dalam Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL).
2. Analisa gambar menggunakan AutoCAD.
3. Penentuan jumlah armatur atau titik lampu dengan perhitungan manual.

### **E. Metodologi Penelitian**

Kami menggunakan beberapa metode dalam menulis skripsi, antara lain kami melakukan kegiatan pokok yaitu studi pustaka, studi lapangan, diskusi dengan teman, dan konsultasi dengan dosen pembimbing.

1. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan instalasi listrik.

## 2. Studi lapangan

Dengan melakukan studi dilapangan saya dapat memperoleh data tentang objek dari topik dan juga geografis daerah.

## 3. Diskusi.

Yaitu berdiskusi dengan teman-teman dan dosen pembimbing yang mengetahui masalah instalasi listrik.

## **F. Sistematika Penulisan**

Laporan tugas akhir ini terdiri dari atas 5 (lima) bab yang masing-masing terdiri atas beberapa sub bab. Bab dan sub bab yang ada di dalam laporan saling terkait dan mendukung satu sama lain. Bab I Pendahuluan, berisi Latar belakang, Perumusan masalah, Tujuan, Batasan masalah, Metodologi, dan Sistematika penulisan. Kemudian Bab II tentang Landasan teori berkaitan dengan Perencanaan Instalasi Listrik pada bangunan. Bab III tentang Perancangan, Deskripsi bangunan, Perancangan instalasi listrik, gambar situasi, spesifikasi rumah dan daya dari setiap ruangan dan catu daya cadangan (Genset). Bab IV tentang Analisis dan Perhitungan teknis dari perhitungan penghantar, drop tegangan, rating pengaman, single line diagram, daya terpasang berupa tabel rekapitulasi daya dan analisa system. Bab terakhir adalah tentang V tentang Kesimpulan yang diambil setelah melakukan analisis dan perhitungan.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Pengertian Instalasi Listrik**

Instalasi listrik adalah saluran listrik beserta gawai maupun peralatan yang terpasang baik di dalam maupun di luar bangunan untuk menyalurkan arus listrik. Rancangan instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL 2000 dan peraturan yang terkait dalam dokumen seperti UU NO 18 Tahun 1999 tentang jasa konstruksi, Peraturan Pemerintah NO 51 Tahun 1995 tentang Usaha Penunjang Tenaga Listrik dan peraturan lainnya.

#### **B. Ketentuan Umum Perancangan Instalasi Listrik**

Rancangan suatu sistem instalasi listrik harus memenuhi ketentuan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan peraturan lain seperti:

1. Undang-Undang Nomor 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja, Beserta Peraturan Pelaksanaannya.
2. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
3. Undang-Undang Nomor 15 tahun 2002 tentang Ketenagalistrikan

Dalam perancangan sistem instalasi listrik harus diperhatikan tentang keselamatan manusia, makhluk hidup lain dan keamanan harta benda dari bahaya dan kerusakan yang bisa ditimbulkan oleh penggunaan instalasi listrik. Selain itu, berfungsinya instalasi listrik harus dalam keadaan baik dan sesuai dengan maksud penggunaannya.

### C. Prinsip-Prinsip Dasar Instalasi Listrik

Beberapa prinsip instalasi listrik yang harus menjadi pertimbangan pada pemasangan suatu instalasi listrik dimaksudkan agar instalasi yang dipasang dapat digunakan secara optimum, efektif dan efisien. Adapun prinsip dasar tersebut ialah sebagai berikut :

#### 1. Keandalan

Artinya, seluruh peralatan yang dipakai pada instalasi tersebut haruslah handal dan baik secara mekanik maupun secara kelistrikannya. Keandalan juga berkaitan dengan sesuai tidaknya pemakaian pengaman jika terjadi gangguan, contohnya bila terjadi suatu kerusakan atau gangguan harus mudah dan cepat diatasi dan diperbaiki agar gangguan yang terjadi dapat diatasi.

#### 2. Ketercapaian

Artinya, dalam pemasangan peralatan instalasi listrik yang relatif mudah dijangkau oleh pengguna pada saat mengoperasikannya dan tata letak komponen listrik tidak susah untuk dioperasikan, sebagai contoh pemasangan sakelar tidak terlalu tinggi atau terlalu rendah.

#### 3. Ketersediaan

Artinya, 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 diberi pengaman.

#### 4. Keindahan

Artinya, dalam pemasangan komponen atau peralatan instalasi listrik harus ditata sedemikian rupa, sehingga dapat terlihat rapih dan indah serta tidak menyalahi peraturan yang berlaku.

#### 5. Keamanan

Artinya, 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

Artinya, biaya yang dikeluarkan dalam pemasangan instalasi listrik harus diperhitungkan dengan teliti dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu sehingga biaya yang dikeluarkan dapat sehemat mungkin tanpa harus mengesampingkan hal-hal diatas.

#### 7. Pengaruh Lingkungan

Pengaruh pada lingkungan kerja peralatan instalasi listrik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu lingkungan normal dan lingkungan tidak normal. Lingkungan tidak normal dapat menimbulkan gangguan pada instalasi listrik yang normal.

Untuk itu, jika suatu instalasi atau bagian dari suatu instalasi berada pada lokasi yang pengaruh luarnya tidak normal, maka diperlukan perlindungan yang sesuai. Pengaruh luar yang tidak diimbangi dengan peralatan yang memadai akan menyebabkan rusaknya peralatan dan bahkan dapat membahayakan manusia.

Demikian juga pengaruh kondisi tempat akan dipasangnya suatu instalasi listrik, misalnya dalam suatu industri apakah penghantar tersebut harus ditanam atau dimasukan jalur penghantar untuk menghindari tekanan mekanis. Oleh karena itu, pada pemasangan-pemasangan instalasi listrik hendaknya mempunyai rencana perhitungan dan analisa yang tepat.

#### **D. Penghantar**

Komponen-komponen perancangan instalasi listrik ialah bahan-bahan yang diperlukan oleh suatu sistem sebagai rangkaian kontrol maupun rangkaian daya. Dimana rangkaian kontrol dan rangkaian daya ini dirancang untuk menjalankan fungsi sistem sesuai dengan deskripsi kerja.

##### **1. Jenis Penghantar**

Penghantar ialah suatu benda yang berbentuk logam ataupun non logam yang bersifat konduktor atau dapat mengalirkan arus listrik dari satu titik ke titik yang lain. Penghantar dapat berupa kabel ataupun berupa kawat penghantar.

Kabel ialah penghantar yang dilindungi dengan isolasi dan keseluruhan inti dilengkapi dengan selubung pelindung bersama, contohnya ialah kabel *NYM*, *NYA* dan sebagainya. Sedangkan kawat penghantar ialah penghantar yang tidak diberi isolasi contohnya ialah *BC (Bare Conductor)*, penghantar berlubang (*Hollow Conductor*), *ACSR (Alluminium Conductor Steel Reinforced)*. dsb.



Secara garis besar, penghantar dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

a. Penghantar Berisolasi

Penghantar berisolasi dapat berupa kawat berisolasi atau kabel. Batasan kawat berisolasi adalah rakitan penghantar tunggal, baik serabut maupun pejal yang diisolasi, contoh kawat berisolasi: NYA, NYAF. Batasan kabel ialah rakitan satu penghantar atau lebih, baik itu penghantar serabut ataupun pejal, masing-masing diisolasi dan keseluruhannya diselubungi pelindung bersama. Contoh kabel : *NYM- 4 X 2 mm<sup>2</sup>, 300/500 V* artinya kabel 4 inti tanpa penghantar (hijau – kuning) berpenghantar tembaga masing-masing luas penampangnya 2 mm<sup>2</sup> berbentuk bulat, pelindung dalam dan selubung luar PVC, tegangan nominal penghantar fasa- netral 300 V, dan tegangan fasa-fasa 500 V.

b. Penghantar Tanpa Isolasi

Hantaran tak berisolasi merupakan penghantar yang tidak dilapisi oleh isolator, contoh penghantar tidak berisolasi BC (*Bare Conductor*). Jenis-jenis isolasi yang dipakai pada penghantar listrik meliputi isolasi dari *PVC (Poly Vinil Chlorid)*

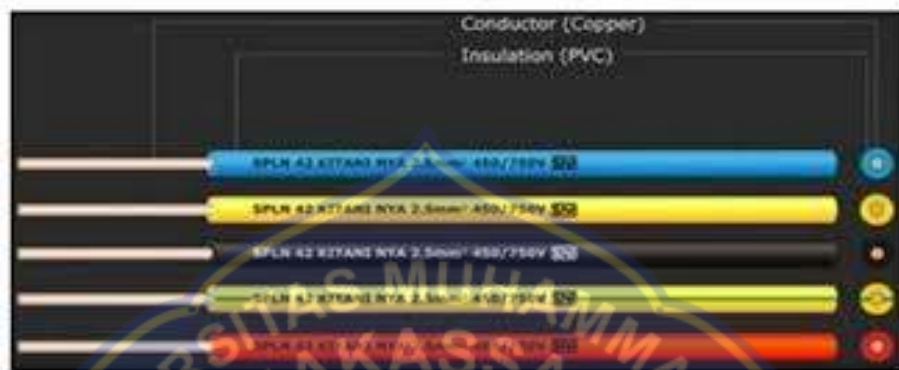
2. Jenis Kabel

Dilihat dari jenisnya, penghantar dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

a. Kabel Instalasi

Kabel instalasi biasa digunakan pada instalasi penerangan, jenis kabel yang banyak digunakan dalam instalasi rumah tinggal untuk pemasangan

tetap ialah NYA dan NYM. Pada penggunaannya kabel NYA menggunakan pipa untuk melindungi secara mekanis ataupun melindungi dari air dan kelembaban yang dapat merusak kabel tersebut.



**Gambar 2.1** . Konstruksi kabel NYA

Kabel NYA hanya memiliki satu penghantar berbentuk pejal, kabel ini pada umumnya digunakan pada instalasi rumah tinggal, sedangkan kabel NYM adalah kabel yang memiliki beberapa penghantar dan memiliki isolasi luar sebagai pelindung. Konstruksi dari kabel NYM terlihat pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Konstruksi kabel NYM

## b. Kabel Tanah

Kabel tanah terbagi menjadi dua yaitu :

### 1. Kabel tanah thermoplastik tanpa perisai

Kabel tanah thermoplastik tanpa perisai seperti NYY, biasanya digunakan untuk kabel tenaga pada industri. Kabel ini juga dapat ditanam dalam tanah, dengan syarat diberikan perlindungan terhadap kemungkinan kerusakan mekanis. Pada prinsipnya susunan NYY ini sama dengan susunan NYM. Hanya tebal isolasi dan selubung luarnya serta jenis PVC yang digunakan berbeda.



**Gambar 2.3** Konstruksi kabel NYY

### 2. Kabel tanah thermoplastik berperisai

Kabel tanah thermoplastik berperisai seperti NYFGbY, biasanya digunakan apabila ada kemungkinan terjadi gangguan kabel secara mekanis.

### 3. Pemilihan Penghantar

Dalam pemilihan jenis penghantar yang akan digunakan dalam suatu instalasi dan luas penghantar yang akan di pakai dalam instalasi tersebut ditentukan berdasarkan 6 pertimbangan :

#### a. Kemampuan Hantar Arus

Untuk menentukan luas penampang penghantar yang diperlukan maka, harus ditentukan berdasarkan atas arus yang melewati penghantar tersebut.

Arus nominal yang melewati suatu penghantar dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Untuk arus searah DC} \quad I = \frac{P}{V} \quad A \quad (2.1)$$

$$\text{Untuk arus bolak balik satu fasa} \quad I = \frac{P}{V \times \cos\phi} \quad A \quad (2.2)$$

$$\text{Untuk arus bolak balik tiga fasa} \quad I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \quad (2.3)$$

Dimana :

$I$  = Arus nominal ( A )

$P$  = Daya aktif ( W )

$V$  = Tegangan ( V )

$\cos \phi$  = Faktor daya

Kemampuan hantar arus yang dipakai dalam pemilihan penghantar adalah 1,25 kali dari arus nominal yang melewati penghantar tersebut. Apabila kemampuan hantar arus sudah diketahui maka tinggal menyesuaikan dengan tabel untuk mencari luas penampang yang diperlukan.

b. Drop Tegangan (Susut Tegangan)

Susut tegangan antara PHB utama dan setiap titik beban, tidak boleh lebih dari 5 % dari tegangan di PHB utama.

Adapun pembagian penentuan drop tegangan pada suatu penghantar dapat digolongkan menjadi beberapa jenis :

- Untuk arus searah
- Untuk arus bolak-balik satu fasa
- Untuk arus bolak-balik tiga fasa

Rugi tegangan biasanya dinyatakan dalam satuan persen (%) dalam tegangan kerjanya yaitu :

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \times 100\%}{V} \quad (2.4)$$

Besarnya rugi tegangan (%) yang diijinkan ialah

**Tabel 2.1 Rugi Tegangan**

O V (%)	Penggunaan Jaringan
0.5	Dari jala-jala ke KWH meter
1.5	Dari KWH meter ke rangkaian penerangan
3.0	Dari KWH meter ke motor atau rangkaian daya

Untuk menentukan rugi tegangan berdasarkan luas penampang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Untuk arus searah, penampang minimum :

$$\Delta V = \frac{2 \times 1 \times 1}{x \times A} \text{ Volt} \quad (2.5)$$

Untuk arus bolak-balik satu fasa, penampang minimum :

$$\Delta U = 2 \times I \times l (RL \cos\phi + XL \sin\phi) \quad (2.6)$$

Untuk arus bolak-balik tiga fasa, penampang minimum :

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (RL \cos\phi + XL \sin\phi) \quad (2.7)$$

Dimana :

$\Delta U$  = Rugi tegangan dalam penghantar (V)

$I$  = Kuat arus dalam penghantar (A)

$L$  = Jarak dari permulaan penghantar sampai ujung (m)

#### c. Kondisi Suhu

Setiap penghantar memiliki suatu resistansi (R), jika penghantar tersebut dialiri oleh arus maka terjadi rugi – rugi  $I^2 R$ , yang kemudian rugi–rugi tersebut berubah menjadi panas, jika dialiri dalam waktu t detik maka panas yang terjadi ialah  $I^2 R t$ , jika dialiri dalam waktu yang cukup lama maka ada kemungkinan terjadinya kerusakan pada penghantar tersebut. oleh karena itu dalam pemilihan penghantar faktor koreksi juga diperhitungkan.

#### d. Kondisi Lingkungan

Di dalam pemilihan jenis penghantar yang digunakan, harus disesuaikan dengan kondisi dan tempat penghantar tersebut akan ditempatkan atau di pasang. Apakah penghantar tersebut akan di tanam di dalam tanah atau di udara.

e. Kekuatan mekanis

Penentuan luas penampang penghantar kabel juga harus diperhitungkan apakah kemungkinan adanya tekanan mekanis ditempat pemasangan kabel itu besar atau tidak, dengan demikian dapat diperkirakan besar kekuatan mekanis yang mungkin terjadi pada kabel tersebut.

f. Kemungkinan perluasan

Setiap instalasi listrik dirancang dan di pasang dengan perkiraan adanya penambahan beban di masa yang akan datang, oleh karena itu luas penampang penghantar harus dipilih lebih besar minimal satu tingkat di atas luas penampang sebenarnya, tujuannya adalah jika dilakukan penambahan beban maka penghantar tersebut masih mencukupi dan susut tegangan yang terjadi akan kecil.

### **E. Pengaman**

Pengaman adalah suatu peralatan listrik yang digunakan untuk melindungi komponen listrik dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan seperti arus beban lebih ataupun arus hubungsingkat.

Fungsi dari pengaman dalam distribusi tenaga listrik ialah :

- Isolasi, yaitu untuk memisahkan instalasi atau bagiannya dari catu daya listrik untuk alasan keamanan
- Kontrol, yaitu untuk membuka atau menutup sirkit instalasi selama kondisi operasi normal untuk tujuan operasi dan perawatan.
- Proteksi, yaitu untuk pengamanan kabel, peralatan listrik dan manusianya terhadap kondisi tidak normal seperti beban lebih, hubung

singkat dengan memutuskan arus gangguan dan mengisolasi gangguan yang terjadi.

#### 1. Mini Circuit Breaker ( MCB )

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara *thermis* dan *elektromagnetis*, pengaman *thermis* berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman *elektromagnetis* berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. MCB dalam kerjanya membatasi arus lebih menggunakan gerakan dwilogam untuk memutuskan rangkaian. Dwilogam ini akan bekerja dari panas yang diterima oleh karena energi listrik yang timbul.



Gambar 2.4 Bagian-Bagian MCB 1 fasa

#### Penjelasan Gambar

1. Actuator Lever atau toggle switch /tuas, digunakan sebagai Switch On-Off dari MCB. Juga menunjukkan status dari MCB, apakah dalam kondisi ON atau OFF.



2. Switch mekanis yang membuat rangkaian terhubung dan arus listrik bekerja.
3. Kontak arus listrik sebagai penghubung dan pemutus aliran arus listrik.
4. Terminal kabel listrik dengan MCB.
5. Bimetal, yang berfungsi sebagai thermal trip
6. Baut untuk kalibrasi pabrikan untuk adjustment/setting arus trip dari MCB setelah pabrikan hanya bisa dilakukan oleh pabrikan
7. Coil atau lilitan yang berfungsi sebagai magnetic trip dan bekerja bila terjadi hubung singkat arus listrik.
8. Pemadam busur api sebagai pengaman jika terjadi percikan api saat terjadi pemutusan atau pengaliran kembali arus listrik.

MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman 1 fasa, sedangkan untuk pengaman tiga fasa biasanya memiliki tiga kutub dengan tuas yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub maka kutub yang lainnya juga akan ikut terputus.



Gambar 2.5 MCB

## F. Penerangan

### 1. Pengetahuan Instalasi Listrik

#### a. Instalasi Listrik

1. Instalasi Daya : Rangkaian listrik yang biasanya digunakan pada kebutuhan daya, misalnya : trafo distribusi, motor listrik, AC dan lainnya.
2. Instalasi Penerangan : Rangkaian listrik yang biasanya digunakan pada beban – beban penerangan.

#### b. Berdasarkan keserasian kerja

1. Menghindari bahaya yang dapat ditimbulkan akibat tegangan sentuh dan kejutan arus yang dapat mengancam keselamatan manusia.
2. Untuk menciptakan suatu sistem instalasi yang dapat diandalkan tingkat keamanannya.

3. Untuk menghindari kerugian – kerugian yang dapat ditimbulkan akibat kebakaran yang disebabkan oleh kegagalan suatu perancangan.

c. Berdasarkan Perencanaan, Ketentuan yang diperlukan

1. Penggunaan warna isolasi penghantar untuk arus bolak balik.

Fasa 1 (R) berwarna merah

Fasa 2 (S) berwarna Kuning

Fasa 3 (T) berwarna hitam

Netral (N) berwarna biru

Pentanahan (PE) berwarna hijau loreng kuning

2. Kotak kontak harus dipasang pada dinding / tembok kurang lebih 1,2 m diatas permukaan lantai.

3. Saklar (pelayanan) harus dipasang pada dinding / tembok sekurang kueangnya 1,2 m diatas permukaan lantai.<sup>3</sup> hal ini sesuai dengan Semua pemutus daya harus mempunyai daya pemutus sekuarang kurangnya sama dengan arus hubung singkat yang dapat terjadi pada sistem instalasi tersebut.

2. Perhitungan Penerangan

Data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan, diantaranya :

- Dimensi Ruang
- Warna dinding dan lantai
- Kegunaan ruangan
- Sistem penerangan yang dikehendaki

- Penyusunan dan kondisi permukaan
- Kondisi kerja, temperature, kelembaban dan sebagainya.

### 3. Pemilihan Armatur

Dari data-data diatas dapat dipilih sumber penerangan dan bentuk armatur yang sesuai, meliputi: Bentuk, Tingkat Pengamanannya dan Komponen-komponen

Sebelum menghitung jumlah lampu yang dibutuhkan.

### 4. Konsep dan Satuan Penerangan

Dalam sistem penerangan terdapat beberapa konsep dan satuan penerangan yang digunakan untuk penentuan banyak dan kekuatan cahaya yang dibutuhkan.

Satuan-satuan dari instalasi penerangan tersebut antara lain :

#### a. Fluksi Cahaya

Ialah suatu sumber cahaya yang memancarkan sinar ke segala arah yang berbentuk garis-garis cahaya. Satuan yang dipakai untuk fluksi cahaya ialah lumen

#### b. Intensitas Cahaya

Ialah flux cahaya per satuan sudut ruang yang dipancarkan ke suatu arah tertentu.. Satuan yang digunakan ialah *Candela*

#### c. Illuminasi

Ialah suatu ukuran untuk terang suatu benda.

**Tabel 2.2** *luminansi* yg diijinkan berdasarkan ruangan:

<i>Interiors and tasks</i>	<i>Standard Service luminance (Lux)</i>	<i>Quality Class</i>
General building areas		
1. <i>Circulation areas, corridors</i>	100	D – E
2. <i>stairs, escalators, cloakrooms</i>	150	C – D
3. <i>stores, stockrooms, toilets</i>	150	C - D
<i>Assembly shops</i>		
1. <i>Rough work &amp; medium work</i>	300	C – D
2. <i>Body assmbly</i>	500	B – C
3. <i>Fine work (Electronic &amp; Office )</i>	750	A – B
4. <i>Very fine work (Instrument assembl )</i>	1500	A - B
<i>Electrical industry</i>		
1. <i>Cable manufacturing</i>	300	B – C
2. <i>Assembly of radio &amp; television Receivers</i>	1000 1500	A – B A - B
3. <i>Electronic component</i>		
<i>Schools</i>		
1. <i>Classrooms, lecture theathers</i>	300	A – B
2. <i>libraries, Reading rooms, Art rooms</i>	500	A - B
<i>Homes and Hotels</i>		
<i>Homes:</i>		
1. <i>Bedrooms</i>		
General	50	B – C
Bed-head	200	B – C
2. <i>Bathrooms</i>		
General	100	B – C
Shaving, make-up	500	B – C
3. <i>living-rooms</i>		

General	100	B – C
Reading, sewing	500	B – C
4.Stairs	100	B – C
5.Kitchens		
General	300	B – C
Working areas	500	B – C
6.Work room	300	B – C
7.Nursery	150	B – C
Hotels:		
1.Entrance halls	300	B – C
2.Dining romos	200	B – C
3.Kitchens	500	B – C

Sumber : Phillips (lighting manual third edition)

#### 5. Penentuan Jumlah dan Kekuatan Lampu

Faktor –faktor yang mempengaruhi penentuan jumlah titik cahaya pada suatu ruangan :

- a. Macam penggunaan ruangan (fungsi ruangan), setiap macam penggunaan ruangan mempunyai kebutuhan kuat penerangan yang berbeda- beda.
- b. Ukuran ruangan, semakin besar ukuran ruangan maka semakin bear pula kuat penerangan yang dibutuhkan.
- c. Keadaan dinding dan langit-langit (faktor refleksi), berdasarkan warna cat dari dinding dan langit-langit pada ruangan tersebut memantulkan ataukah menyerap cahaya.

- d. Macam jenis lampu dan armatur yang dipakai, tiap-tiap lampu dan armatur memiliki konstruksi dan karakteristik yang berbeda.

Letak dan jumlah lampu pada suatu ruangan harus dihitung sedemikian rupa, sehingga ruangan tersebut mendapatkan sinar yang merata. Dan manusia yang berada didalam ruangan tersebut menjadi nyaman, penerangan untuk ruangan kerja harus dirancang sedemikian rupa sehingga pengaruh dari penerangan tidak membuat cepat lelah mata.

Disamping itu harus diperhitungkan juga hal-hal berikut :

- a. Effisiensi Armatur ( $v$ )

Effisiensi sebuah armatur ditentukan oleh konstruksinya dan bahan yang digunakan. Dalam effisiensi penernagan selalu diperhitungkan effisiensi armaturnya.

$$V = \frac{\text{Fluks cahaya yang dipantulkan}}{\text{Fluks cahaya yang dipancarkan sumber}} \quad (2.8)$$

- b. Faktor-faktor refleksi

Faktor-faktor refleksi dinding ( $r_w$ ) dan faktor refleksi ( $r_p$ ) masing-masing menyatakan bagian yang dipantulkan dari fluks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit yang mencapai bidang kerja. Pengaruh dinding dan langit-langit pada sistem penerangan langsung jauh lebih kecil daripada pengaruhnya pada sistem-sistem penerangan lain, sebab cahaya yang jatuh pada dinding dan langit-langit hanya sebagian dari fluks cahaya.

**Tabel 2.3** Faktor refleksi berdasarkan Warna dinding dan langit-langit

Warna	Faktor Refleksi	Warna	Faktor Refleksi
Putih	0,7 – 0,8	Oranye	0,2 – 0,25
Coklat Terang	0,7 – 0,8	Hijau Tua	0,1 – 0,15
Kuning Terang	0,55 – 0,65	Biru Tua	0,1 – 0,15
Hijau Terang	0,45 – 0,5	Merah Tua	0,1 – 0,15
Merah Muda	0,45 – 0,5	Hitam	0,04
Biru Langit	0,4 – 0,45	Abu - abu	0,25 – 0,35

c. Indeks Ruang atau Indeks Bentuk ( $k$ )

$$k = \frac{p \times l}{h(p+l)} \quad (2.9)$$

Keterangan :

$p$  = panjang ruangan (meter)

$l$  = Lebar ruangan (meter)

$h$  = jarak / tinggi armatur terhadap bidang kerja (meter).

d. Faktor Penyusutan / depresiasi ( $kd$ )

$$kd = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \quad (2.10)$$

Untuk memperoleh efisiensi penerangan dalam keadaan dipakai, nilai efisiensi yang didapat dari tabel harus dikalikan dengan



faktor penyusutan. Faktor penyusutan ini dibagi menjadi tiga golongan utama, yaitu :

- Pengotoran ringan (daerah yang hampir tak berdebu)
- Pengotoran sedang / biasa
- Pengotoran berat (daerah banyak debu)

Bila tingkat pengotoran tidak diketahui, maka faktor depresi yang digunakan ialah 0,8 cm.

e. Bidang Kerja dan Effisiensi

Intensitas penerangan harus ditentukan dimana pekerjaan akan dilaksanakan. Bidang kerja umumnya diambil 0,8 cm diatas lantai.

f. Faktor Utility (Kp)

$$kp = kp_1 + \frac{k-k_1}{k_2-k_1} (kp_2 - kp_1) \quad (2.11)$$

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

$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times \eta_{arm} \times kd} \quad (2.12)$$

Keterangan :

**n** = jumlah lampu

**E** = illuminasi penerangan yang dibutuhkan ruangan (lux)

**A** = luas ruangan (m<sup>2</sup>)

**F** = Fluks cahaya yang dikeluarkan oleh lampu (lumen)

**η** = effisiensi armatur (%)

*kd* = faktor depresiasi

*kp* = faktor utility

## 6. Lampu Penerangan

### a. Jenis Jenis Lampu Penerangan

- **Lampu Downlight**

Lampu ini sangat populer digunakan oleh rumah yang mengedepankan estetika. Lampu ini juga memiliki reflektor cahaya yang lebih fokus, sehingga menjadi mudah diatur. Downlight mempunyai keterbatasan dalam pemasangan lampu contoh nya Tabung dari Lampu Hemat Energy tidak bisa melebihi panjang reflektor dari downlight tersebut, akan terlihat jelek dan distribusi cahaya tidak akan optimal. Downlight juga kurang bisa melepas panas dari lampu sehingga terdapat tanda kehitaman di pinggir plafond duct. Pilihlah downlight yang mempunyai lubang agak besar untuk melepas panas dari lampu lebih mudah.

- **Lampu LED**

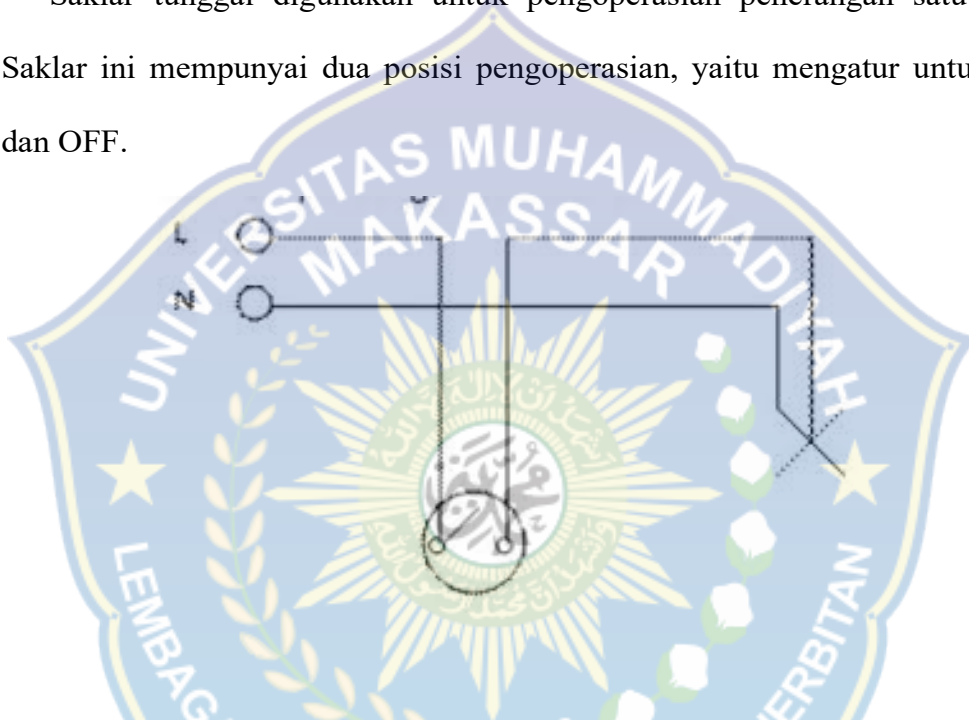
Lampu ini merupakan sirkuit semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika dialiri listrik. Sifatnya berbeda dengan filamen yang harus dipijarkan (dibakar) atau lampu TL yang merupakan pijaran partikel. Lampu LED memancarkan cahaya lewat aliran listrik yang relatif tidak menghasilkan banyak panas. Karena itu lampu LED terasa dingin dipakai karena tidak menambah panas ruangan seperti lampu pijar. Lampu LED

juga memiliki warna sinar yang beragam, yaitu putih, kuning, dan warna-warna lainnya.

## G. Pengawatan Saklar

### 1. Pengawatan saklar tunggal

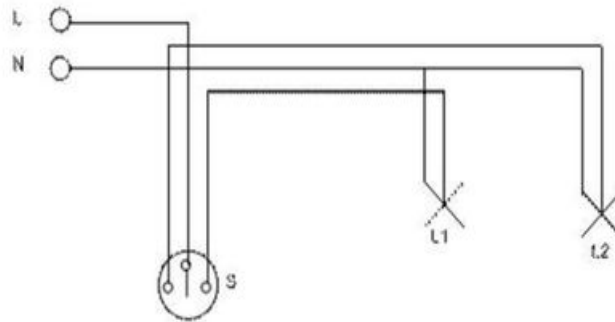
Saklar tunggal digunakan untuk pengoperasian penerangan satu arah. Saklar ini mempunyai dua posisi pengoperasian, yaitu mengatur untuk ON dan OFF.



Gambar 2.6 Pengawatan saklar tunggal

### 2. Pengawatan Saklar Seri

Merupakan dua buah saklar tunggal yang dihubungkan secara seri. Anda bisa menghidupkan satu buah lampu atau lebih secara bersamaan ataupun bergantian. Biasanya saklar ini dipasang pada area yang memiliki lebih dari satu lampu. Misalnya ruang keluarga dengan ruang tamu.



Gambar 2.7 Pengawatan saklar Seri

### 3. Pengawatan saklar tukar

Saklar tukar dipakai untuk sistem pengaturan dua arah. Yang dimaksud dengan sistem pengaturan dua arah tersebut adalah untuk menghidupkan dan mematikan rangkaian dari suatu pemakai, di mana pengoperasiannya dapat dilakukan dari dua tempat secara terpisah. Pada setiap pengoperasian dari salah satu saklar akan mengganti keadaan kerja dari pemakai.



Gambar 2.8 Pengawatan saklar tukar

## H. Perlengkapan Hubung Bagi ( PHB )

PHB harus mempunyai persyaratan yang meliputi, pemasangan, sirkit, ruang pelayanan, penandaan untuk semua jenis PHB, baik tertutup maupun terbuka dan pasangan dalam maupun luar.

### 1. Penataan PHB

PHB harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga rapi dan teratur, dan harus ditempatkan dalam ruang yang cukup luas, sehingga pemeliharaan dan pelayanannya mudah, aman dan mudah dicapai. Seperti instrument ukur, tombol, dan saklar harus dapat dilayani dengan mudah dan aman dari depan tanpa bantuan tangga.

### 2. Konstruksi PHB

Konstruksi PHB ada dua jenis, yaitu yang berada di dalam ruangan dan yang berada di luar ruangan. Sehingga konstruksi PHB harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

#### a. Syarat PHB untuk pemasangan didalam ruangan :

- Rangka, rumah dan bagian konstruksi PHB tertutup harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, tahan lembab dan kokoh.
- PHB tertutup pasangan dalam harus dibuat dengan konstruksi yang diperkuat. Sehingga tahan terhadap gangguan mekanis.

#### b. Syarat PHB untuk pemasangan diluar ruangan

- Selungkup harus kokoh dan dibuat dari bahan yang tahan terhadap cuaca dan lubang ventilasi harus dibuat sedemikian rupa sehingga binatang dan benda kecil serta air yang jatuh tidak masukkedalamnya.

- Semua komponen harus dipasang di bagian dalam, sehingga hanya dapat dilayani dengan membuka tutup yang terkunci.
- Pintu atau penutup PHB yang terbuat dari logam harus diamankan dengan jalan membumikannya melalui penghantar fleksibel.
- Bila pintu PHB dibuat dari bahan isolasi, instrument ukur dengan BKT yang terpasang pada pintu tersebut harus dihubungkan dengan penghantar proteksi PHB.

3. Syarat-syarat dari PHB sesuai dengan PUIL 2000.

- a. PHB untuk pemasangan diluar harus dipasang ditempat yang cukup tinggi sehingga tidak akan terendam pada saat banjir.
- b. Penyambungan saluran masuk dan saluran keluar pada PHB harus menggunakan terminal, sehingga penyambungannya dengan komponen dapat dilakukan dengan mudah, teratur dan aman.
- c. Disekitar PHB harus terdapat ruang yang cukup luas sehingga pemeliharaan, pemeriksaan, perbaikan, pelayanan dan lalu lintas dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- d. Untuk memudahkan pelayanan dan pemeliharaan, harus dipasang bagan sirkit PHB yang mudah dilihat.
- e. *Instrumen* ukur dan *indicator* yang dipasang pada PHB harus terlihat jelas dan harus ada petunjuk tentang besaran apa yang dapat diukur dan gejala apa yang ditunjukkan.

## I. Pentanahan

Pembumian/Pentanahan adalah Hubungan listrik yang sengaja dilakukan dari beberapa bagian instalasi listrik ke system pentanahan. Penghantar tanpa isolasi yang ditanam didalam tanah dianggap sebagai bagian dari elektroda pentanahan dan harus memenuhi ketentuan PUIL 2000. Bagian-bagian dari peralatan listrik harus ditanahkan, untuk membatasi tegangan sentuh, yaitu tegangan yang timbul pada bagian peralatan selama terjadi gangguan satu fasa ke tanah, sehingga menghindari bahaya terhadap manusia. Dan pada pentanahan *body system* bertujuan untuk memperkecil terjadinya tegangan sentuh dan atau tegangan langkah.

- ❖ Yang dimaksud dengan *tegangan sentuh* ialah beda tegangan antara logam yang dihubungkan dengan sistem pentanahan dengan suatu titik dipermukaan tanah sejauh jangkauan orang normal berdiri dari logam tersebut.
- ❖ Sedangkan *tegangan langkah* ialah tegangan antara 2 titik pada permukaan tanah disekeliling elektroda pentanahan dimana jarak kedua titik sejauh langkah orang.

Beberapa hal yang perlu di perhatikan dalam membuat system pentanahan yang baik, yaitu:

- Tanah

Salah satu yang menentukan besarnya hambatan pentanahan  $R_G$  adalah hambatan jenis tanahnya. Semakin kecil hambatan tanah  $R_{\text{earth}}$ , maka hambatan system pentanahan akan semakin kecil yang berarti semakin baik.

Berdasarkan PUIL 2000, nilai tahanan jenis tanah sangat berbeda-beda bergantung pada jenis tanahnya.

**Tabel 2.4** Resistansi jenis tanah

<b>Jenis Tanah</b>	Tanah Rawa	Tanah Liat dan Tanah Ladang	Pasir Basah	Kerikil basah	Pasir dan kerikil kering	Tanah berbatu
<b>Resistansi jenis (ohm – m)</b>	30	100	200	500	1000	3000

**Tabel 2.5** Hambatan tanah dari beberapa jenis tanah

JENIS TANAH	HAMBATAN TANAH ( $\Omega$ )
Pasir	> 400
TANAH BERPASIR	300
Tanah liat	100
Tanah lempung	60
Tanah Hitam	50
Tanah Gemuk (peat)	20
Tanah tepian sungai	> 0 dan < 50

Sumber : Pengukuran Besaran Listrik, Oleh: Rudy setiabudy

Tujuan pentanahan peralatan ialah :

- Agar jika terjadi kegagalan isolasi maka tegangan sentuh yang tinggi dapat dicegah dan pengaman segera bekerja
- Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak

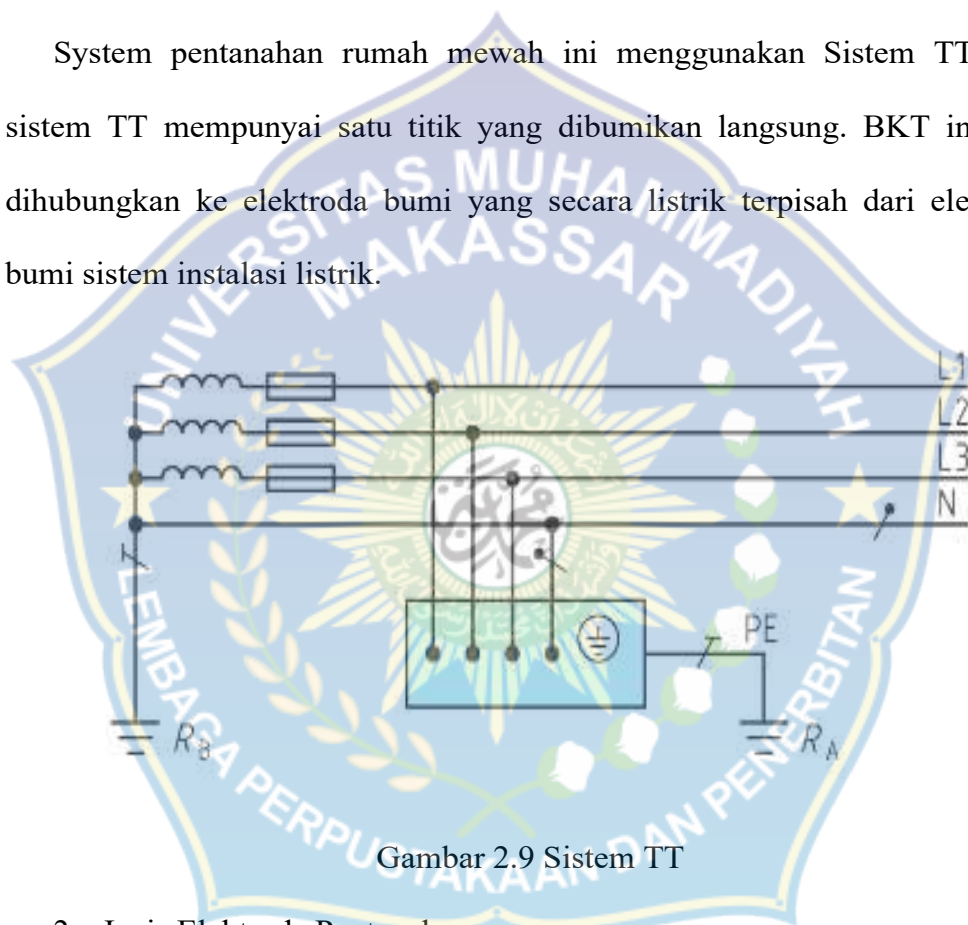


dialiri arus dan antara bagian-bagian ini dengan tanah sampai suatu harga yang aman.

- Untuk mencegah terjadinya tegangan kejut listrik yang berbahaya bagi orang disekitarnya.

### 1. Sistem Pentanahan/Pembumian

System pentanahan rumah mewah ini menggunakan Sistem TT. Jadi sistem TT mempunyai satu titik yang dibumikan langsung. BKT instalasi dihubungkan ke elektroda bumi yang secara listrik terpisah dari elektroda bumi sistem instalasi listrik.



Gambar 2.9 Sistem TT

### 2. Jenis Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan ialah penghantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kotak langsung dengan bumi. Penghantar bumi yang tidak berisolasi yang ditanam dalam bumi dianggap sebagai bagian dari elektrodabumi.

Sebagai bahan elektroda digunakan tembaga, atau baja yang digalvanisasi

atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi setempat tidak mengharuskan memakai bahan lain.

Macam-macam bentuk elektroda pentanahan. Pada dasarnya bentuk pentanahan dapat dilakukan dengan :

- Elektroda Batang
- Elektroda Strip
- Elektroda Plat

### 3. Elektroda Pentanahan

Untuk menentukan diameter ( $d$ ) elektroda pentanahan dapat dihitung:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[ \ln \left( \frac{4L}{A} \right) - 1 \right] \quad (2.13)$$

Dimana :

$R$  : Tahanan Pentanahan ( $\Omega$ )

$\rho$  : Tahanan jenis tanah ( $\Omega$ )

$l$  : Panjang elektroda yang ditanam (m)

$d$  : Diameter batang elektroda pentanahan (m)

### J. Catu Daya Cadangan ( *GENSET* )

Genset (Generator set) adalah perangkat kombinasi antara pembangkit listrik (generator) dan mesin penggerak yang digabung dalam satu set unit untuk menghasilkan tenaga listrik. Mesin penggerak pada genset umumnya merupakan mesin pembakaran internal berupa motor / mesin diesel dengan bahan bakar solar

dan mesin. Sedangkan generator adalah perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator menggunakan prinsip percobaannya faraday yaitu memutar magnet dalam kumparan atau sebaliknya, ketika magnet digerakkan dalam kumparan maka akan terjadi perubahan fluks gaya magnet (perubahan arah penyebaran medan magnet) di dalam kumparan dan menembus tegak lurus terhadap kumparan sehingga menyebabkan beda potensial antara ujung-ujung kumparan (yang menimbulkan listrik).

#### **K. Tata Letak Saklar Lampu Penerangan**

Saklar dinding biasanya dipasang kurang lebih 120 cm di atas lantai jalan yang biasa dilalui. Jika harus dilayani dengan membuka pintu terlebih dahulu, maka saklar dinding ditempatkan didekat dan disisi daun pintu yang membuka.

Tipe pemasangan, dipasang pada dinding (recessed) dan menggunakan doss dengan ketinggian 120 cm di atas permukaan lantai yang sudah jadi.

Saklar harus dilengkapi dengan label yang menunjukkan lampu dari kelompok mana yang dilayaninya.

#### **L. Tata Letak Stop Kontak**

Stop kontak yang digunakan harus memenuhi standar internasional (SII) dan sesuai dengan ketentuan yang terdapat pada PUIL 2000. dimana dalam PUIL dijelaskan, bahwa untuk kotak kontak biasa, kebutuhan maksimum diambil 200 VA atau 200 VA per fasa untuk kotak kontak dengan kemampuan setinggi-tingginya 16 A atau 16 A per fasa. Stop kontak ditempatkan didekat ujung dinding hal ini di maksudkan untuk menghindari

terhalang karena penempatan mebel atau lemari. Stop kontak sebaiknya dipasang kurang lebih 30 cm di atas lantai dengan dilengkapi penutup atau 30 cm di atas landasan bidang kerja meja. Pemasangan kotak kontak harus dipasang sedemikian rupa sehingga ketika dihubungkan tidak mungkin terjadi sentuhan tak sengaja dengan bagian aktif. Pemasangan tata letak stop kontak harus sesuai dengan gambar pada perancangan. Untuk tata letak kotak kontak dapat dilihat pada Layout instalasi listrik.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu : Maret hingga Mei 2019

Tempat : Jl. Tun Abdul Razak , Perumahan Bumi Aroepala  
Blok G No. 2 - Makassar.

#### B. Alat dan Bahan

##### 1. Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

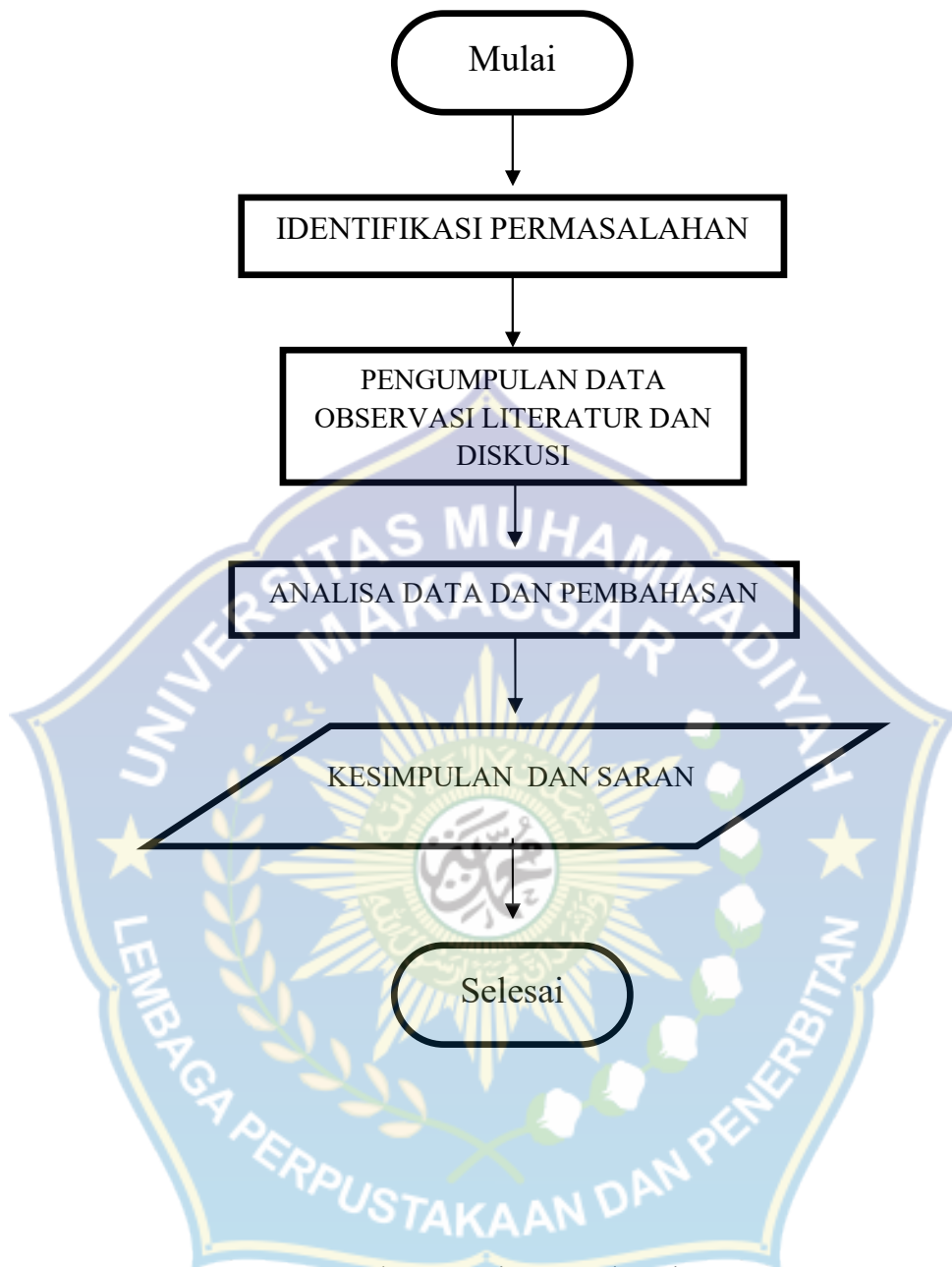
##### a. Laptop ASUS i3 X455LF dengan spesifikasi:

Prosesor	:	Intel ® Celeron ® N4000
Prosesor Grafis	:	Intel HD Graphics
Memori RAM	:	4 GB DDR3.
Memori Harddisk	:	500 GB.
Sistem Operasi	:	Windows 10 Pro 64-bit.

#### C. Analisis Data

Setelah data berhasil dikumpulkan, penulis membuat sebuah tahapan penelitian yang digunakan sebagai alur penelitian, adapun tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat dari *flowchart* penelitian dan *flowchart* pengukuran berikut

:



Gambar 3.1 Diagram Flowchart

## BAB IV

### ANALISIS DAN PERHITUNGAN

#### A. Penentuan Jumlah Armatur

Sebagai contoh perhitungan untuk menentukan jumlah armatur pada sebuah ruangan, penulis mengambil contoh pada ruangan tidur utama, selebihnya untuk ruangan-ruangan lain akan di uraikan dalam tabel.

##### 1. Perhitungan Ruang Tidur Utama Lantai 2

Berdasarkan Tabel 2.2, intensitas cahaya yang dibutuhkan sebesar 50 lux.

Data Ruangan :

Panjang ruangan ( $p$ ) = 4m

Lebar ruangan ( $l$ ) = 7,5m

Tinggi ruangan ( $h$ ) = 3,5m

Tinggi dari bidang kerja ( $tb$ ) =  $h - 0,8 = 2,8$  m

Warna dinding cream dan warna langit-langit putih

Index Ruang ( $k$ ):

$$k = \frac{p \times l}{h(p + l)}$$

$$k = \frac{4 \times 7,5}{2,8(4 + 7,5)}$$

$$k = 0,931$$

Dari perhitungan index ruang diatas, maka didapatkan faktor utility ( $k_p$ ) dengan mengacu pada tabel ( lampiran).

Faktor refleksi langit-langit ( $r_w$ ) = 0,8

Faktor refleksi dinding ( $r_p$ ) = 0,8

Faktor refleksi lantai ( $r_m$ ) = 0,3

Sistem penerangan yang dipakai ialah sistem penerangan *Direct Board beam*.

Dari tabel (lampiran ) didapatkan:

$$k_1 = 0,8$$

$$kp_1 = 0,65$$

$$k_2 = 1$$

$$kp_2 = 0,76$$

Dengan menggunakan Rumus (2.11), maka Faktor Utility, yaitu:

$$kp = kp_1 + \frac{k - k_1}{k_2 - k_1} (kp_2 - kp_1)$$

$$kp = 0,65 + \frac{0,931 - 0,8}{1 - 0,8} (0,76 - 0,65)$$

$$kp = 0,72$$

Penentuan jumlah armatur :

Diasumsikan Jenis lampu yang akan digunakan ialah lampu Downlight Panel

LED PHILIPS 15watt

Fluks cahaya lampu ( $F$ ) 1200 lumen

Kuat penerangan ( $E$ ) sebesar 50 lux (Tabel2.2)

Dari katalog didapatkan  $\eta_{arm} = 0.7$

Faktor depresiasi ( $kd$ ) = 0.8

$$A = p \times l = 4 \times 7,5 = 30$$

Dari data-data diatas maka jumlah lampu yang dibutuhkan ruangan ini yaitu :

$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times \eta_{arm} \times kd}$$

$$n = \frac{50 \times 30}{1200 \times 0,72 \times 0,7 \times 0,8}$$

$$n = 3,1 \approx 3 \text{ Armatur}$$



Jadi jumlah armature/lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini ialah sebanyak 3 armatur/ lampu 15 watt.

Perhitungan daya terpakai ( $St$ ): diasumsikan  $\cos \varphi = 0,9$

$$St = \frac{n \times P}{\cos \varphi}$$

$$St = \frac{3 \times 23}{0,9}$$

$$St = 76,6 \text{ VA}$$

Daya pencahayaan permeter persegi:

$$(P/A) = \frac{St \times \cos \varphi}{A}$$

$$(P/A) = \frac{76,6 \times 0,9}{30}$$

$$(P/A) = 2,3 \text{ w/m}^2$$

## 2. Contoh perhitungan Ruang Keluarga Lantai 2

Berdasarkan Tabel 2.2, intensitas cahaya yang dibutuhkan sebesar 200 lux. Data

Ruangan :

Panjang ruangan ( $p$ ) = 6,2 m

Lebar ruangan ( $l$ ) = 3,5 m

Tinggi ruangan ( $h$ ) = 3,5 m

Tinggi dari bidang kerja ( $tb$ ) =  $h - 0,8 = 2,7$  m

Warna dinding cream dan warna langit-langit putih

Index Ruang ( $k$ ) :

$$k = \frac{p \times l}{h(p + l)}$$

$$k = \frac{6,2 \times 3,5}{2,7(6,2 + 3,5)}$$

$$k = 0,828$$

Dari perhitungan index ruang diatas, maka didapatkan faktor utility ( $kp$ ) dengan mengacu pada tabel ( lampiran).

Faktor refleksi langit-langit ( $r_w$ ) = 0.8

Faktor refleksi dinding ( $r_p$ ) = 0.8

Faktor refleksi lantai ( $r_m$ ) = 0.3

Sistem penerangan yang dipakai ialah sistem penerangan *Direct Board beam*.

Dari tabel (lampiran ) didapatkan :

$$k_1 = 1 \quad kp_1 = 0,76$$

$$k_2 = 1,25 \quad kp_2 = 0,87$$

Dengan menggunakan Rumus , maka besar Faktor Utility, yaitu:

$$kp = kp_1 + \frac{k - k_1}{k_2 - k_1} (kp_2 - kp_1)$$

$$kp = 0,76 + \frac{0,828 - 1}{1,25 - 1} (0,87 - 0,76)$$

$$kp = 0,684$$

Penentuan jumlah armatur :

Diasumsikan Jenis lampu yang akan digunakan ialah lampu phillips 15watt

Fluks cahaya lampu ( $F$ ) 1200 lumen (lampiran)

Kuat penerangan ( $E$ ) sebesar 100 lux (Tabel2.2)

Dari katalog didapatkan  $\eta_{arm} = 0.7$

Faktor depresiasi ( $kd$ ) = 0.8

$$A = p \times l = 6,2 \times 3,5 = 21,7$$

Dari data-data diatas maka jumlah lampu yang di butuhkan ruangan ini yaitu :

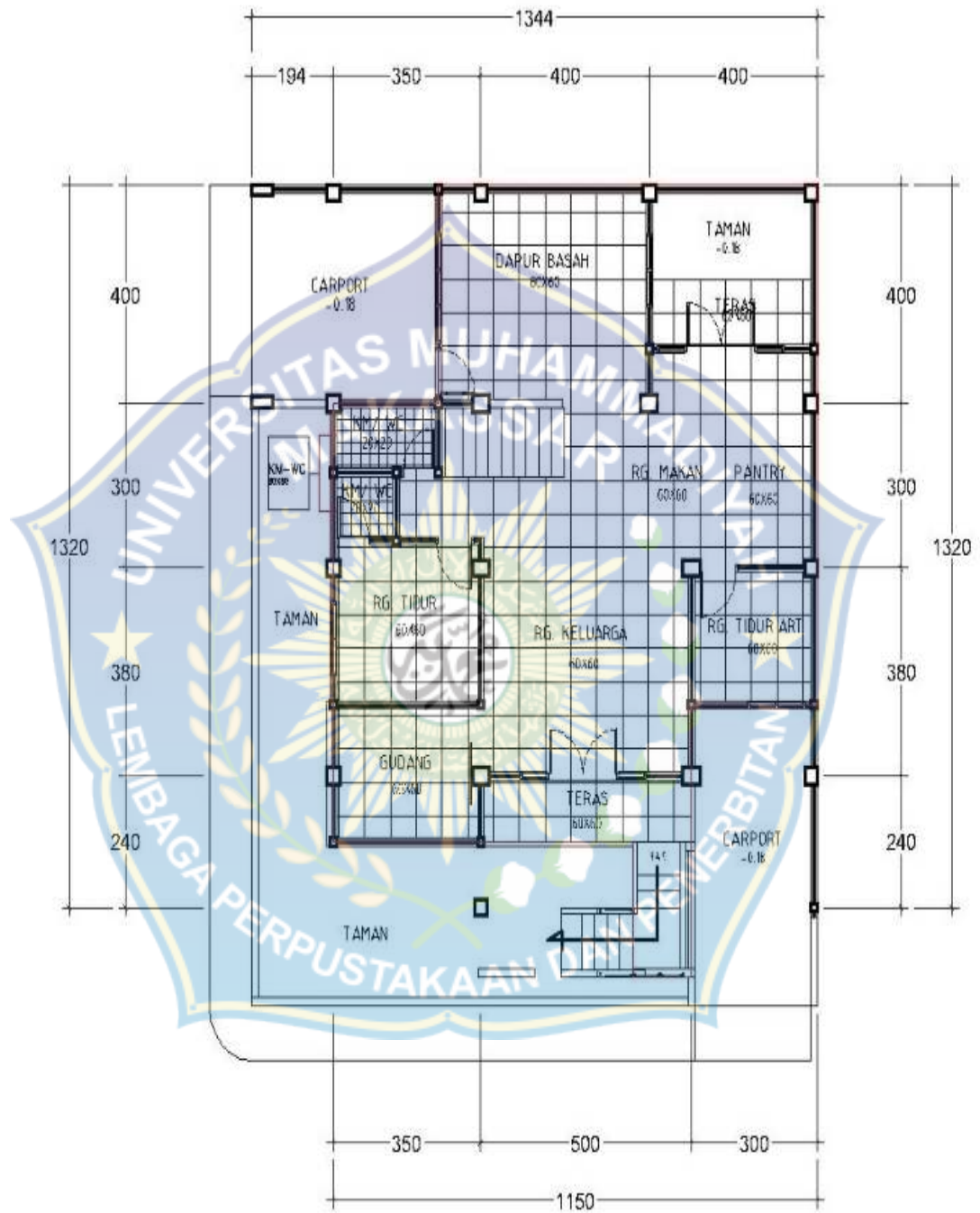
$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times \eta_{arm} \times kd}$$

$$n = \frac{100 \times 21,7}{1200 \times 0,684 \times 0,7 \times 0,8}$$

$$n = 5,66 \approx 6 \text{ Armatur}$$



Gambar Denah Lantai 1



Gambar 4.1 Denah lanantai 1

Tabel 4.1 Spesifikasi Beban Lantai 1

No	Ruangan	BEBAN ( Watt )								Total Daya	
		AC			Lampu Penerangan				Pompa Air		Stop-Kontak (10-200)
		1/2 PK	3/4 PK	1 PK	3	7	10	15			
1	R. Tidur 1	1						1		2	465
2	R. Tidur 2	1						1		2	435
3	Gudang							1			15
4	Kamar Mandi 1					1					7
5	Kamar Mandi 2					1					7
6	R. Keluarga				15		4			1	185
7	Teras						2				20
8	Taman Depan						2				20
9	Taman Belakang						1				10
10	Carport Depan							1			15
11	Carport Belakang							1			15
12	R. Makan				3	4				2	261
13	Dapur					4	1			3	555
14	Gudang							1			15
15	Pompa Air								1	1	300
										Total Daya (WATT)	2295

Ruangan lantai 1 terbagi dalam 5 Group pengaman atau menggunakan 5 MCB

yang terdiri dari:

Lampu penerangan

Stopkontak Umum

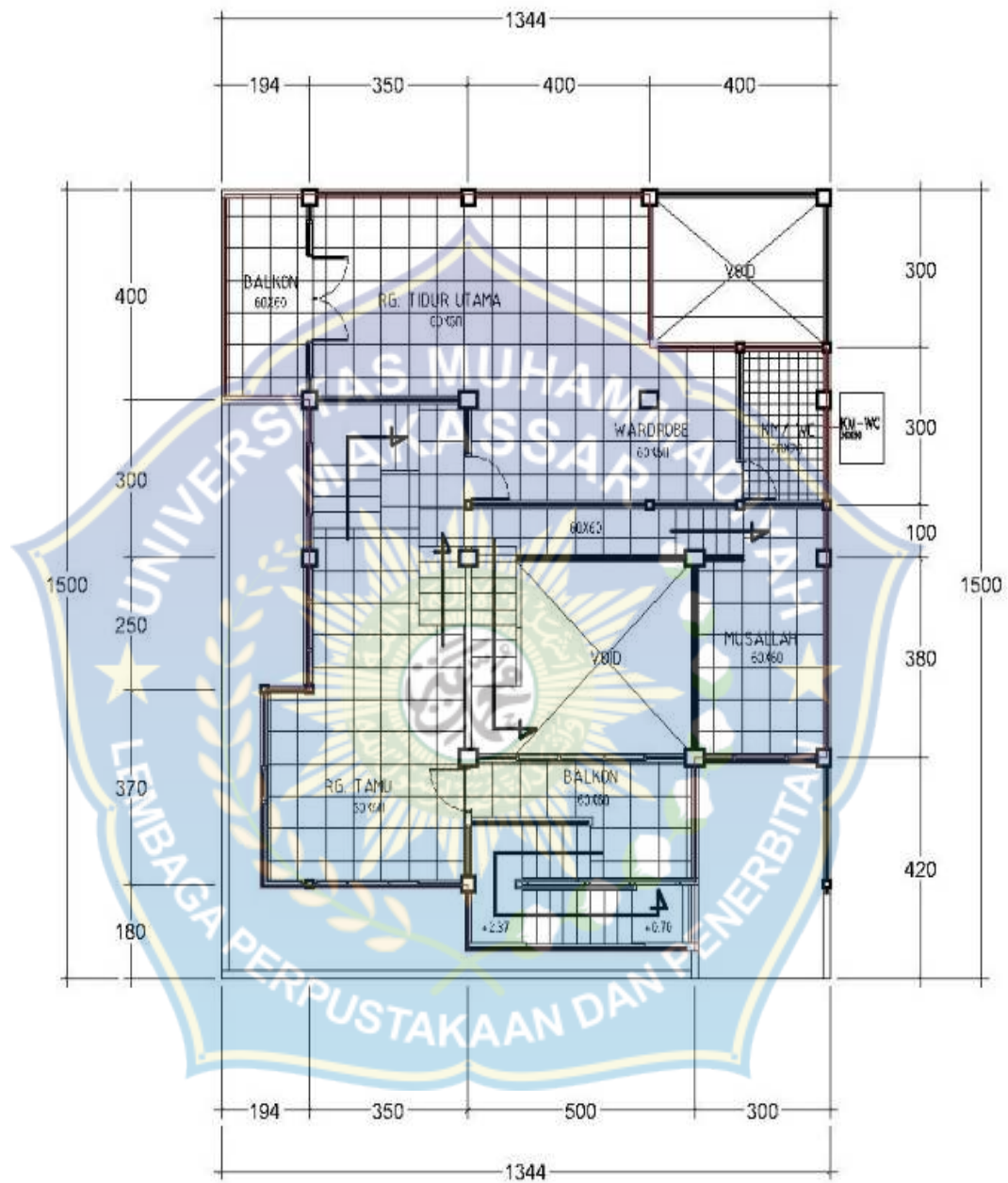
Stopkontak dapur + Mesin Air

Stopkontak AC R.tidur 1

Stopkontak AC R.tidur 2



Gambar Denah lantai 2



Gambar 4.2 Denah Lantai 2

**Tabel 4.2** Spesifikasi Beban Lantai 2

No	Ruangan	BEBAN ( Watt )						Stop- Kontak (10-200)	Total Daya
		AC ( Watt )			Lampu Penerangan				
		½ PK	¾ PK	1 PK	7	10	15		
1	R. Tidur Utama	1		1			3	6	1515
	Wardrobe						2		30
2	Kamar Mandi 1					1			10
3	R. Tamu					2	3	2	265
4	Musholla					2		1	70
5	Balkon					1			10
6	Balkon depan						3		45
7	Tangga Turun						1		15
Total Daya (Watt)									1910

Ruangan lantai 2 ini juga terbagi dalam 5 Group pengaman atau menggunakan

5 MCB yang terdiri dari:

Lampu penerangan

Stopkontak umum

Stopkontak CCTV

Stopkontak AC 1 R.tidur utama

Stopkontak AC 2 R.tidur utama





Tabel 4.3 Spesifikasi Beban Lantai 3

No	Ruangan	BEBAN ( Watt )						Pompa Air	Stop- Kontak (200)	Total Daya
		AC ( PK )			Lampu Penerangan					
		1/2 PK	3/4 PK	1 PK	7	10	15			
1	R. Tidur 4	1					1		1	385
2	R. Tidur 5	1					1		1	385
3	R. Tidur 6						1		1	65
4	R. Tidur 7						1		1	65
5	Kamar Mandi 1				1				1	307
6	Kamar Mandi 2				1					7
7	Kamar Mandi 3				1					7
8	Ruang Keluarga				4	2			1	148
9	Teras Depan					4				40
10	Teras Belakang					3				30
11	Pompa Air							1		125
									Total Daya (Watt)}	1554

Ruangan lantai 3 ini juga terbagi dalam 4 Group pengaman atau menggunakan 4 MCB yang terdiri dari:

Lampu penerangan

Stopkontak umum + mesin air

Stopkontak AC R.tidur 4

Stopkontak AC R.tidur 5

## **B. Pemilihan Penghantar**

Untuk pemilihan kabel penghantar, sebaiknya dilihat terlebih dahulu dari tanda pengenal yang tertera pada kabel tersebut. Pilihlah kabel yang sepanjang permukaannya tertera sekurang-kurangnya:

1. Tanda pengenal standar misalnya SNI, IEC, SPLN.
2. Tanda pengenal produsen
3. Jumlah dan ukuran inti.

Jangan menggunakan kabel polos, karena tidak memenuhi standar.

Spesifikasi Kabel yang akan digunakan untuk instalasi listrik Rumah bertingkat ini dapat dilihat pada lampiran.

## **C. Perhitungan Luas Penampang Penghantar**

Untuk menghindari terjadinya kerusakan pada sebuah penghantar, maka luas penampang penghantar harus diperhitungkan dengan teliti. Kerusakan pada sebuah penghantar dapat diakibatkan oleh arus yang melalui penghantar tersebut melebihi kapasitas KHA nya. Jenis penghantar yang tepat akan sangat menentukan kemampuan dan keandalan untuk peralatan listrik yang bekerja. Sesuai dengan PUIL 2000 :

- Semua penghantar yang digunakan harus dibuat dari bahan yang memenuhi syarat, sesuai dengan tujuan dan penggunaannya, serta telah diperiksa dan diuji menurut estandar penghantar yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang.
- Penghantar harus diamankan dengan alat pengaman (pengaman lebur

atau pemutus daya) yang harus membuka sirkit dalam waktu yang tepat bila timbul bahaya bahwa suhu penghantar akan menjadi terlalu tinggi. Untuk mendapatkan besarnya nilai KHA pada sebuah penghantar, maka terlebih dahulu harus didapatkan nilai arus maksimum yang akan mengalir pada penghantartersebut.

Perhitungan untuk penghantar pada Panel Lantai 1 (Lampu Penerangan).

Karena beban yang dipakai 15 lampu 3 Watt , 5Lampu 7 Watt , 17 lampu 10 Watt , 7 lampu 15 Watt total beban 355 Watt

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \quad \text{€ (diasumsikam Cos } \varphi = 0,9)$$

$$I = \frac{355}{220 \times 0,9}$$

$$I = 1,8 \text{ Ampere}$$

Arus nominal dari sub panel Panel Lantai 1 (Lampu Penerangan) ialah 1,8 A.

Dari arus nominal ini diperoleh KHA penghantar sebesar:

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

$$\text{KHA} = 1,25 \times 1,8 = 2,25 \text{ Ampere}$$

Sesuai dengan Lampiran, maka diperoleh ukuran penghantar ialah NYM 1,5 mm<sup>2</sup>. Untuk ukuran penghantar yang dipilih ialah NYM 2 X 1,5mm<sup>2</sup>.

Perhitungan ukuran penghantar utama (Panel Lantai 1).

KHA penghantar utama = KHA terbesar + Arus nominal yang lainnya.

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \quad \text{€ (diasumsikam } \cos \varphi = 0,9)$$

$$I = \frac{800}{220 \times 0,9}$$

$$I = 4.04$$

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

$$= 1.25 \times 4.04 = 5.05$$

**Tabel 4.4** Penentuan KHA dan Pengaman Panel Lt.1

NO	GROUP	S (watt )	V (v)	cos $\varphi$	$I_n$ (A)	KHA	Penghanta r (mm <sup>2</sup> )	Pengaman (A)	Ket.
1	Lampu Penerangan	355	220	0.9	1.8	2.25	1.5	4	MCB
2	Stopkontak Umum	500	220	0.9	2.52	3.15	2.5	4	MCB
3	Stopkontak Dapur + Mesin Air	800	220	0.9	4.04	5.05	2.5	6	MCB
4	Stopkontak AC 1	320	220	0.9	1.6	2	2.5	4	MCB
5	Stopkontak AC 2	320	220	0.9	1.6	2	2.5	4	MCB

KHA utama = KHA terbesar + Arus nominal yanglainnya.

$$= 5.05 + (1.8 + 2.52 + 1.6 + 1.6)$$

$$= 12.57 \text{ A}$$

Jadi untuk perhitungan luas penampang pada lantai 2 dan lantai 3 tidak paparka, karena cara perhitungannya sama dengan perhitungan luas penampang pada lantai 1 dan untuk tabel KHA dan Pengaman lantai 2 dan lantai 3 dapat di

lihat pada lampiran.

#### D. Perhitungan untuk penghantar pada Panel Utama

Untuk menentukan Penghantar Utama, maka terlebih dahulu kita harus mencari :

1. KHA Terbesar pada ketigalantai
  2.  $I_n$  pada panellainnya
- Dari data, maka KHA terbesar ada pada panel lantai 1(Beban Total lebih besar), yaitu:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \quad \text{€ (diasumsikam Cos } \varphi = 0,9)$$

$$I = \frac{2295}{220 \times 0,9}$$

$$I = 11,6 \text{ Ampere}$$

Arus nominal dari Panel Lantai 1 ialah 11,6 A. Dari arus nominal ini diperoleh KHA, sebesar ;

$$\text{KHA} = 1,25 \times 11,6 = 14,5 \text{ A}$$

Sesuai dengan Lampiran 6, maka penghantar yang digunakan NYM 3 x 4 mm<sup>2</sup>.

- $I_n$  pada lantai 2, yaitu:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \quad \text{€ (diasumsikam Cos } \varphi = 0,9)$$

$$I = \frac{1910}{220 \times 0,9}$$

$$I = 9,65 \text{ Ampere}$$

➤  $I_n$  pada lantai 3, yaitu:

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \quad \text{€ (diasumsikam Cos } \varphi = 0,9)$$

$$I = \frac{1554}{220 \times 0,9}$$

$$I = 6.4 \text{ Ampere}$$

Perhitungan ukuran penghantar utama (Panel Utama),

KHA penghantar utama = KHA terbesar + Arus nominal yang lainnya.

$$= 14,5 + (9,65 + 7,85)$$

$$= 32 \text{ A}$$

Dari Lampiran maka penghantar yang digunakan ialah NYM 3 x 6 mm<sup>2</sup>.

Berdasarkan Tabel standar daya PLN, Maka daya yang diajukan ke PLN untuk penyambungan sebesar 5500 VA, Hal ini dikarenakan hasil perhitungan Total beban terpasang pada Rumah Bertingkat ini sebesar 4607VA. Beban yang terpasang = Total beban x Faktor keserempakan(0,8)

$$\text{Beban yang terpasang} = 5759 \times 0,8 = 4607\text{VA}$$

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \quad \text{€ (diasumsikam Cos } \varphi = 0,9)$$

$$I = \frac{5759}{220 \times 0,9}$$

$$I = 23,6 \text{ Ampere}$$

Arus nominal dari Panel Lantai 1 ialah 23,6 A. Maka dipilih

Setting Pengaman Panel Utama 1 Phase 25A,

MCB (A)	VOLTASE	DAYA PLN (1 Phase)
2A	220V/230V	450
4A	220V/230V	900
6A	220V/230V	1300
10A	220V/230V	2200
16A	220V/230V	3500
20A	220V/230V	4400
25A	220V/230V	5500
32A	220V/230V	7700
40A	220V/230V	8800
50A	220V/230V	11000
63A	220V/230V	13900

Tabel 4.5 Standar Daya PLN

#### E. Penempatan Penghantar

Penempatan Penghantar yang digunakan untuk instalasi penerangan Rumah Mewah, terdiri dari dua jenis, yaitu melalui pipa PVC dan melalui Tray kabel (Khusus untuk panel). Penempatan penghantar harus sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam PUIL 2000. mengenai pemasangan penghantar dalam pipa.

- Hanya kabel rumah yang tidak rusak boleh dipasang di dalam pipa instalasi.
- Didalam pipa instalasi tidak boleh ada sambungan penghantar, penyambungan penghantar ini harus dilaksanakan dalam kotak sambung atau kotak cabang yang di peruntukan bagi maksud itu.



- Kabel rumah dan kabel instalasi tidak boleh dimasukan / ditarik ke dalam pipa instalasi sebelum pekerjaan kasar, antara lain pembetonan dan plesteran, diselesaikan.

## F. Perhitungan Drop Tegangan

Dalam penyaluran tenaga listrik dari suatu sumber ke beban pada suatu instalasi, akan terjadi suatu perbedaan tegangan antara tegangan di sisi sumber dan tegangan di sisi beban. Dimana tegangan pada sisi sumber lebih besar dari pada tegangan di sisi beban. hal ini disebabkan oleh adanya drop tegangan di dalam sistem instalasinya. Susut tegangan antara terminal konsumen dan sembarang titik dari instalasi tidak boleh melebihi 5 % dari tegangan pengenal pada terminal konsumen.

Persentasi susut tegangan ialah 5 % maka :

$$\text{Untuk sistem 3 fasa} \quad \Delta U = \frac{\Delta U}{100\%} \Delta n \quad \Delta U = \frac{5\%}{100\%} 320 = 16 \text{ V}$$

$$\text{Untuk sistem 1 fasa} \quad \Delta U = \frac{\Delta U}{100\%} \Delta n \quad \Delta U = \frac{5\%}{100\%} 220 = 11 \text{ V}$$

Rugi tegangan berdasarkan Luas penampang untuk arus bolak-balik tiga fasa( penampang minimum), yaitu :

Di ambil perhitungan untuk jarak beban terjauh dari Panel Utama yaitu Panel Utama kebeban yang terhubung dengan panel Panel Lantai 3.

Perhitungan drop tegangan dari Panel Utama kepanel Lantai 3, ; Dengan asumsi  $\cos\phi = 0,9$  Kabel NYY 4 x 2,5 mm<sup>2</sup>.

$$l = 17 \text{ m} = 0,017 \text{ (dari panel utama ke panel lantai 3)}$$

$$I = I_n = \frac{1554}{220 \times 0,9}$$

$$I = 6.4 \text{ A}$$

$$RL \cos\varphi + XL \sin\varphi = 7,89 \Omega/\text{Km}$$

$$\Delta U = I \times l (RL \cos\varphi + XL \sin\varphi)$$

$$= 6.4 \times 0.017 \times 7,89 = 0,86 \text{ V}$$

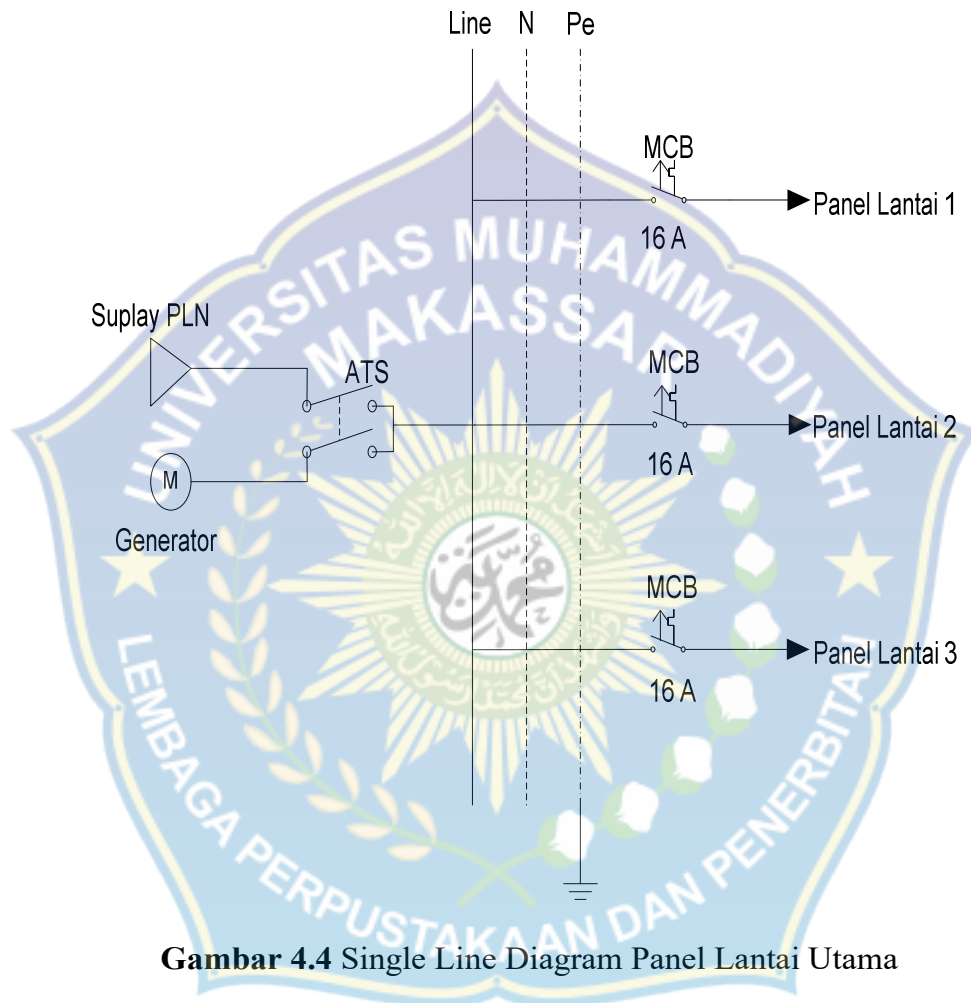
$$\Delta U = \frac{\Delta U}{\Delta n} 100\% \quad \Delta U = \frac{0,86}{220} 100\% = 0,4 \%$$

Jadi Drop Tegangan dari Panel Utama ke Panel Lantai 3 masih sesuai dengan ketentuan PUIL 2000, yaitu sebesar 0,86 Volt atau 0,4%.



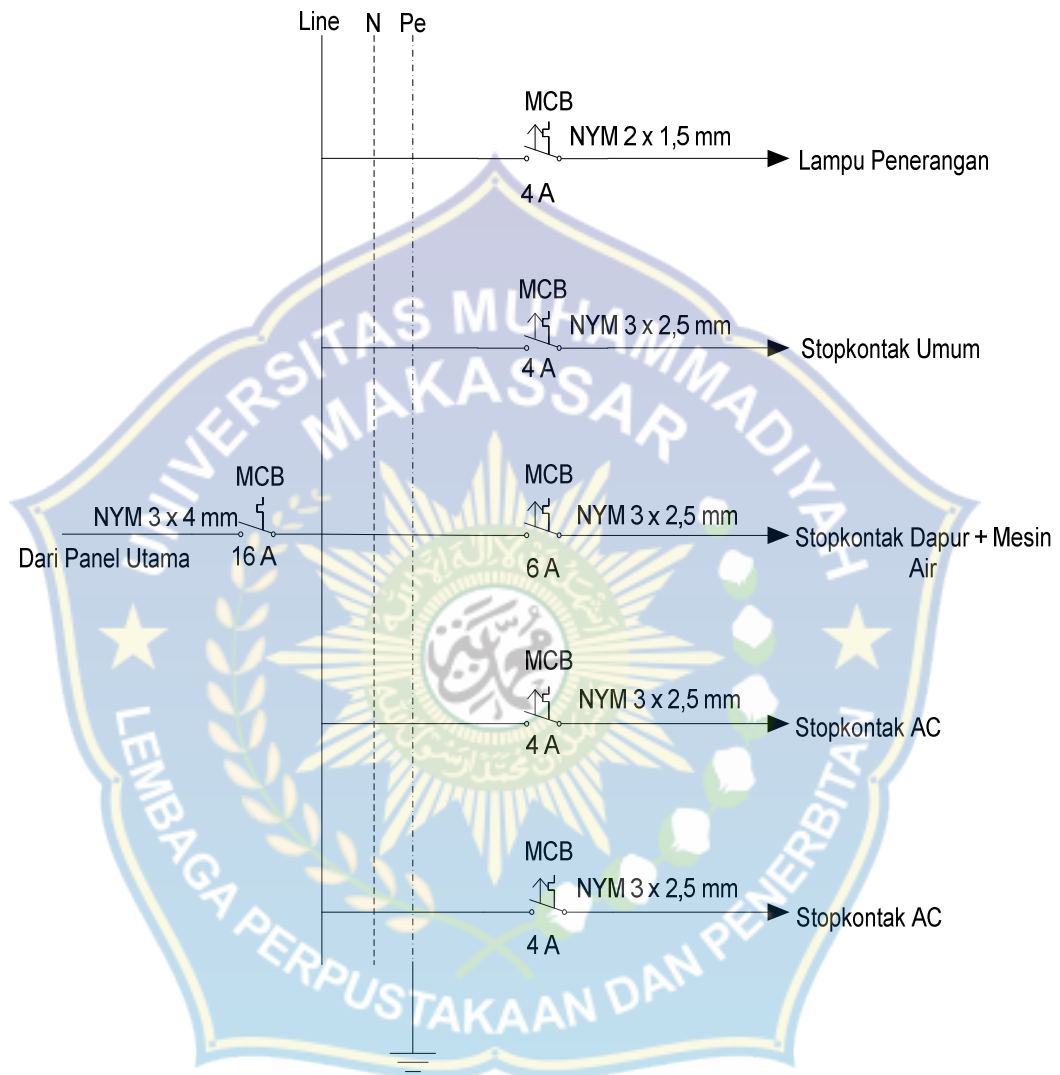
## G. Diagram Singel LineDaya

### Single Line Diagram Panel Utama



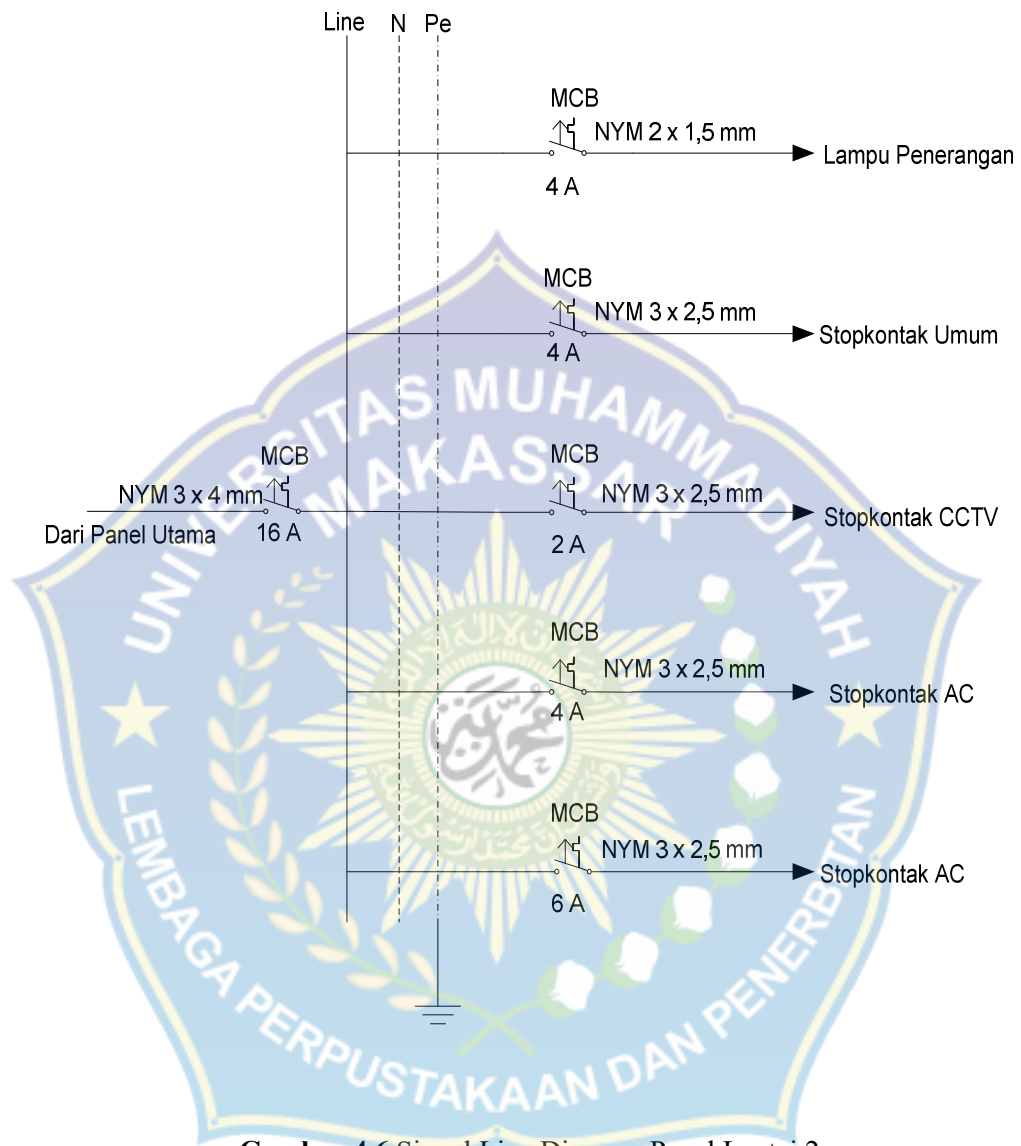
**Gambar 4.4** Single Line Diagram Panel Lantai Utama

### Single Line Diagram Panel Lantai 1



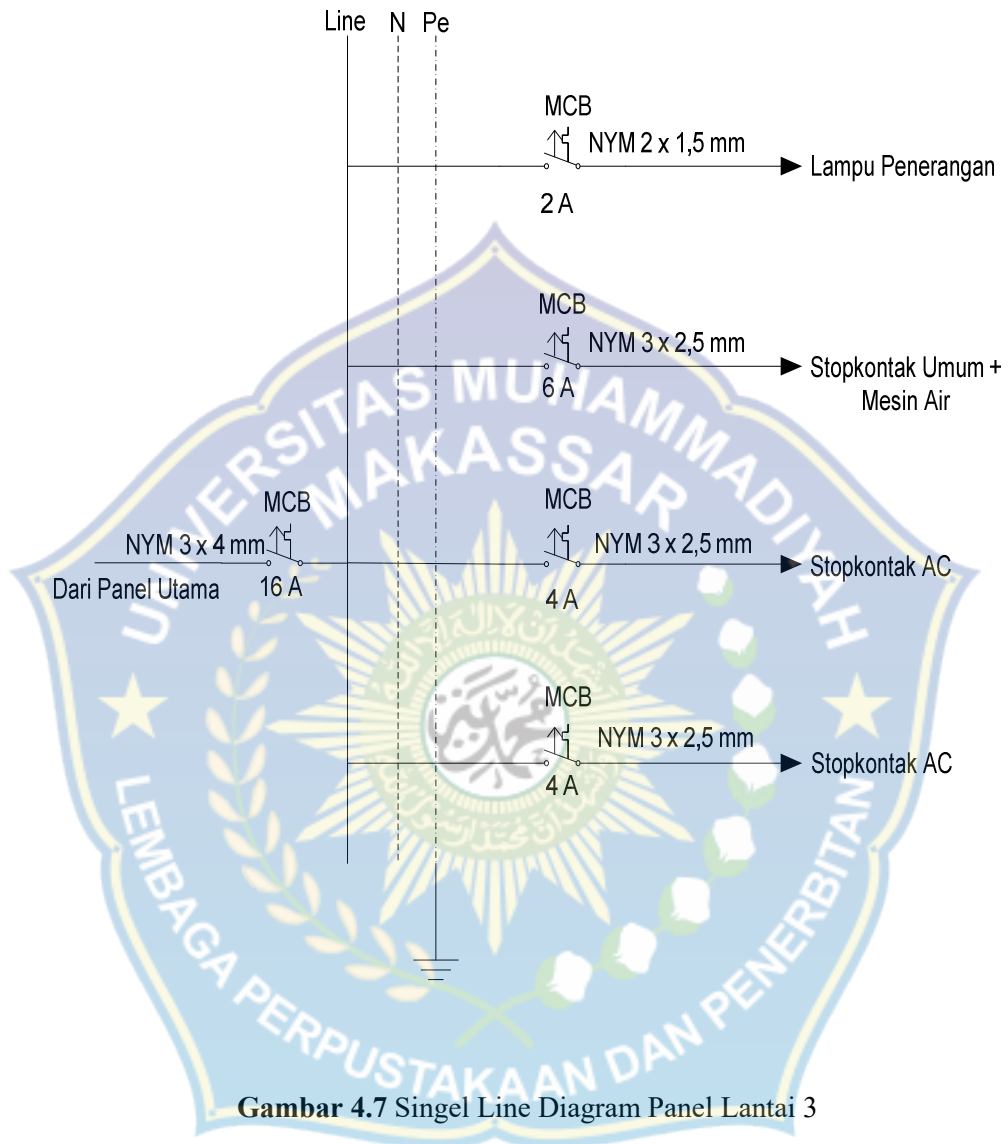
**Gambar 4.5** Singel Line Diagram Panel Lantai 1

### Single Line Diagram Panel Lantai 2



**Gambar 4.6** Singel Line Diagram Panel Lantai 2

### Single Line Diagram Panel Lantai 3



**Gambar 4.7** Singel Line Diagram Panel Lantai 3

## H. Analisa Pentanahan

Besarnya tahanan pentanahan maksimum  $2 \Omega$  . Tahanan pentanahan ini dipengaruhi oleh :

- Jenis tanah, dimana tahanan pentanahan untuk elektroda bumi tergantung dari jenis dan keadaantanah.
- Metoda pemasangan, pemasangan pentanahan dengan menggunakan elektroda batang.

Berdasarkan PUIL 2000, nilai tahanan jenis tanah sangat berbeda-beda bergantung pada jenis tanahnya. Jenis tanah diasumsikan jenis tanah liat dengan tahanan jenis tanah  $100 \Omega$ . Penanaman elektroda batang ditanam sedalam 2 m, dengan tahanan pentanahan sebesar  $20 \Omega$ .

Jenis Tanah	Tanah Rawa	Tanah Liat dan Tanah Ladang	Pasir Basah	Kerikil basah	Pasir dan Kerikil Kering	Tanah berbatu
Resistansi jenis (ohm – m)	30	100	200	500	1000	3000

**Tabel 4.6** Resistansi jenis tanah

**Tabel 4.7** Resistansi pembumian pada resistans jenis Q1 =100

Jenis Elektroda	Batang atau Pipa panjang (m)			
	1	2	3	5-6
Resistans pembumian (ohm)	70	40	30	20

**Gambar 4.8** Elektroda Batang

$$p = R \times \frac{2 \times \pi \times L}{\ln \left\{ 4 \times \frac{1}{d} \right\}}$$

Untuk menentukan diameter ( $d$ ) elektroda pentanahan dapat dihitung :

$p$  : Tahanan jenis tanah ( $\Omega$ )

$R$ : Tahanan Pentanahan( $\Omega$ )

$\Pi$  :konstanta

$L$ : Panjang elektroda yang ditanam(m)

$d$ : Diameter batang elektroda pentanahan(m)



$$p = R \times \frac{2 \times \pi \times L}{\ln \left\{ 4 \times \frac{1}{d} \right\}}$$

$$40 = 100 \times \frac{2 \times 3,14 \times 2}{\ln \left\{ 4 \times \frac{1}{d} \right\}}$$

$$d = \frac{4}{\frac{40 \times 2 \times 3,14 \times 2}{100}}$$

$$d = 0,013 \text{ m} = 13 \text{ mm}$$

Jadi sistem pentanaha yang dipakai untuk Rumah Bertingkat ini menggunakan elektroda batang 14 mm, karna yang beredar di pasaran 14 mm dengan panjang elektroda 2 m.

### I. Genset

Saat terjadi gangguan pada suplai dari PLN, maka rumah ini akan mendapat suplai cadangan dari generator set (GENSET). Menurut prioritas pembagian beban pada Rumah ini, maka kami memilih kapasitas genset yang akan mensuplai yaitu sebesar 5000 Watt. Spesifikasi Genset sebagai berikut:

#### **Diesel Genset Silent Honda Oshima 5000 Watt**

type. : gasoline engine ,air cooled, single cylinder

rated volt : 230V, 1/ phase

volt regulator. : AVR

Ac rated output. : 5.000 watt

Ac max output. : 5.500 watt

starting system : recoil / electric

full tank capacity : 14 liter

oil capacity. : 1,65 liter

continues operating : 12 Hours

Dc output. : 12V/8,3A

dimension. : 740 x 480 x 640 mm

Pemasangan Genset secara interlock dengan sumber dari PLN. Dan pengoperasiannya dilakukan secara manual, tetapi di dalam panel terdapa sebuah ATS (Automatic Transfer Switch). Ketika Genset sedang beroperasi dan sumber dari PLN masuk maka secara otomatis ATS akan memprioritaskan sumber dari PLN untuk digunakan.



## BAB V

### KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan total kebutuhan beban terpasang pada Rumah ini 5759 Watt, maka Daya Terpasang dikalikan factor keserempakan (0,8) sebesar 4607 VA, sehingga Daya yang dibutuhkan dari PLN untuk penyambungan sebesar 5500VA.
2. Untuk meningkatkan kenyamanan dan kehandalan sistem kelistrikan di Rumah ini, maka dalam suplai daya listriknya, selain sumber listrik dari PLN maka juga dilengkapi dengan Generator Listrik cadangan sebesar 5000 Watt, Genset ini mensuplai semua lantai yang mempunyai Total beban 5759 Watt.
3. Penggunaan pengaman atau MCB pada tiap panel masih dibawah standar PUIL Kuat Hantar Arus .
4. Hasil perhitungan drop tegangan dari panel utama kepanel lantai 3 masih sesuai dengan ketentuan PUIL 2000, yaitu sebesar 0,86 Volt atau 0,4 %.

## DAFTAR PUSTAKA

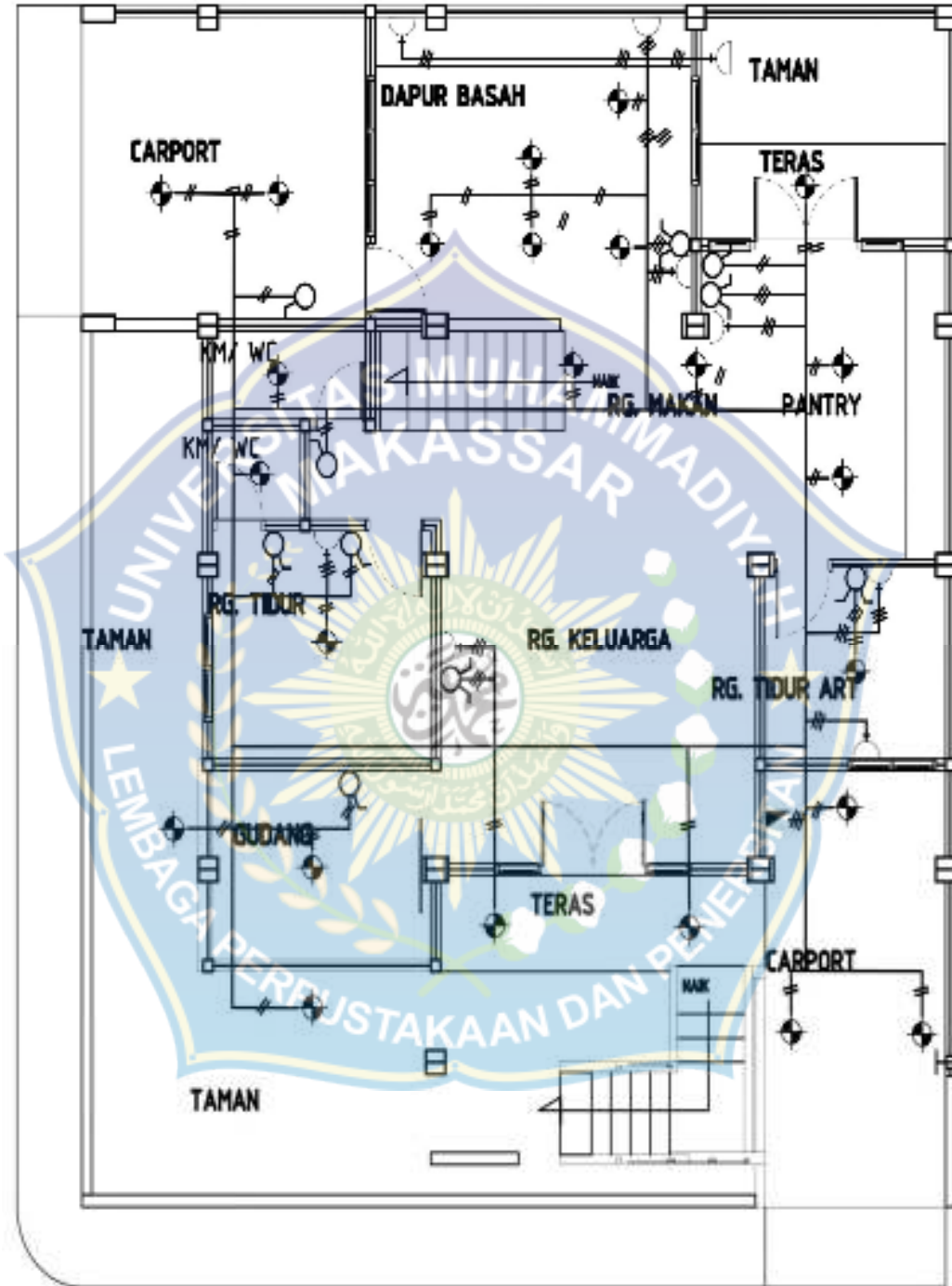
1. Imam Sugandi, Ir. Dkk ; *Panduan Instalasi Listrik untuk Rumah Berdasarkan PUIL 2000*; Yayasan Usaha Penunjang Tenaga Listrik, Jakarta2001.
2. Sumardjati,Prih;*Teknik pemanfaatan tenaga listrik jilid 1,2 dan 3.pdf*.
3. P. Van. Harten, Ir.E.Setiawan; *Instalasi Listrik arus Kuat1* ; CV.TrimitraMandiri.
4. P.VanHarten,Ir.E.Setiawan; *Instalasi Listrik arus Kuat II*; CV.TrimitraMandiri.
5. Rudy Setiabudy ; *Pengukuran Besaran Listrik*.
6. Fatahula, *Instalasi Listrik Domestik*.
7. Muhaimin: *Instalasi Listrik 1*.
8. F. Suryatmo ; *Teknik Listrik Instalasi Penerangan*; RinekaCipta.
9. F. Suryatmo ; *Dasar-dasarTeknikListrik*; RinekaCipta
10. Christian Darmasetiawan, Lestari Puspa kesuma; *Teknik Pencahayaan dan Tata Letak Lampu*; Grasindo
11. Neidle, Michael; *Teknologi Instalasi Listrik*; Erlangga, Jakarta.1982.

## LAMPIRAN

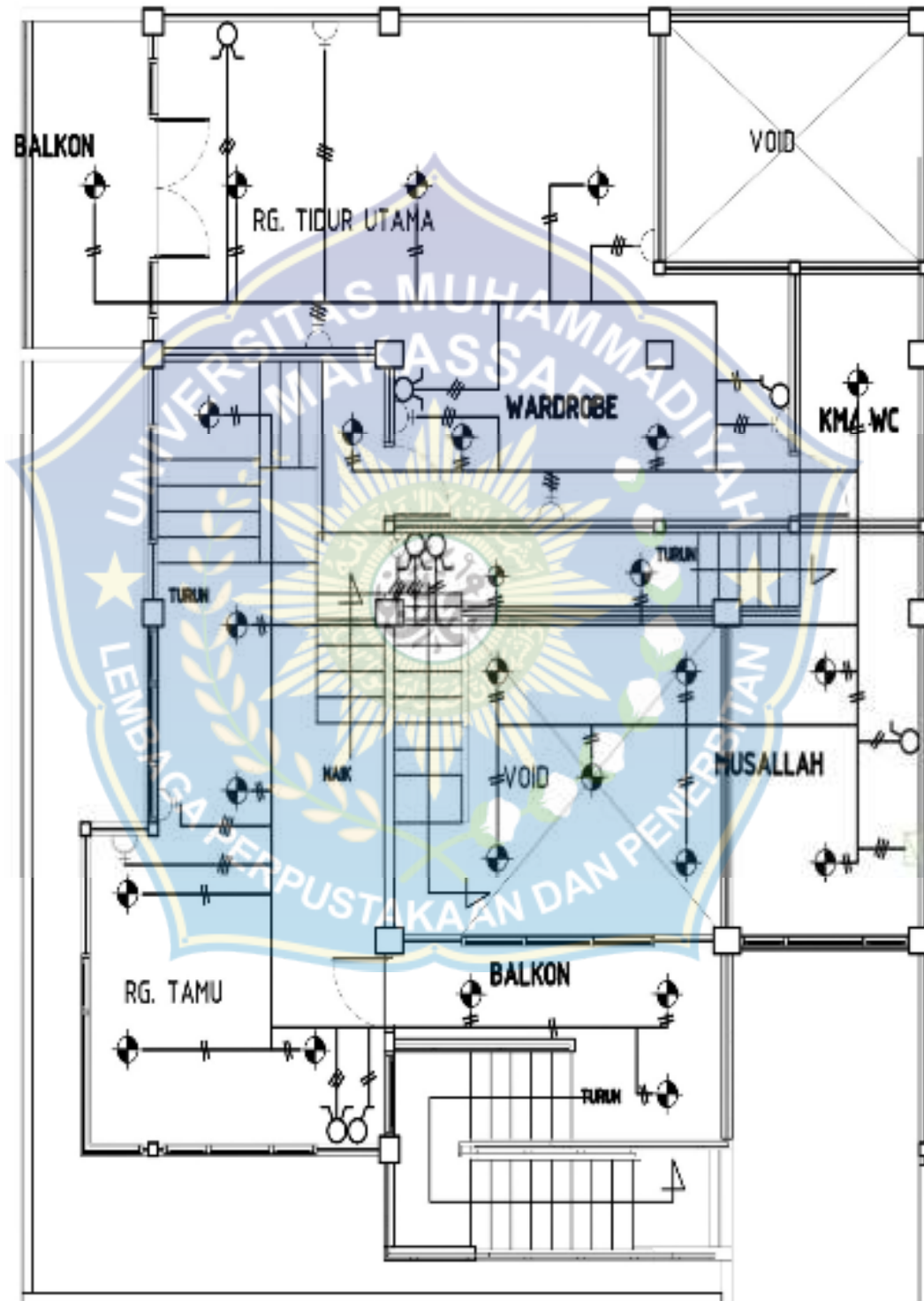
### 1. Gambar Takpak Depan Rumah



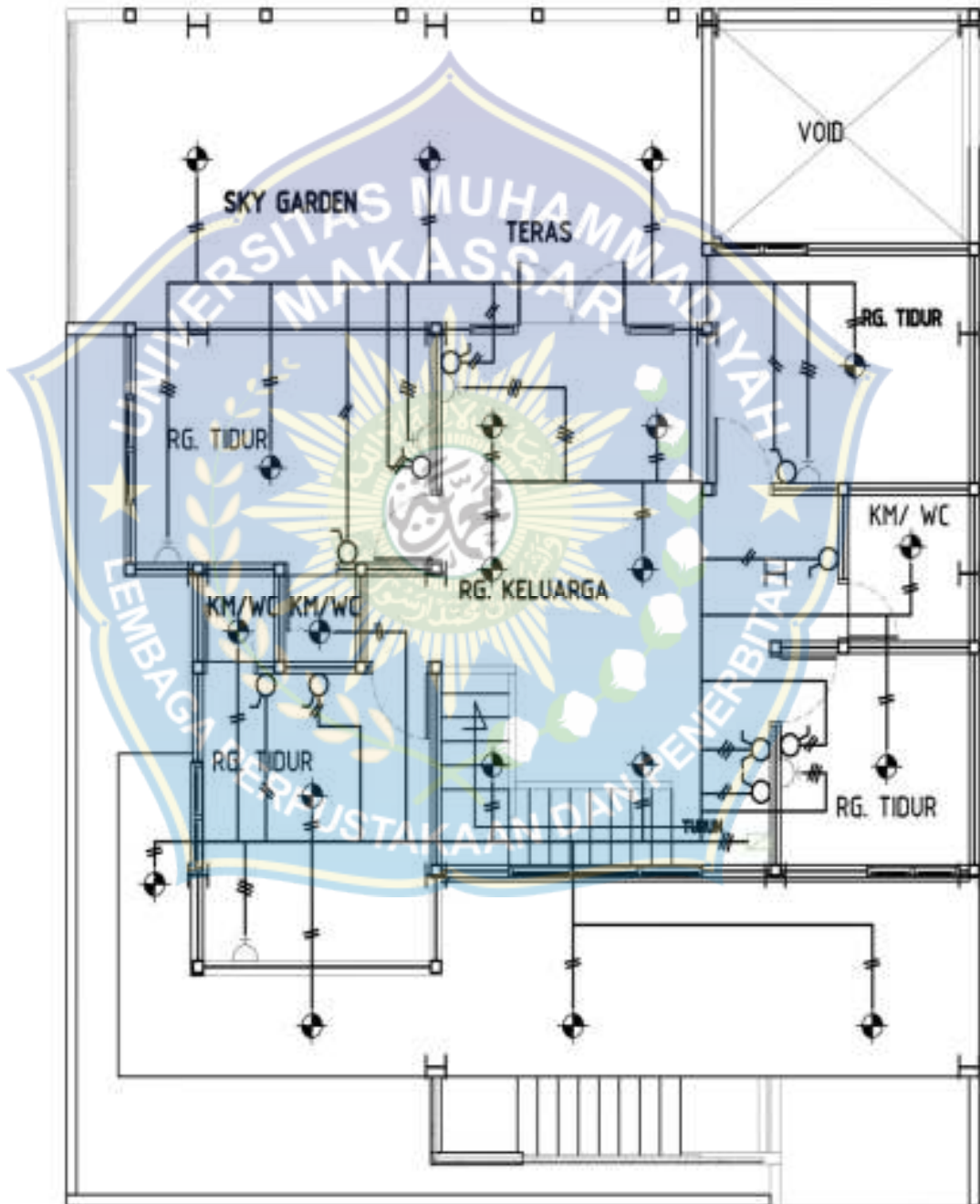
2. Layout Instalasi Listrik Lamtai 1



### 3. Layout Instalasi Listrik Lantai 2



4. Layout Instalasi Listrik Lantai 3





## 5. Tabel Penentuan KHA dan Pengaman

### Lantai 1

NO	GROUP	S (watt)	V (v)	cos $\varphi$	In (A)	KHA	Penghan tar (mm <sup>2</sup> )	Pengaman (A)	Ket.
1	Lampu Penerangan	355	220	0.9	1.8	2.25	1.5	4	MCB
2	Stopkontak Umum	500	220	0.9	2.5 2	3.15	2.5	4	MCB
3	Stopkontak Dapur + Mesin Air	800	220	0.9	4.0 4	5.05	2.5	6	MCB
4	Stopkontak AC 1	320	220	0.9	1.6	2	2.5	4	MCB
5	Stopkontak AC 2	320	220	0.9	1.6	2	2.5	4	MCB

### Lantai 2

NO	GROUP	S (watt)	V (v)	cos $\varphi$	In (A)	KHA	Penghan tar (mm <sup>2</sup> )	Pengaman (A)	Ket.
1	Lampu Penerangan	230	220	0.9	1.2	1.5	1.5	2	MCB
2	Stopkontak Umum	500	220	0.9	2.5 2	3.15	2.5	4	MCB
3	Stopkontak CCTV	200	220	0.9	1.0 1	1.3	2.5	2	MCB

4	Stopkontak AC 1	320	220	0.9	1.6	2	2.5	4	MCB
5	Stopkontak AC 2	660	220	0.9	3.3 3	4.2	2.5	6	MCB

### Lantai 3

NO	GROUP	S (watt)	V (v)	cos $\varphi$	In (A)	KHA	Penghan tar (mm <sup>2</sup> )	Pengaman (A)	Ket.
1	Lampu Penerangan	189	220	0.9	0.9 5	2.25	1.2	2	MCB
2	Stopkontak Umum + Mesin Air	725	220	0.9	3.7	4.6	2.5	6	MCB
3	Stopkontak AC 1	320	220	0.9	1.6	2	2.5	4	MCB
4	Stopkontak AC 2	320	220	0.9	1.6	2	2.5	4	MCB

## 6. Tabel KHA Kabel

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 <sup>2</sup>	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
		3	4	5	6	7	8
	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
NYV	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.