



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA
RUMAH DENGAN DAYA LISTRIK BESAR**

SKRIPSI

**ISMANSYAH
0706199451**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JUNI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA
RUMAH DENGAN DAYA LISTRIK BESAR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**ISMANSYAH
0706199451**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JUNI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : ISMANSYAH

NPM : 0706199451

Tanda Tangan :

Tanggal : 7 JULI 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : ISMANSYAH
NPM : 0706199861
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : **PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK
PADA
RUMAH DENGAN DAYA LISTRIK BESAR**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : BUDI SUDIARTO ST, MT
(.....)

Penguji :
(.....)

Penguji :
(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 7 JULI 2009

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini.

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

- Umi, Ayah, Abang, Ayuk dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan doa dan motivasi;
- Budi Sudiarto. ST .Msc., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- Bapak Zarnubi selaku pemilik Rumah yang mempercayakan saya untuk merancang instalasi listriknya;
- Teman-teman yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini terutama kepada Hasmi asidiki, Mas yunan, Candra, Irfan, Rudi darussalam, Deny zaelani, dan Ari purwanto;
- Semua pihak yang telah membantu pembuatan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Harapan penulis kiranya skripsi ini dapat memberikan pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah pada kita semua. Amin.

Depok, 7 Juli 2009

Ismansyah

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ismansyah
NPM : : 0706199451
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**”PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA RUMAH DENGAN
DAYA LISTRIK BESAR”**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 7 Juli 2009
Yang menyatakan

(Ismansyah)

ABSTRAK

Nama : Ismansyah
Program Studi : Teknik Elektro
judul : **PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA RUMAH
DENGAN DAYA LISTRIK BESAR**

Perkembangan teknologi kelistrikan saat ini sangatlah pesat, hal ini sejalan dengan berkembangnya teknologi peralatan pendukung manusia baik untuk bidang industri ataupun rumah tangga. Sehingga untuk sistem instalasi listrik pada bangunan, khususnya Rumah Mewah 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. Kenyamanan dalam bekerja atau beraktifitas tentunya tidak terlepas dari penyediaan penerangan yang baik terutama dimalam hari atau di tempat yang tidak ada ventilasi cahayanya. Selain dari faktor penerangan, kenyamanan dalam beraktifitas akan tercapai jika sirkulasi udara dan tingkat kelembaban ruangan yang baik. 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. Hal ini mengacu pula pada penghematan energi, sehingga pengeluaran biaya lebih ekonomis. Sasaran dan tujuan utama yang ingin dicapai dari sebuah perancangan instalasi listrik pada Rumah mewah ini ialah kebutuhan energi listrik di rumah mewah tersebut tercukupi sampai dengan penambahan daya di masa datang, terjaminnya keamanan seluruh pengguna energi listrik di rumah tersebut, memperlancar seluruh kegiatan dan aktifitas yang dilakukan di rumah tersebut, sistem pendistribusian listrik yang hemat energi dan sangat efisien.

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

ABSTRACT

Name : Ismansyah
Study Program: Eletrical
Title : **INSTALLATION ELECTRICITY DESIGN OF HOUSE
WITH HIGH POWER**

In this time, Technological growth of electrical it's very fast, this matter in line with expanding technology equipments of human being supporter good to industrial area or household. So that for the system of electrics installation in a building needed by planning which enough, so that the system can work effective considerably, efficient and also the system can overcome trouble that happened in course of electric power distribution or channeling in the home. Special target wishing to be reached from a planning of electrics and lighting installation at a good storey building is requirement of the electrics energy that home answered the demand up to addition of the energy in the future, well guaranteed of security all of electrics energy user in the home, to facilitate all activity in the home, efficient and Economical distribution electrics system of energy. Freshmen in working it is of course is not be ready quit of good lighting especially nighttime or in place which there it's no light ventilation. arrangement usage of lighting and energy in this case is meant to create a balmy room with usage of efficient energy in moderation. This matter relate also at thrift of energy, so that expenditure is expense of more economic.

Key Word : Electric power, equipment electric, the low voltage.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. PERUMUSAN MASALAH.....	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. BATASAN MASALAH.....	2
1.5. METODOLOGI.....	2
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	4
2.1. PENGERTIAN INSTALASI LISTRIK.....	4
2.2. KETENTUAN UMUM PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK....	4
2.3. PRINSIP-PRINSIP DASAR INSTALASI LISTRIK.....	4
2.4. PENGARUH LINGKUNGAN.....	6
2.5. PENGHANTAR.....	6
2.5.1 Jenis penghantar.....	6
2.5.2 Jenis kabel.....	7
2.5.3 Pemilihan penghantar.....	9
2.6. PENGAMAN.....	12
2.6.1. MCB.....	12
2.6.2. MCCB	14
2.6.3. ELCB.....	14
2.7. PENERANGAN.....	17
2.7.1. Pengetahuan Instalasi Penerangan.....	17
2.7.2. Perhitungan Penerangan.....	18
2.7.3. Pemilihan armatur.....	19
2.7.4. Konsep dan satuan penerangan.....	19
2.7.5. Penentuan jumlah dan kekuatan lampu.....	21
2.7.6. Lampu penerangan.....	23
2.8. PENGAWATAN SAKLAR.....	24
2.8.1. Pengawatan saklar tunggal.....	24
2.8.2. Pengawatan saklar impuls.....	25
2.8.3. Pengawatan saklar tukar.....	25
2.9. PERBAIKAN FAKTOR DAYA.....	26
2.10. PERLENGKAPAN HUBUNG BAGI (PHB).....	26

2.10.1.	Penataan PHB.....	26
2.10.2.	Konstruksi PHB.....	27
2.10.3.	Syarat-syarat dari PHB sesuai dengan PUIL 2000.....	27
2.11.	PENTANAHAN.....	28
2.11.1.	Sistem Pentanahan.....	29
2.11.2.	Jenis Elektroda Pentanahan.....	30
2.11.3.	Elektroda pentanahan.....	30
BAB 3 PERANCANGAN.....		31
3.1.	KETENTUAN UMUM.....	31
3.2.	TUJUAN PERENCANAAN.....	31
3.3.	DESKRIPSI BANGUNAN.....	32
3.4.	INSTALASI PENERANGAN.....	33
3.5.	SPEKIFIKASI RUMAH DAN PEMAKAIAN DAYA SETIAP RUANGAN.....	36
3.6.	PENEMPATAN TITIK LAMPU.....	42
3.7.	TATA LETAK SAKLAR LAMPU PENERANGAN.....	42
3.8.	TATA LETAK STOP KONTAK.....	43
3.9.	PEMBAGIAN KELOMPOK BEBAN.....	44
3.10.	CATU DAYA CADANGAN (GENSET).....	44
BAB 4 ANALISA DAN PERHITUNGAN.....		46
4.1.	PEMILIHAN PENGHANTAR.....	46
4.1.1.	Perhitungan Luas Penampang Penghantar.....	46
4.1.2.	Penempatan Penghantar.....	49
4.1.3.	Perhitungan Drop Tegangan.....	50
4.2.	RATING ARUS PENGAMAN.....	51
4.3.	DIAGRAM REKAPITULASI DAYA.....	53
4.3.1.	Single Line Diagram Panel Utama.....	53
4.3.2.	Single Line Diagram Panel Lantai 1.....	54
4.3.3.	Single Line Diagram Panel Lantai 2.....	55
4.3.4.	Single Line Diagram Panel Lantai 3.....	55
4.3.5.	Diagram Rekapitulasi Daya Panel Utama.....	56
4.3.6.	Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 1.....	56
4.3.7.	Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 2.....	57
4.3.8.	Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 3.....	57
4.4.	GENSET.....	58
4.5.	ANALISA PENTANAHAN.....	58
BAB 5 KESIMPULAN.....		61
DAFTAR REFERENSI.....		62
DAFTAR PUSTAKA.....		63
LAMPIRAN.....		64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi kabel NYA.....	8
Gambar 2.2	Konstruksi kabel NYM.....	8
Gambar 2.3	Konstruksi kabel NYY.....	9
Gambar 2.4	Bagian-bagian MCB satu fasa.....	13
Gambar 2.5	MCB	14
Gambar 2.6	Saklar arus bocor	15
Gambar 2.7	Grafik Karakteristik kerja ELCB.....	16
Gambar 2.8	Kegagalan isolasi.....	16
Gambar 2.9	Pengawatan saklar tunggal.....	24
Gambar 2.10	Pengawatan Saklar Impuls.....	25
Gambar 2.11	Pengawatan saklar tukar.....	25
Gambar 2.12	Diagram Segitiga Daya.....	26
Gambar 2.13	Sistem TT.....	30
Gambar 3.1	Rumah perencanaan.....	32
Gambar 3.2	Denah Lantai 1.....	37
Gambar 3.3	Denah Lantai 2.....	39
Gambar 3.4	Denah Lantai 3.....	41
Gambar 4.1	Single Line Diagram Panel Lantai Utama.....	53
Gambar 4.2	Single Line Diagram Panel Lantai 1.....	54
Gambar 4.3	Single Line Diagram Panel Lantai 2.....	55
Gambar 4.4	Single Line Diagram Panel Lantai 3.....	55
Gambar 4.5	Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai Utama.....	56
Gambar 4.6	Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 1.....	56
Gambar 4.7	Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 2.....	57
Gambar 4.8	Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 3.....	57
Gambar 4.9	Elektroda Batang.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Rugi tegangan.....	11
Tabel 2.2	Luminasi yang diijinkan berdasarkan ruangan.....	19
Tabel 2.3	Faktor refleksi berdasarkan warna dinding dan langit-langit.....	22
Tabel 2.4	Resistansi jenis Tanah.....	29
Tabel 2.5	Hambatan tanah dari beberapa jenis tanah.....	29
Tabel 3.1	Spesifikasi Beban Lantai 1.....	38
Tabel 3.2	Spesifikasi Beban Lantai 2.....	40
Tabel 3.3	Spesifikasi Beban Lantai 3.....	42
Tabel 4.1	Penentuan KHA Pengaman Panel Lantai 1	48
Tabel 4.2	Standard Daya PLN.....	52

LAMPIRAN

- Lampiran 1. Layout Instalasi Listrik Lantai 1
- Lampiran 2. Layout Instalasi Listrik Lantai 2
- Lampiran 3. Layout Instalasi Listrik Lantai 3
- Lampiran 4. Penentuan jumlah pengguna Armatur
- Lampiran 5. Besarnya Penerangan yang dianjurkan Lux
- Lampiran 6. Jenis Lampu menurut bentuk dan kondisinya
- Lampiran 7. Penentuan Setting Pengaman
- Lampiran 8. KHA Kabel NYM
- Lampiran 9. Reaktansi Kabel PVC
- Lampiran 10. ELCB

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 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. 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 rumah mewah yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia(SNI) dan juga Peraturan Umum Instalasi Listrik(PUIL). Perencanaan sistem instalasi listrik rumah mewah ini selain disuplai dari PLN juga akan menggunakan suplai *GENSET* sebagai cadangan daya ketika sumber dari PLN mengalami gangguan. Untuk suplai Genset dapat dioperasikan secara otomatis dengan pengontrolan AMF (Automatic Main's Failure). Pada perencanaan instalasi listrik rumah mewah 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.

1.2 Perumusan masalah

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

1. Perencanaan Instalasi Listrik
2. Penentuan illuminasi (E) minimal yang dapat digunakan / diperbolehkan.
3. Menentukan luas penghantar (kabel) yang digunakan
4. Menentukan rating arus pengaman
5. Menentukan rekapitulasi daya
6. Menentukan besarnya daya listrik untuk pengajuan ke PLN
7. Menentukan sistem pentanahan yang akan digunakan

1.3 Tujuan

Tujuan dari perancangan instalasi listrik ini yaitu :

Merancang instalasi listrik yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), PUIL 2000 dan Undang–Undang Ketenagalistrikan 2002.

1.4 Batasan Masalah

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

- Perencanaan instalasi listrik yang menitikberatkan masalah teknis saja, tidak memperhitungkan dari sisi biaya.
- Tidak membahas system penangkal Petir.

1.5 Metodologi

saya menggunakan beberapa metode dalam menulis skripsi, antara lain saya 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 lapangan 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.

1.6 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

2.1 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. .

2.2 Ketentuan Umum Perancangan Instalasi Listrik

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

- a) Undang-Undang Nomor 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja, Beserta Peraturan Pelaksanaannya.
- b) Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- c) 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.

2.3 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 pengamanan 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 di operasikan, 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 pengamanan.

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 ha-hal diatas.

2.4 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 dimasukkan jalur penghantar untuk menghindari tekanan mekanis. Oleh karena itu, pada pemasangan-pemasangan instalasi listrik hendaknya mempunyai rencana perhitungan dan analisa yang tepat.

2.5 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.

2.5.1 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:

- Penghantar Berisolasi
- Penghantar tanpa isolasi

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-O 4 X 2 mm², 300/500 V

artinya kabel 4 inti tanpa penghantar (hijau – kuning) berpenghantar tembaga masing-masing luas penampangnya 2 mm² 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*)

2.5.2 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 termoplastik berperisai

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

c. Kabel Fleksibel

Kabel fleksibel biasanya digunakan untuk peralatan yang sifatnya tidak tetap atau berpindah – pindah, dan di tempat kemungkinan adanya gangguan mekanis atau getaran dengan peralatan yang harus tahan terhadap tarikan dan gesekan.

2.5.3 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 :

1. 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 :

$$\text{Untuk arus searah DC} \quad I = \frac{P}{V} \text{ A} \quad (2.1)[9]$$

$$\text{Untuk arus bolak balik satu fasa} \quad I = \frac{P}{V \times \cos \phi} \text{ A} \quad (2.2)[9]$$

$$\text{Untuk arus bolak balik tiga fasa} \quad I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} \text{ A} \quad (2.3)[9]$$

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 tersebut¹. apabila kemampuan hantar arus sudah diketahui maka tinggal menyesuaikan dengan tabel untuk mencari luas penampang yang diperlukan.

2. Drop Tegangan (Susut Tegangan)

Susut tegangan antara PHB utama dan setiap titik beban, tidak boleh lebih dari 5 % dari tegangan di PHB utama².

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 :

¹ PUIL 2000 5.5.3.1

² PUIL 2000 4.1.2-A.5

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \times 100 \%}{V} \quad (2.4)[21]$$

Besarnya rugi tegangan (%) yang diijinkan ialah

Tabel 2.1 Rugi Tegangan

ΔV (%)	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 :

$$\Delta V = \frac{2 \times l \times I}{x \times A} \text{ Volt} \quad (2.5)[21]$$

Untuk arus bolak-balik satu fasa, penampang minimum :

$$\Delta U = 2 \times I \times l (RL \cos \varphi + XL \sin \varphi) \quad (2.6)[21]$$

Untuk arus bolak-balik tiga fasa, penampang minimum :

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (RL \cos \varphi + XL \sin \varphi) \quad (2.7)[21]$$

Dimana :

ΔU = Rugi tegangan dalam penghantar (V)

I = Kuat arus dalam penghantar (A)

L = Jarak dari permulaan penghantar sampai ujung (m)

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

2.6 Pengaman

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

Fungsi dari pengaman dalam distribusi tenaga listrik ialah :

- 1) Isolasi, yaitu untuk memisahkan instalasi atau bagiannya dari catu daya listrik untuk alasan keamanan
- 2) Kontrol, yaitu untuk membuka atau menutup sirkit instalasi selama kondisi operasi normal untuk tujuan operasi dan perawatan.
- 3) 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.

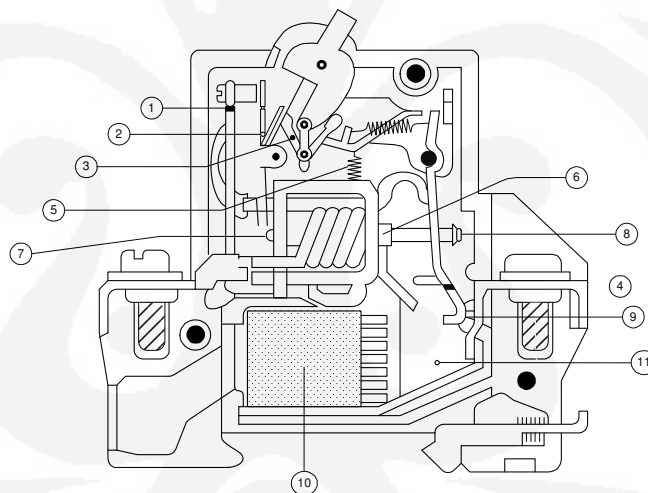
2.6.1 Mini Circuit Breaker (MCB)

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.

Pemutusan termal terjadi pada saat terjadi gangguan arus lebih pada rangkaian secara terus-menerus. Cara kerjanya adalah sebagai berikut:

Bimetal blade (1) akan melengkung akibat pemanasan oleh arus lebih secara kontinyu pada elemen dwi logam ini. Bengkokkan itu akan menggerakkan *Trip Lever* (2) sampai *Release Pawl* (3) berubah posisi sehingga *Moving Contact Arm* (4) membuka memutuskan rangkaian dengan bantuan *Release Spring* (5).



Gambar 2.4 **Bagian-Bagian MCB 1 fasa**

Keterangan gambar :

1. Batang Bimetal
2. Batang Penekan
3. Tuas Pemutus Kontak
4. Lengan Kontak yang bergerak
5. Pegas Penarik Kontak
6. Trip Koil
7. Batang Pendorong
8. Batang Penerik Kontak

9. Kontak Tetap
10. Kisi pemadam Busur Api
11. Plat Penehan dan Penyalur Busur Api.

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

2.6.2 MCCB

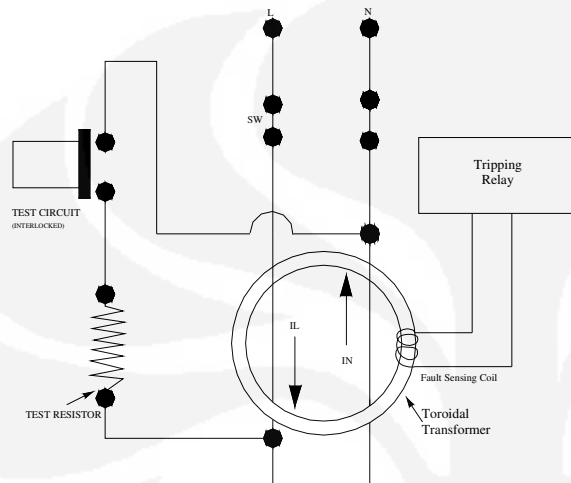
MCCB merupakan sebuah pemutus tenaga yang memiliki fungsi sama dengan MCB, yaitu mengamankan peralatan dan instalasi listrik saat terjadi hubung singkat dan membatasi kenaikan arus karena kenaikan beban. Hanya saja yang membedakan MCCB dengan MCB adalah casingnya, dimana untuk MCB tiga fasa memiliki casing dari tiga buah MCB satu fasa yang dikopel secara mekanis sementara MCCB memiliki tiga buah terminal fasa dalam satu casing yang sama. Itulah sebabnya MCCB dikenal sebagai Molded Case Circuit Breaker.

2.6.3 ELCB

Earth Leakage Circuit Breaker merupakan sakelar yang bekerja berdasarkan arus bocor yang dirasakannya dengan memutuskan rangkaian dari sumber. Arus bocor sendiri ada yang langsung mengalir ke bumi dan

ada juga arus bocor yang mengalir ke tubuh makhluk hidup yang menyentuh badan peralatan yang mengalami kegagalan isolasi.

Dari konstruksinya, sakelar ini terdiri dari sebuah mekanik pemutus, penghantar fasa, inti trafo arus seimbang dan penghantar netral.



Gambar 2.6 Sakelar Arus Bocor

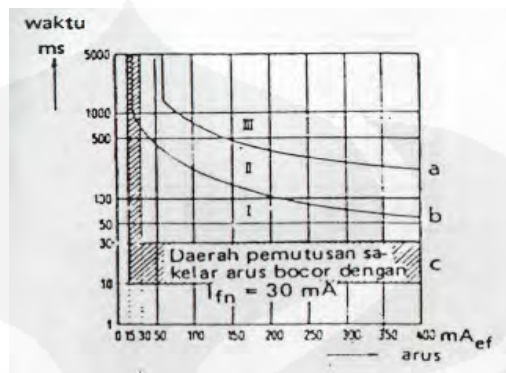
Pada keadaan normal inti transformator akan mendapati jumlah arus yang dilingkarinya akan sama dengan nol. Namun ketika terjadi kegagalan isolasi yang menyebabkan mengalirnya arus bocor ke tanah maka inti transformator akan merasakan adanya keadaan yang tidak seimbang sehingga pada inti transformator itu akan timbul medan magnet yang akan membangkitkan tegangan pada kumparan sekundernya.

Arus jatuh nominal (I_f) dari sakelar merupakan arus diferensial terkecil yang dapat menyebabkan sakelar ini bekerja. Dengan persyaratan bahwa tegangan sentuh yang diketanahkan tidak boleh melebihi 50 V ke tanah dan syarat untuk tahanan dari lingkaran arus pentanahannya sebesar :

$$R_a \leq \frac{50}{I_f} \text{ Volt} \quad (2.8)[8]$$

Salah satu jenis sakelar arus bocor yang sering dipakai adalah ELCB dengan arus jatuh nominal 30 mA. Sakelar ini cukup aman karena akan bekerja ketika merasakan adanya arus bocor sebesar 30 mA, dan kita

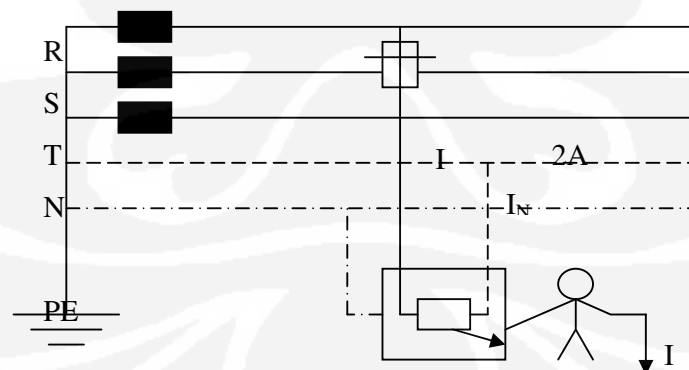
tahu bahwa arus dibawah 50 mA jika dirasakan oleh tubuh masih dapat ditanggung tanpa menimbulkan gejala – gejala berbahaya.



Grafik 2.7 Karakteristik kerja ELCB

Dalam grafik

- Daerah c yang diarsir adalah daerah pemutusan dari saklar arus bocor dengan $I_{fn} = 30 \text{ mA}$;
- Daerah I dibawah garis b adalah daerah, dimana irama denyut jantung dan susunan syaraf tidak dipengaruhi;
- Daerah II antara garis-garis b dan a adalah daerah, dimana pengaruh arus masih dapat ditahan. Diatas kira-kira 50 mA korban akan pingsan;
- Daerah III diatas garis a adalah daerah berbahaya yang dapat menyebabkan kematian; korban akan pingsan dan kamar-kamar jantungnya akan mengalami fibrilasi



Gambar 2.8 Kegagalan isolasi

Pada toroida terpasang kumparan yang berfungsi merasakan gangguan berupa adanya keseimbangan antara arus line (I_L) dan arus netral (I_N), dimana hubungan ini dapat dijelaskan dengan ketentuan :

$$I_L + I_N = 0 \quad (2.9)[8]$$

Pada kasus kegagalan isolasi arus bocor mengalir menuju sumber tidak melalui penghantar netral tetapi melalui pentanahan peralatan atau tubuh mahluk hidup yang menyentuhnya, sehingga arus yang mengalir melalui penghantar netral tidak sama besarnya dengan arus yang mengalir pada penghantar fasa, persamaan matematis dari ketiga arus ini menjadi :

$$I_L + I_N = I_f \quad (2.10)[8]$$

Sementara saat terjadi kasus hubung singkat, kenaikan arus hubung singkat begitu besar, tetapi besar arus I_L dan I_N sama besar yaitu sebesar arus hubung singkatnya, sehingga tripping coil ELCB tidak merasakan adanya perbedaan dan tidak akan melakukan tindakan pemutusan rangkaian. Untuk itulah pada pengamanan jaringan listrik, ELCB harus dilengkapi dengan pengaman hubung singkat untuk mengamankan sistem dari gangguan hubung singkat.

Untuk mengetahui berapa besar arus gangguan yang dirasakan tubuh, dapat digunakan perhitungan dengan rumus :

$$I_f = \frac{V_s}{R_b} \quad (A) \quad (2.11)[8]$$

dimana :

I_f : Arus gangguan (A)

V_s : Tegangan sumber (V)

R_b : Tahanan tubuh (Ohm)

Sehingga apabila dari perhitungan didapat arus gangguan diatas nilai 30 mA, maka ELCB akan bekerja memutus rangkaian, dan arus sebesar terhitung belum sempat membahayakan tubuh.

2.7 Penerangan

2.7.1 Pengetahuan Instalasi Listrik

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.

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.

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.³ 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.

2.7.2 Perhitungan Penerangan

1.1.1.1.1.1 Data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan, diantaranya :

1. Dimensi Ruang
2. Warna dinding dan lantai
3. Kegunaan ruangan
4. Sistem penerangan yang dikehendaki
5. Penyusunan dan kondisi permukaan

³Peraturan Menteri PU dan Tenaga Listrik no 023/PRT/1978, pasal 2 ayat 14b.

6. Kondisi kerja, temperature, kelembaban dan sebagainya.

2.7.3 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, perlu diperhitungkan juga kemungkinan terbaik untuk pengaturan armatur.

2.7.4 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 :

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*

Intensitas Cahaya

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

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 & medium work</i>	300	C – D
2. <i>Body assmby</i>	500	B – C
3. <i>Fine work (Electronic & Office)</i>	750	A – B
4. <i>Very fine work (Instrument assembl)</i>	1500	A - B
<i>Electrical industry</i>		
1. Cable manufacturing	300	B – C
2. Assembly of radio & television receivers	1000 1500	A – B A - B
3. Electronic component		
<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>		
Homes:		
1. Bedrooms		
General	50	B – C
Bed-head	200	B – C
2. Bathrooms		
General	100	B – C
Shaving, make-up	500	B – C
3. living-rooms		
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 rooms	200	B – C
3. Kitchens	500	B – C

Sumber : Phillips (lighting manual third edition)

2.7.5 Penentuan Jumlah dan Kekuatan Lampu

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

1. Macam penggunaan ruangan (fungsi ruangan), setiap macam penggunaan ruangan mempunyai kebutuhan kuat penerangan yang berbeda-beda.
2. Ukuran ruangan, semakin besar ukuran ruangan maka semakin bear 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. 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 :

1. Effisiensi Armatur (v)

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

$$V = \frac{\text{Fluks cahaya yang dipantulkan}}{\text{Fluks cahaya yang dipancarkan sumber}} \quad (2.12)[2]$$

2. 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

3. Indeks Ruang atau Indeks Bentuk (k)

$$k = \frac{p \times l}{h(p+l)} \quad (2.13)[2]$$

Keterangan :

p = panjang ruangan (meter)

l = Lebar ruangan (meter)

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

4. Faktor Penyusutan / depresiasi (kd)

$$kd = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \quad (2.14)[2]$$

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.

5. Bidang Kerja dan Efisiensi

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

6. Faktor Utility (Kp)

$$kp = kp_1 + \frac{k - k_1}{k_2 - k_1} (kp_2 - kp_1) \quad (2.15)[2]$$

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

$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times \eta_{arm} \times kd} \quad (2.16)[2]$$

Keterangan :

n	= jumlah lampu
E	= iluminasi penerangan yang dibutuhkan ruangan (lux)
A	= luas ruangan (m ²)
F	= Fluks cahaya yang dikeluarkan oleh lampu (lumen)
η	= efisiensi armatur (%)
kd	= faktor depresiasi
kp	= faktor utility (Lampiran 4)

2.7.6 Lampu Penerangan

Prinsip Kerja

Lampu pijar mengeluarkan cahaya berdasarkan prinsip pemijaran sehingga lampu ini dapat di atur secara mudah dengan menggunakan tahanan geser. Oleh karena prinsip inilah maka lampu ini dinamakan lampu pijar (*Incandescen Lamp*). Umur lampu ini biasanya cukup pendek (hanya sekitar 1000 jam). Konstruksi lampu ini sangat sederhana sehingga harga dari lampu ini cukup murah dibandingkan dengan lampu jenis lain.

Lampu pijar yang sering digunakan untuk penerangan pada umumnya terdiri dari dua macam :

Lampu GLS (General lighting Service)

Lampu pijar jenis ini sering di gunakan untuk penerangan yang umum (*general lighting*) contohnya : untuk penerangan ruang tamu, penerangan kamar tidur dan lain-lain.

Lampu Reflektor (reflector Lamps)

Lampu pijar jenis ini sering digunakan untuk penerangan sorot (*spot lighting*), contohnya ; penerangan panggung (*stage lighting*), penerangan studio dan lain-lain.

1.1.1.1.1.1 Penggunaan

Untuk penerangan yang membutuhkan variasi armatur dan warna sehingga memberi suasana lebih menarik dan indah misalnya :

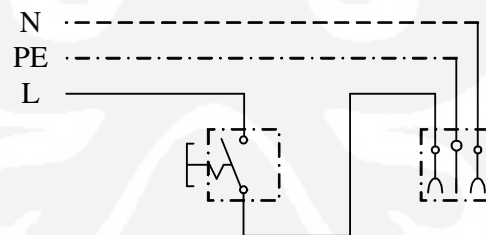
- Ruang pertemuan / tamu
- Dekorasi
- Reklame
- Pameran, dan lain-lain

2.8. Pengawatan Saklar

2.8.1 Pengawatan saklar tunggal

Saklar tunggal digunakan untuk pengoperasian penerangan satu arah.

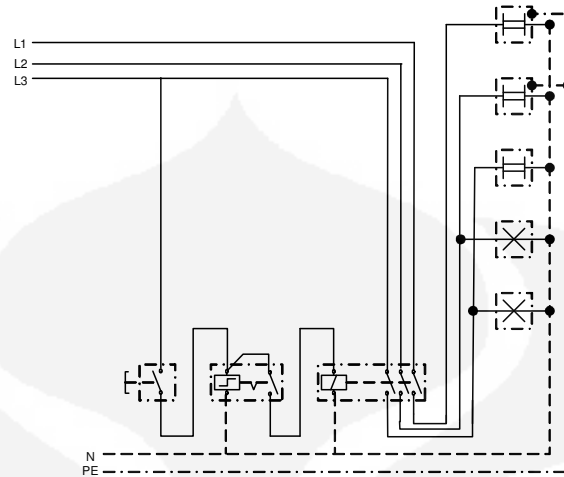
Saklar ini mempunyai dua posisi pengoperasian, yaitu mengatur untuk ON dan OFF. Dalam instalasi penerangan yang dipakai proyek ini, saklar tunggal untuk mengatur stop kontak 1 phasa.



Gambar 2.9 Pengawatan saklar tunggal

2.8.2. Pengawatan saklar impuls

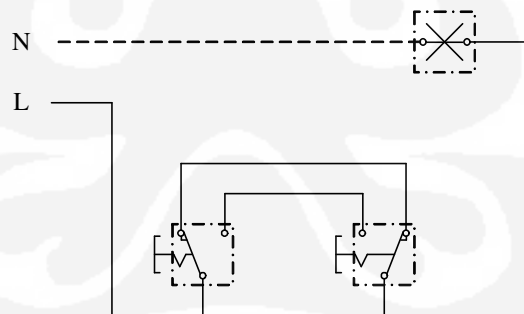
Saklar impuls mempunyai dua posisi kontak. Kontak tersebut akan “ON” pada impuls pertama dan “OFF” pada impuls kedua setiap pengoperasian dari kontak tekan akan merubah posisi kontak dari saklar impuls.



Gambar 2.10 Pengawatan Saklar Impuls

2.8.3. 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 2.11 Pengawatan saklar tukar

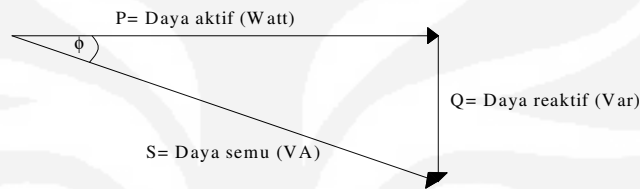
2.9 Perbaikan Faktor Daya

Semua lampu tabung yang menggunakan ballast berupa reactor atau transformator akan mengakibatkan terjadinya komponen arus tidak berwatt, atau disebut daya reaktif (VAR) dalam rangkaian. Semakin besar daya reaktif yang terjadi mengakibatkan semakin rendahnya faktor daya ($\cos \phi$) lampu.

Faktor daya diartikan sebagai perbandingan arus yang dibutuhkan untuk kerja nyata (W) terhadap arus total yang disuplai (VA). Atau dengan kata lain, bahwa faktor daya ialah perbandingan daya nyata (W) dengan daya semu (VA). Dinyatakan dalam persamaan dibawah :

$$\cos \varphi = \frac{\text{Daya Nyata}}{\text{Daya Semu}} \quad \text{atau} \quad \cos \varphi = \frac{W}{VA} \quad (2.17)[2]$$

Diagram segitiga daya :



Gambar 2.12 Diagram Segitiga Daya

2.10 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.

2.10.1 Penataan PHB

PHB harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga rapi dan teratur, dan harus ditempatkan dalam ruang yang cukup leluasa, 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.

2.10.2 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 :

1. Syarat PHB untuk pemasangan didalam ruangan :

- a) Rangka, rumah dan bagian konstruksi PHB tertutup harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, tahan lembab dan kokoh.
 - b) PHB tertutup pasangan dalam harus dibuat dengan konstruksi yang diperkuat. Sehingga tahan terhadap gangguan mekanis.
2. Syarat PHB untuk pemasangan diluar ruangan
- a. Selungkup harus kokoh dan dibuat dari bahan yang tahan terhadap cuaca dan lubang ventilasi harus dibuat sedemikain rupa sehingga binatang dan benda kecil serta air yang jatuh tidak masuk kedalamnya.
 - b. Semua komponen harus dipasang di bagian dalam, sehingga hanya dapat dilayani dengan membuka tutup yang terkunci.
 - c. Pintu atau penutup PHB yang terbuat dari logam harus diamankan dengan jalan membumikannya melalui penghantar fleksibel.
 - d. Bila pintu PHB dibuat dari bahan isolasi, instrument ukur dengan BKT yang terpasang pada pintu tersebut harus dihubungkan dengan penghantar proteksi PHB⁴.

2.10.3 Syarat-syarat dari PHB sesuai dengan PUIL 2000.

1. PHB untuk pemasangan diluar harus dipasang ditempat yang cukup tinggi sehingga tidak akan terendam pada saat banjir.
2. Penyambungan saluran masuk dan saluran keluar pada PHB harus menggunakan terminal, sehingga penyambungannya dengan komponen dapat dilakukan dengan mudah, teratur dan aman.
3. Disekitar PHB harus terdapat ruang yang cukup luas sehingga pemeliharaan, pemeriksaan, perbaikan, pelayanan dan lalu lintas dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
4. Untuk memudahkan pelayanan dan pemeliharaan, harus dipasang bagan sirkit PHB yang mudah dilihat.
5. *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.

⁴ PUIL HAL 227

2.11 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_{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 ⁵

Jenis Tanah	Tanah Rawa	Tanah Liat dan Tanah Ladang	Pasir Basah	Kerikil basah	Pasir dan kerikil kering	Tanah berbatu

⁵ PUIL 2000 tabel 3.18-1

Resistansi jenis (ohm – m)	30	100	200	500	1000	3000
-----------------------------------	----	-----	-----	-----	------	------

Tabel 2.5 Hambatan tanah dari beberapa jenis tanah

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

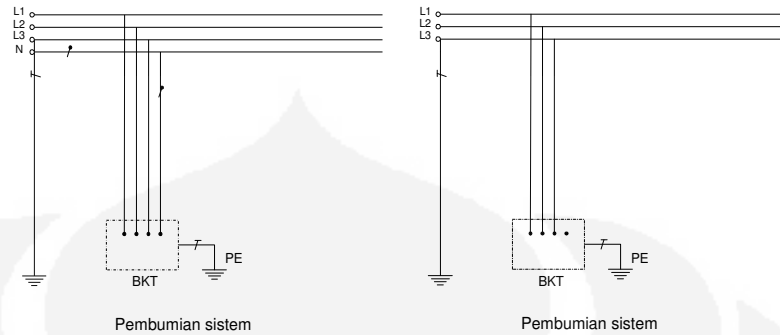
Sumber : Pengukuran Besaran Listrik, Oleh: Rudy setiabudy

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.

2.11.1 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 2.13 Sistem TT

2.11.2. 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 elektroda bumi.

Sebagai bahan elektroda digunakan tembaga, atau baja yang digalvanisasi atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi setempat tidak mengharuskan memakai bahan lain⁶.

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

- Elektroda Batang
- Elektroda Strip
- Elektroda Plat

2.11.3 Elektroda Pentanahan

Untuk menentukan diameter (d) elektroda pentanahan dapat dihitung:

$$\rho = R \times \frac{2 \times \pi \times l}{\ln \left(4 \times \frac{l}{d} \right)} \quad (2.18)[2]$$

Dimana :

ρ : Tahanan jenis tanah (Ω)

R : Tahanan Pentanahan (Ω)

l : Panjang elektroda yang ditanam (m)

d : Diameter batang elektroda pentanahan (m)

⁶ PUIL 2000 3.18.4.1

BAB III

PERANCANGAN

3.1 Ketentuan Umum

1. Rancangan suatu instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL dan ketentuan-ketentuan lain yang tercantum dalam⁷.
2. Rancangan suatu instalasi listrik harus berdasarkan persyaratan dasar yang ditentukan⁸, dan memperhitungkan serta memenuhi proteksi keselamatan⁹.
3. Sebelum merancang suatu instalasi listrik harus dilakukan penilaian dan survey lokasi.

3.2 Tujuan Perencanaan

Tujuan perencanaan adalah untuk menyiapkan segala sesuatu yang diperlukan dalam merealisasikan ide atau gagasan yang akan dicapai berdasarkan teori pendukung, dengan memperhatikan semua aspek yang berkaitan dengan perencanaan tersebut.

Tujuan dari perancangan instalasi listrik ialah :

1. Membuat Layout instalasi Listrik Rumah.
2. Menentukan jumlah armatur lampu penerangan yang diperlukan.
3. Menentukan besarnya luas penampang penghantar dan setting pengaman.
4. Membuat Single Line Diagram.
5. Membuat Diagram Rekapitulasi Daya.
6. Menganalisa besarnya Drop Tegangan pada penghantar.
7. Menentukan besar genset yang digunakan.
8. Menganalisa sistem pentanahan

3.3 Deskripsi Bangunan

Bangunan yang dijadikan objek instalasi listrik ini ialah Rumah 3 lantai yang berlokasi di Jl. H. Shibi, Lenteng Agung- Jakarta Selatan. Rumah Mewah ini terdiri dari tiga Lantai. Luas keseluruhan bangunan ini berada di areal tanah

⁷ PUIL 2000 1.3

⁸ PUIL 2000 BAB 2 (terutama 2.3)

⁹ PUIL 2000 BAB 3.

sekitar 375 m². Peralatan atau komponen yang direncanakan akan dipakai pada di bangunan ini diantaranya yaitu pendingin ruangan (AC), Heater, jaringan telephone, jaringan LAN komputer & internet, lampu Tembak, Pompa air, *Ultrasonic protection*, sensor *photocell* lampu luar, jaringan bel listrik, Saklar pengaturan 2 arah, dan lainnya.



Gambar 3.1 Rumah perencanaan

Untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang sesuai pada ruangan, maka perlu dilakukan perhitungan jumlah armatur yang dapat dilakukan setelah kita mendapatkan data dimensi ruang, fungsi ruangan dan jenis lampu apa yang akan dipakai.

Bangunan ini memakai daya cukup besar, sehingga menggunakan sistem listrik AC 3 Phasa. Oleh karena itu perlu perhatikan tentang pembagian daya supaya antara phasa R, S dan T dapat seimbang. Untuk dapat lebih mempermudah, kita dapat membuat Rekapitulasi Daya untuk seluruh beban yang dipakai pada bangunan tersebut.

3.4 Instalasi Penerangan

Tipe-tipe ruangan pada Rumah ini sebagian besar berbentuk persegi, banyaknya jumlah lampu dan armatur untuk masing-masing ruangan bergantung dari fungsi dan luas ruangnya. Perhitungan jumlah lampu dan armatur pada sebuah ruangan, dimaksudkan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang baik. Untuk referensi penggunaan armatur dan lampu penulis menggunakan katalog produk dari Phillips.

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.

2 Contoh perhitungan Ruang Tidur utama Lantai 1

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

Data Ruangan :

$$\begin{aligned} \text{Panjang ruangan } (p) &= 9 \text{ m} \\ \text{Lebar ruangan } (l) &= 4 \text{ m} \\ \text{Tinggi ruangan } (h) &= 3,8 \text{ m} \\ \text{Tinggi dari bidang kerja } (tb) &= h - 0,8 = 3 \text{ m} \\ \text{Warna dinding cream dan warna langit – langit putih} \\ \text{Index Ruang } (k) : \\ k &= \frac{p \times l}{tb(p + l)} \\ k &= \frac{9 \times 4}{3(9 + 4)} \\ k &= 0,923 \end{aligned}$$

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

$$\text{Faktor refleksi langit-langit } (r_w) = 0.8$$

$$\text{Faktor refleksi dinding } (r_p) = 0.8$$

$$\text{Faktor refleksi lantai } (r_m) = 0.3$$

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

Dari tabel (lampiran III) didapatkan:

$$k_1 = 0,8 \qquad kp_1 = 0.65$$

$$k_2 = 1 \qquad kp_2 = 0.76$$

Dengan menggunakan Rumus (2.15)[2], maka Faktor Utility, yaitu:

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

$$kp = 0.65 + \frac{0.923 - 0.8}{1 - 0.8} (0.76 - 0.65)$$

$$Kp = 0,72$$

Penentuan jumlah armatur :

1. Diasumsikan Jenis lampu yang akan digunakan ialah lampu Fluoresensi 20 watt
2. Fluks cahaya lampu (F) 1200 lumen (lampiran 6)
3. Kuat penerangan (E) sebesar 50 lux (Tabel 2.2)
4. Dari katalog didapatkan $\eta_{arm} = 0.7$ (lampiran)
5. Faktor depresiasi (kd) = 0.8

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

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

$$n = \frac{50 \times 35,2}{1200 \times 0,72 \times 0.7 \times 0.8} \rightarrow n = 3,4 \approx 3 \text{ armatur}$$

Jadi jumlah armature/lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini ialah sebanyak 3 armatur/ lampu 20 watt.

Perhitungan daya terpakai (St)

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

$$St = \frac{3 \times 25}{0.9} = 83,33 \text{ VA} \rightarrow (\text{diasumsikan } \cos \varphi = 0.9)$$

Daya pencahayaan permeter persegi

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

$$(P/A) = \frac{83,33 \times 0.9}{36} = 2,1 \text{ watt / m}^2$$

3 Contoh perhitungan Ruang Keluarga Lantai 2

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

Data Ruang :

Panjang ruangan (p)	= 8 m
Lebar ruangan (l)	= 4 m
Tinggi ruangan (h)	= 3,8 m
Tinggi dari bidang kerja (tb)	= $h - 0,8 = 3$ m
Warna dinding cream dan warna langit – langit putih	

Index Ruang (k) :

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

$$k = \frac{8 \times 4}{3(8+4)}$$

$$K = 0,889$$

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

$$\text{Faktor refleksi langit-langit } (r_w) = 0.8$$

$$\text{Faktor refleksi dinding } (r_p) = 0.8$$

$$\text{Faktor refleksi lantai } (r_m) = 0.3$$

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

Dari tabel (lampiran III) didapatkan :

$$k_1 = 1 \qquad kp_1 = 0.76$$

$$k_2 = 1,25 \qquad kp_2 = 0.87$$

Dengan menggunakan Rumus (2.15)[2], maka besar Faktor Utility, yaitu:

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

$$kp = 0.76 + \frac{0,889 - 1.0}{1,25 - 1} (0.87 - 0.76)$$

$$kp = 0,71$$

Penentuan jumlah armatur :

1. Diasumsikan Jenis lampu yang akan digunakan ialah lampu phillips 20 watt
2. Fluks cahaya lampu (F) 1200 lumen (lampiran 6)
3. Kuat penerangan (E) sebesar 100 lux (Tabel 2.2)
4. Dari katalog didapatkan $\eta_{arm} = 0.7$ (lampiran II)
5. Faktor depresiasi (kd) = 0.8

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

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

$$n = \frac{100 \times 32}{1200 \times 0.711 \times 0.7 \times 0.8}$$

$$n = 6,69 \approx 7 \text{ armatur}$$

Jadi jumlah armatur yang dibuthkan pada ruangan ini ialah sebanyak 7 armatur, masing-masing armatur terdiri dari lampu 20 watt.

3.5 Spesifikasi Rumah dan Daya Setiap Ruangan

Spesifikasi Rumah dimaksudkan untuk mengetahui spesifikasi beban yang akan dilayani dari setiap ruang yang terdapat dalam sebuah gedung. Dengan membuat tabel spesifikasi Rumah ini, kita dapat mengetahui beban-beban yang dilayani dari setiap ruangan dalam sebuah gedung, sehingga dapat diketahui pula jumlah beban (daya) yang dilayani dari sebuah gedung, yang merupakan penjumlahan dari total beban yang dilayani dari setiap ruang dalam Rumah tersebut. Pembuatan tabel spesifikasi Rumah dapat membantu dalam proses perancangan instalasi listrik dari Rumah tersebut. Berikut ini merupakan denah masing2 ruangan dan tabel spesifikasi Rumah Mewah.

❖ Denah ruangan Lantai 1



Gambar 3.2 Denah Lantai 1

Tabel 3.1 Spesifikasi Beban Lantai 1

No	Ruangan	BEBAN (Watt)											Total Daya	
		AC			Lampu Penerangan					Pompa Air (1 PK)	Heater (3000)	Heater (1500)		Stop-Kontak (200)
		1/2 PK	3/4 PK	1 PK	8	11	15	20	100					
1	R. Tidur Utama			1	2			3					3	1422
2	R. Tidur 1	1						1					2	793
3	R. Tidur 2		1					1					2	980
4	R. Tidur Sopir						1						1	215
5	Kamar Mandi 1						1							15
6	Kamar Mandi 2				1		2						1	238
7	Kamar Mandi 3				1			1					1	228
8	R. Tamu					4		1					2	464
9	Teras							1						20
10	Taman Depan					2			2					222
11	Taman Belakang					2			2					222
12	Carport						2		2					230
13	Hall			1			5	1					2	1241
14	R. Makan							9					1	380
15	Kolam					2		1	2					242
16	Dapur							4					2	480
17	Gudang						1						1	215
18	Pompa Air									1				746
19	Heater										1	2		6000
20	Garasi						2	6					1	350
Total Daya (WATT)													14703	

Ruangan lantai 1 terdiri dari atas beberapa Ruangan, yang mana di bagi menjadi 18 Group Pengaman atau menggunakan 18 MCB.

1. R.Tidur 1 + Kamar mandi 1
2. R.Tamu
3. R.Makan + Kolam
4. Gudang + Dapur
5. Hall
6. R.Tidur Utama + Kamar mandi 2
7. R.Tidur 2 + Kamar mandi 3
8. Garasi + R.Sopir
9. Taman Belakang
10. Teras + Carport + Taman
11. Pompa Air

12. AC R.T idur Utama
13. AC R.T idur 1
14. AC R.T idur 2
15. AC Hall
16. Heater Kamar mandi 2
17. Heater Kamar mandi 3
18. Heater Dapur

❖ **Denah ruangan Lantai 2**



Gambar 3.3 Denah Lantai 2

Tabel 3.2 Spesifikasi Beban Lantai 2

No	Ruangan	BEBAN (Watt)						Stop-Kontak (200)	Total Daya
		AC (Watt)			Lampu Penerangan				
		1/2 PK	3/4 PK	1 PK	11	15	20		
1	R. Tidur 3	1					1	2	793
2	R. Tidur 4		1				1	2	980
3	R. Tidur 5		1		1		1	2	991
4	R. Tidur Pembantu					1		1	215
5	Kamar Mandi 1					1			15
6	Kamar Mandi 2					1			15
7	Kamar Mandi 3					1		1	215
8	R. Keluarga			1	2		7	2	1308
9	Jemuran					3			45
10	Musholla		1				4	1	840
11	Hall + R. Duduk						7	2	540
12	Balkon						3		60
13	Tangga Turun					3			45
Total Daya (Watt)									6062

Ruangan lantai 2 ini juga terdiri dari beberapa Ruangan, yang mana di bagi menjadi 12 Group Pengaman atau menggunakan 12 MCB. .

1. Mushola + T.Turun
2. R. Keluarga
3. R. Tidur 5
4. Balkon + Hall + R. Duduk
5. R.tidur 3 + Kamar Mandi 1 + Kamar Mandi 2
6. R. Tidur 4
7. R.Tidur Pembantu + Jemuran + R.Cuci
8. AC Mushola
9. AC R.Keluarga
10. AC R.Tidur 5
11. AC R.Tidur 3
12. AC R.Tidur 4

❖ Denah Ruangan Lantai 3



Gambar 3.4 Denah Lantai 3

Tabel 3.3 Spesifikasi Beban Lantai 3

No	Ruangan	BEBAN (Watt)								Pompa Air (3/4 PK)	Stop-Kontak (200)	Total Daya
		AC (PK)			Lampu Penerangan							
		1/2 PK	3/4 PK	1 PK	8	11	15	20	150			
1	Turun				4			1				52
2	R. Duduk						4	1			2	480
3	R. Fitness + Bilyar		1					6			2	1080
4	R. Karoeke		2					4			3	1800
5	Gazebo				4			1			2	452
6	Halaman Luar							5	4			700
7	Pompa Air									1		560
Total Daya (Watt)											5124	

Ruangan lantai 3 hanya terdiri dari atas 6 Ruangan, yang mana di bagi menjadi 9 Group Pengaman atau menggunakan 9 MCB.

- 1.R. Fitnes + Bilyar
- 2.Tangga Turun
- 3.R. Karoeke
- 4.AC (R. Karoeke)
- 5.AC (R. Bilyar)
- 6.R. Duduk
- 7.Gazebo
- 8.Halaman luar
- 9.Pompa Air

3.6 Penempatan Titik Lampu

Penempatan titik lampu dapat dilihat pada gambar perancangan instalasi listrik.

3.7 Tata Letak Saklar Lampu Penerangan

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

Rating saklar yang dipilih yaitu harus mampu untuk menghantarkan arus 115 % dari arus nominal yang melewatinya.

Contoh cara perhitungan untuk menentukan rating saklar. Diambil saklar yang melayani lampu penerangan dengan daya terbesar (yaitu saklar seri no. saklar 1

pada lantai 3) melayani 9 lampu, 5 lampu teras (115 W) dan 4 lampu Tembak untuk menyinari dinding (600 W). dengan daya total 715 W :

$$\text{Rating saklar} = I = \frac{P}{V \times \text{Cos}\phi} = \frac{700}{220 \times 0,9} = 3,54 \text{ A (Diasumsikan } \text{Cos}\phi=0,9)$$

Dipasaran tersedia dari 6 A, 10 A dst.

Spesifikasi teknis dari saklar yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Rating tegangan 500 V
2. Rating arus minimal 10 A
3. Tipe pemasangan, dipasang pada dinding (recessed) dan menggunakan doss dengan ketinggian 120 cm diatas permukaan lantai yang sudah jadi.
4. Saklar harus dilengkapi dengan label yang menunjukkan lampu dari kelompok mana yang dilayaninya.

Pemasangan tata letak saklar dapat dilihat pada Layout instalasi listrik.

3.8 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 diatas 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.

3.9 Pembagian Kelompok Beban

Suplai energi listrik Untuk Rumah Mewah ini menggunakan sistem 3 fasa dengan tegangan suplai 220 / 380 V, sehingga perlu dilakukan pembagian kelompok beban, hal ini bertujuan untuk :

1. Menjaga keseimbangan beban pada tiap fasa
2. Melokalisir gangguan yang timbul dengan tidak mempengaruhi kerja sistem secara keseluruhan.
3. Mempermudah dalam pemasangan, pemeriksaan, pengoperasian dan perbaikan.

4. Jika ada gangguan pada satu kelompok, maka kelompok lain tetap tidak akan terpengaruh gangguan tersebut.

Untuk lebih jelasnya, uraian pembagian kelompok beban untuk Rumah Mewah ini dapat dilihat pada Gambar 4.4 Diagram Rekapitulasi Daya.

3.10 Catu Daya Cadangan (*GENSET*)

Saat terjadi gangguan pada suplai dari PLN, maka sebuah gedung harus mempunyai suplai cadangan dari generator set (*GENSET*).

Perancangan AMF (*Automatic Main's Failure*)

Listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam suatu kegiatan sehari-hari. Dalam suatu kegiatan banyak menggunakan peralatan-peralatan yang sangat tergantung pada kontinuitas daya listrik sehingga memerlukan pencatu daya listrik pengganti diluar Catu daya utama. Genset diperlukan suatu sistem yang mampu mengatur penyaluran tenaga listrik, sehingga bila salah satu sumber listrik mengalami gangguan, maka dapat diambil alih oleh sumber lainnya (*genset*).

Pada saat sumber PLN mengalami gangguan, secara otomatis genset akan mengambil alih *supply* PLN ke *supply* genset. Sebaliknya, apabila sumber PLN sudah normal kembali, maka unit alat tersebut secara otomatis akan mengambalikan *supply* dari genset ke PLN. Alat yang dapat mentransfer kedua sumber listrik tersebut disebut sebagai Automatic Main's Failure (AMF).

Deskripsi Kerja AMF

Sistem catu daya darurat merupakan catu daya cadangan saat terjadi gangguan pada catu daya utama untuk mensuplai beban yang mendapat prioritas. Genset merupakan salah satu alternatif catu daya darurat yang banyak digunakan untuk mendapat keandalan catu daya terutama untuk beban yang membutuhkan kontinuitas suplai, tetapi masih bisa ditolelir adanya penundaan untuk beberapa saat.

Dalam kondisi normal, beban disupply dari jala-jala PLN, dan arus listrik mengalir sebagai berikut: dari PLN - Titik A – Switch KT(on) – Titik B – Load. Selama supply dari PLN tidak mengalami gangguan, maka KT akan tetap on dan begitu pula KG akan terus off. Dengan demikian genset tidak dapat memberikan suplai ke beban.

Dalam keadaan darurat, artinya PLN off maka secara otomatis KT akan off, dan sesegera mungkin secara otomatis AMF memerintahkan Diesel untuk start dan dalam waktu kurang lebih 8 sec, generator mengeluarkan tegangan (voltage), secara otomatis pula switch KG on. Sekarang supply untuk load didapat dari genset. Juga jika salah satu saja dari incoming PLN off maka KT pun akan off dan secara otomatis AMF akan memerintahkan genset on. Jika PLN on kembali, kurang lebih 30 sec AMF memerintahkan KG off dan sesudah itu meng-on-kan KT, tetapi genset masih running (cooling down). Jika PLN dalam waktu kurang lebih 120 sec tidak off lagi, maka genset stop. Semuanya itu bekerja secara otomatis.

BAB IV

ANALISIS DAN PERHITUNGAN

4.1 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 Mewah ini dapat dilihat pada lampiran.

4.1.1 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 KHanya.

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 syarat¹⁰, sesuai dengan tujuan dan penggunaannya, serta telah diperiksa dan diuji menurut standar penghantar yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang.
- Penghantar harus diamankan dengan alat pengaman (pengaman lebur atau pemutus daya) yang harus membuka sirkuit dalam waktu yang

¹⁰ PUIL 2000 7.1.1.1

tepat bila timbul bahaya bahwa suhu penghantar akan menjadi terlalu tinggi¹¹.

Untuk mendapatkan besarnya nilai KHA pada sebuah penghantar, maka terlebih dahulu harus didapatkan nilai arus maksimum yang akan mengalir pada penghantar tersebut.

Contoh

Perhitungan untuk penghantar pada Panel Lantai 1 (R. Tidur Utama).

Karena beban yang dipakai 3 lampu 20 Watt , 2 Lampu 8 Watt dan 3 stop kontak dan juga AC 1 PK. total beban 676 Watt (AC tidak dimasukkan karena mempunyai penghantar dan pengaman sendiri) maka :

$$I = \frac{P}{V \times \cos\phi} \quad \rightarrow \text{(Diasumsikan } \cos\phi = 0,9)$$

$$I = \frac{676}{220 \times 0,9} \quad I = 3,41 \text{ Ampere}$$

Arus nominal dari sub panel Panel Lantai 1 (R. Tidur Utama) ialah 3,41 A. Dari arus nominal ini diperoleh KHA penghantar sebesar:

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

$$\text{KHA} = 1,25 \times 3,41 = 4,27 \text{ Amper}$$

Sesuai dengan Lampiran 6, maka diperoleh ukuran penghantar ialah NYM 1,5 mm². sedangkan ukuran penghantar yang dipilih ialah NYM 3 X 2,5 mm². Hal ini berdasarkan pertimbangan, supaya drop tegangan pada penghantar tersebut kecil, dan untuk spare jika ada penambahan daya di masa yang akan datang.

Perhitungan ukuran penghantar utama (Panel Lantai 1),

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

$$\rightarrow \text{KHA terbesar} = 1,25 \times I_n \quad \rightarrow I = \frac{P}{V \times \cos\phi} \quad \rightarrow \text{(Diasumsikan } \cos\phi = 0,9)$$

$$I = \frac{3000}{220 \times 0,9} \quad \rightarrow I = 15,15 \text{ A}$$

$$= 1,25 \times 15,2$$

¹¹ PUIL 2000 7.5.1.1

$$= 19,4 \text{ A}$$

$$\rightarrow \text{In R. Tidur 1 + KM 1} \rightarrow I = \frac{P}{V \times \cos \phi} \rightarrow (\text{Diasumsikan } \cos \phi = 0,9)$$

$$I = \frac{435}{220 \times 0,9} \quad I = 2,2 \text{ Ampere}$$

Tabel 4.1 Penentuan KHA dan Pengaman Panel Lt.1

NO	RUANGAN	S (Watt)	V (v)	cos ϕ	V.cos j	In (A)	KHA	Penghantar (mm ²)	Pengaman (A)	Ket.
1	R. Tidur 1 + KM 1	435	220	0.9	198	2.2	2.75	2.5	4	MCB
2	R. tamu	464	220	0.9	198	2.34	2.93	2.5	6	ELCB
3	R. makan + Kolam	622	220	0.9	198	3.14	3.93	2.5	6	ELCB
4	Gudang + Dapur	695	220	0.9	198	3.51	4.39	2.5	6	ELCB
5	Hall	495	220	0.9	198	2.5	3.13	2.5	4	MCB
6	R. tidur utama + km 2	914	220	0.9	198	4.62	5.77	2.5	6	ELCB
7	R. Tidur 2 + KM 3	648	220	0.9	198	3.27	4.09	2.5	4	MCB
8	Garasi + R. tidur sopir	565	220	0.9	198	2.85	3.57	2.5	4	MCB
9	Taman belakang	222	220	0.9	198	1.12	1.4	2.5	2	MCB
10	Teras + Carport + Tamar	472	220	0.9	198	2.38	2.98	2.5	6	ELCB
11	Pompa Air 1	746	220	0.9	198	3.77	4.71	2.5	6	ELCB
12	AC R. Tidur 1	373	220	0.9	198	1.88	2.35	2.5	2	MCB
13	AC R. Tidur Utama	746	220	0.9	198	3.77	4.71	2.5	4	MCB
14	AC R. Tidur 2	560	220	0.9	198	2.83	3.54	2.5	4	MCB
15	AC Hall	746	220	0.9	198	3.77	4.71	2.5	4	MCB
16	Heater KM 2	3000	220	0.9	198	15.2	18.9	2.5	16	ELCB
17	Heater KM 3	1500	220	0.9	198	7.58	9.47	2.5	8	ELCB
18	Heater Dapur	1500	220	0.9	198	7.58	9.47	2.5	8	ELCB

KHA utama = KHA terbesar + Arus nominal yang lainnya.

$$= 18,9 + (2,2 + 2,34 + 3,14 + 3,51 + 2,5 + 4,62 + 3,27 + 2,85 + 1,12 + 2,38 + 3,77 + 1,88 + 3,77 + 2,83 + 3,77 + 7,58 + 7,58)$$

$$= 78,01 \text{ A}$$

Perhitungan untuk penghantar pada Panel Utama

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

1. KHA Terbesar pada ketiga lantai
2. In pada panel lainnya
 - Dari data, maka KHA terbesar ada pada panel lantai 1 (Beban Total lebih besar), yaitu :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} \rightarrow (\text{Diasumsikan } \cos \phi = 0,9)$$

$$I_n = \frac{14696}{380\sqrt{3} \times 0,9} \quad \rightarrow I_n = 24,80 \text{ A}$$

Arus nominal dari Panel Lantai 1 ialah 24.80 A. Dari arus nominal ini diperoleh KHA, sebesar ;

$$\text{KHA} = 1,25 \times 24,82 = 31,01 \text{ A}$$

Sesuai dengan Lampiran 7, maka penghantar yang digunakan NYM 5 x 4 mm².

➤ In pada lantai 2, yaitu :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos} \varphi} \quad \rightarrow (\text{Diasumsikan } \text{Cos} \varphi = 0,9)$$

$$I_n = \frac{6062}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} \quad \rightarrow I_n = 10,24 \text{ A}$$

➤ In pada lantai 3, yaitu :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos} \varphi} \quad \rightarrow (\text{Diasumsikan } \text{Cos} \varphi = 0,9)$$

$$I_n = \frac{5124}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} \quad \rightarrow I_n = 8,65 \text{ A}$$

Perhitungan ukuran penghantar utama (Panel Utama),

$$\begin{aligned} \text{KHA penghantar utama} &= \text{KHA terbesar} + \text{Arus nominal yang lainnya.} \\ &= 31,03 + (10,24 + 8,65) \\ &= 49,92 \text{ A} \end{aligned}$$

Dari Lampiran 7, maka penghantar yang digunakan ialah NYM 5 x 6 mm².

4.1.2 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 instalasi¹².

¹² PUIL 2000 7.13.1

- Didalam pipa instalasi tidak boleh ada sambungan penghantar, penyambungan penghantar ini harus dilaksanakan dalam kotak sambung atau kotak cabang yang diperuntukan bagi maksud itu¹³.
- Kabel rumah dan kabel instalasi tidak boleh dimasukan / ditarik ke dalam pipa instalasi sebelum pekerjaan kasar, antara lain pembetonan dan pelesteran, diselesaikan¹⁴.

4.1.3 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 konsumen¹⁵.

Persentasi susut tegangan ialah 5 % maka :

$$\text{Untuk sistem 3 phasa} \gg \Delta U = \frac{\Delta U}{100 \%} U_n = \frac{5 \%}{100 \%} 380 = 19 \text{ V}$$

$$\text{Untuk sistem 1 phasa} \gg \Delta U \% = \frac{\Delta U}{100 \%} U_n = \frac{5 \%}{100 \%} 220 = 11 \text{ V}$$

Rugi tegangan berdasarkan Luas penampang untuk arus bolak-balik tiga fasa(penampang minimum), yaitu : $\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (RL \cos \varphi + XL \sin \varphi)$

Contoh

Diambil contoh perhitungan untuk jarak beban terjauh dari Panel Utama. yaitu Panel Utama ke beban yang terhubung dengan panel Panel Lantai 3.

Perhitungan drop tegangan dari Panel Utama ke panel Lantai 3,;

Dengan asumsi $\text{Cos } \varphi = 0,9$ Kabel NYY 4 x 2,5 mm².

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

¹³ PUIL 2000 7.13.2

¹⁴ PUIL 2000 7.13.5

¹⁵ PUIL 2000 4.2.3.1

$$I \Rightarrow I_n = \frac{5124}{380\sqrt{3} \times 0,9}$$

$$I = 8,65 \text{ A}$$

$$RL \cos \varphi + XL \sin \varphi = 7,89 \text{ } \Omega/\text{km} \text{ (lampiran 8)}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (RL \cos \varphi + XL \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 8,65 \times 0,017 \times 7,89 = 2,01 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{U_n} 100 \% = \frac{2,01}{380} 100 \% = 0,53 \%$$

Jadi Drop Tegangan dari Panel Utama ke Panel Lantai 3 masih sesuai dengan ketentuan PUIL 2000, yaitu sebesar 2,01 Volt atau 0,53 %.

4.2 Rating Arus Pengaman

Untuk dapat menentukan rating arus pengaman, kita harus terlebih dahulu menghitung arus nominal yang mengalir pada rangkaian. Rating arus pengaman, untuk instalasi penerangan adalah lebih besar atau sama dengan arus nominal.

Syarat-syarat pengaturan pengaman :

1. Tidak ada elemen pengaman yang memutuskan hubungan selama rangkaian dalam keadaan normal.
2. Jika terjadi gangguan pengaman yang harus bekerja adalah pengaman yang terdekat dengan titik gangguan, sedangkan rangkaian tidak mendapat gangguan harus tetap dapat beroperasi.
3. Apabila pengaman terdekat dari titik gangguan tidak dapat bekerja, maka pengaman pelindung yang harus bekerja.

4 Contoh Perhitungan

Mencari setting pengaman, terlebih dahulu kita harus menentukan I_n yang mengalir pada beban tersebut :

➤ I_n Untuk beban pada R.Tidur 4 → panel Lantai 2 :

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

$$I = \frac{420}{220 \times 0,9} \quad \rightarrow I_n = 2,12 \text{ Ampere}$$

Maka dipilih setting Pengaman (MCB) → 4 A

Sedangkan untuk pengaman pada beban lainnya, dapat dilihat pada lampiran 7 dan juga Diagram Rekapitulasi Daya

- Untuk menentukan setting pengaman utama masing-masing panel:

Total beban lantai 1 sebesar 14696 Watt,

Maka Beban yang terpasang = Total beban x Faktor keserempakan (0,8)

Beban yang terpasang = 14696 x 0,8 = 11757 VA

Sesuai Tabel 4.1 Standard Daya PLN, Maka dipilih Setting Pengaman (MCB)

Utama panel Lantai 1 → 3Phasa 25 A,

Pengaman (MCB) Utama Panel Lantai 2 → 3Phasa 16 A

Pengaman (ACB) Utama Panel Lantai 3 → 3Phasa 10 A

- Untuk menentukan setting pengaman Panel utama

Berdasarkan Tabel standard daya PLN, Maka daya yang diajukan ke PLN untuk penyambungan sebesar 23000 VA, Hal ini dikarenakan hasil perhitungan Total beban terpasang pada Rumah Mewah ini sebesar 20706 VA.

Beban yang terpasang = Total beban x Faktor keserempakan (0,8)

Beban yang terpasang = 25882 x 0,8 = 20706 VA

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \quad \rightarrow \text{(Diasumsikan } \cos\phi = 0,9)$$

$$I_n = \frac{25882}{380\sqrt{3} \times 0,9} \quad \rightarrow I_n = 43,7 \text{ A}$$

Arus nominal dari Panel Lantai 1 ialah 43,7 A. Maka dipilih Setting Pengaman Panel Utama → 3Phasa 50 A,

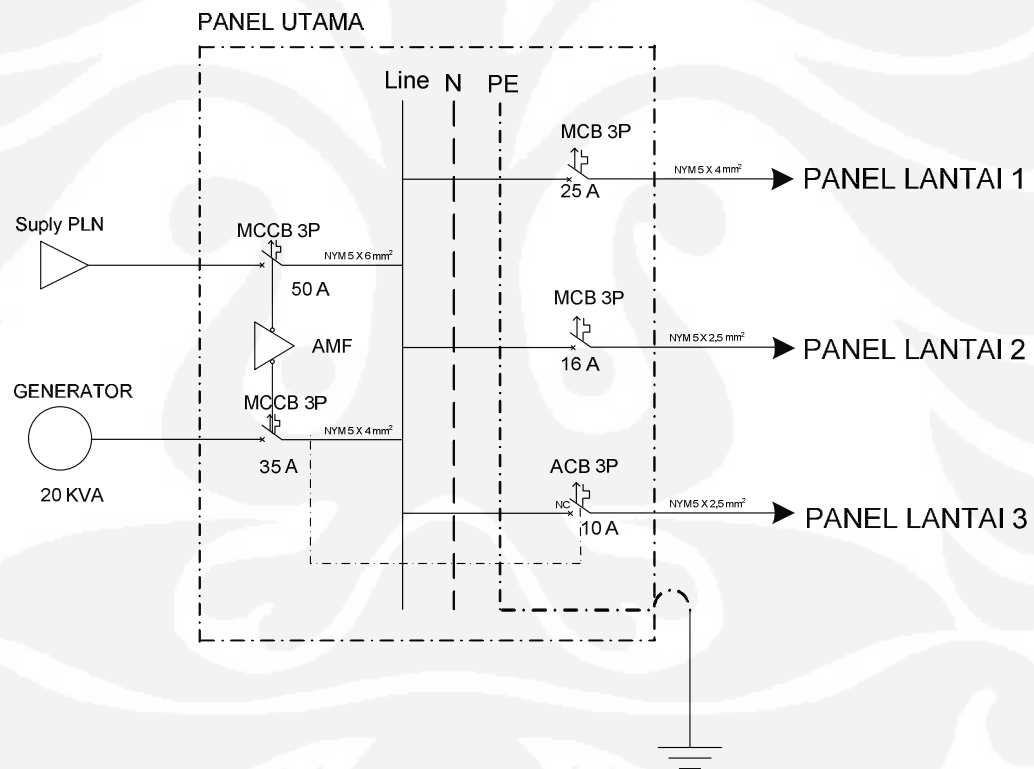
Tabel 4.2 Standard Daya PLN

LANGGANAN TEGANGAN RENDAH 220/380 V			
DAYA	PEMBATAS	DAYA	PEMBATAS
450 VA	1 X 2 A	53.000 VA	3 X 80 A
900 VA	1 X 4 A	66.000 VA	3 X 100 A
1300 VA	1 X 6 A	82.500 VA	3 X 125 A
2200 VA	1 X 10 A	105.000 VA	3 X 160 A
3500 VA	1 X 16 A	131.000 VA	3 X 200 A
4400 VA	1 X 20A	147.000 VA	3 X 225 A

3900 VA	3 X 6 A	164.000 VA	3 X 250 A
6600 VA	3 X 10 A	197.000 VA	3 X 300 A
10600 VA	3 X 16 A	233.000 VA	3 X 355 A
13200 VA	3 X 20A	279.000 VA	3 X 425 A
16500 VA	3 X 25 A	329.000 VA	3 X 500 A
23000 VA	3 X 35 A	414.000 VA	3 X 630 A
33000 VA	3 X 50 A	526.000 VA	3 X 800 A
41500 VA	3 X 63 A	630.000 VA	3 X 1000 A

4.3 Diagram Rekapitulasi Daya

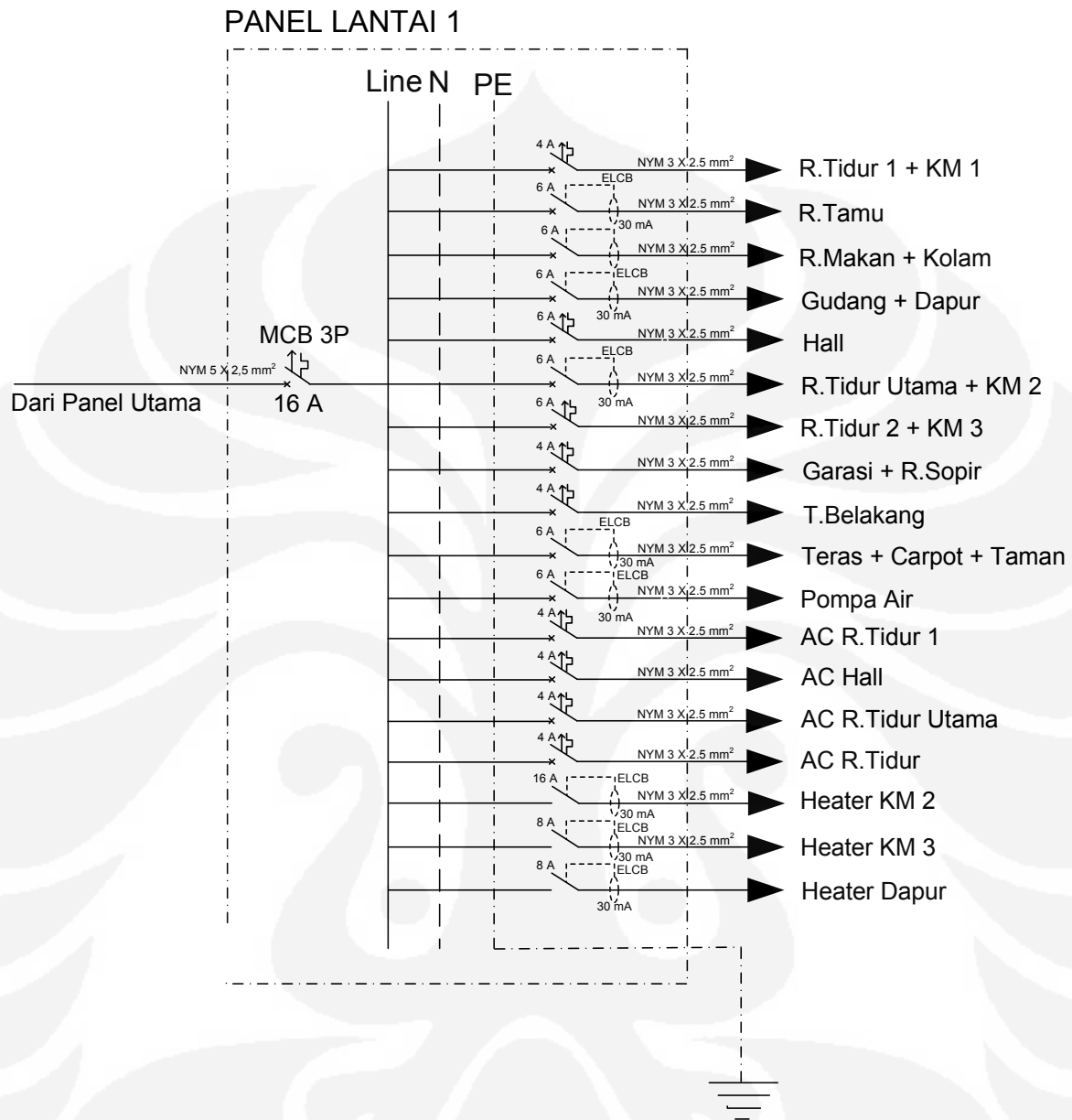
4.3.1 Single Line Diagram Panel Utama



Gambar 4.1 Single Line Diagram Panel Lantai Utama

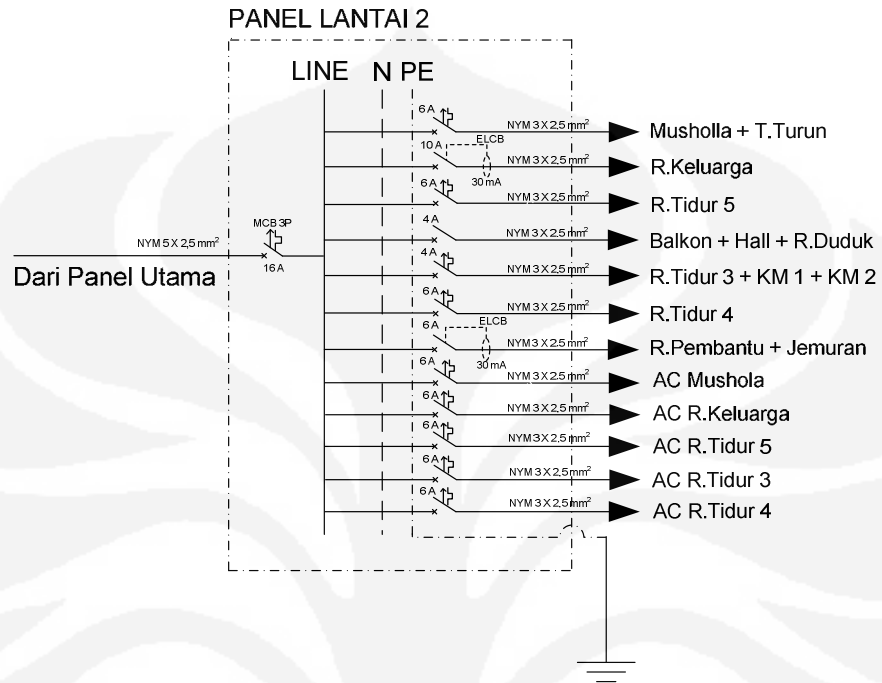
4.3.2 Single Line Diagram Panel Lantai 1





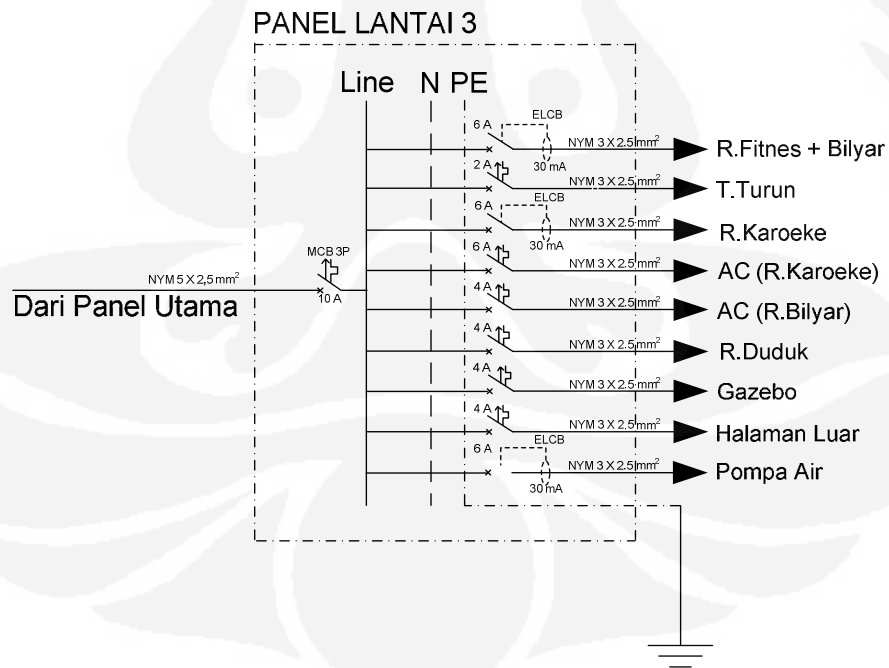
Gambar 4.2 Single Line Diagram Panel Lantai 1

4.3.3 Single Line Diagram Panel Lantai 2



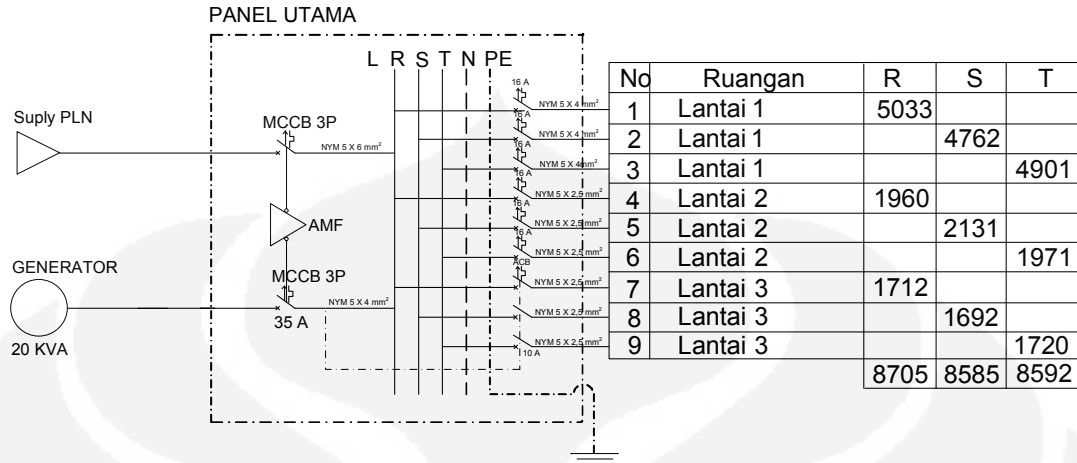
Gambar 4.3 Single Line Diagram Lantai 2

4.3.4 Single Line Diagram Panel Lantai 3



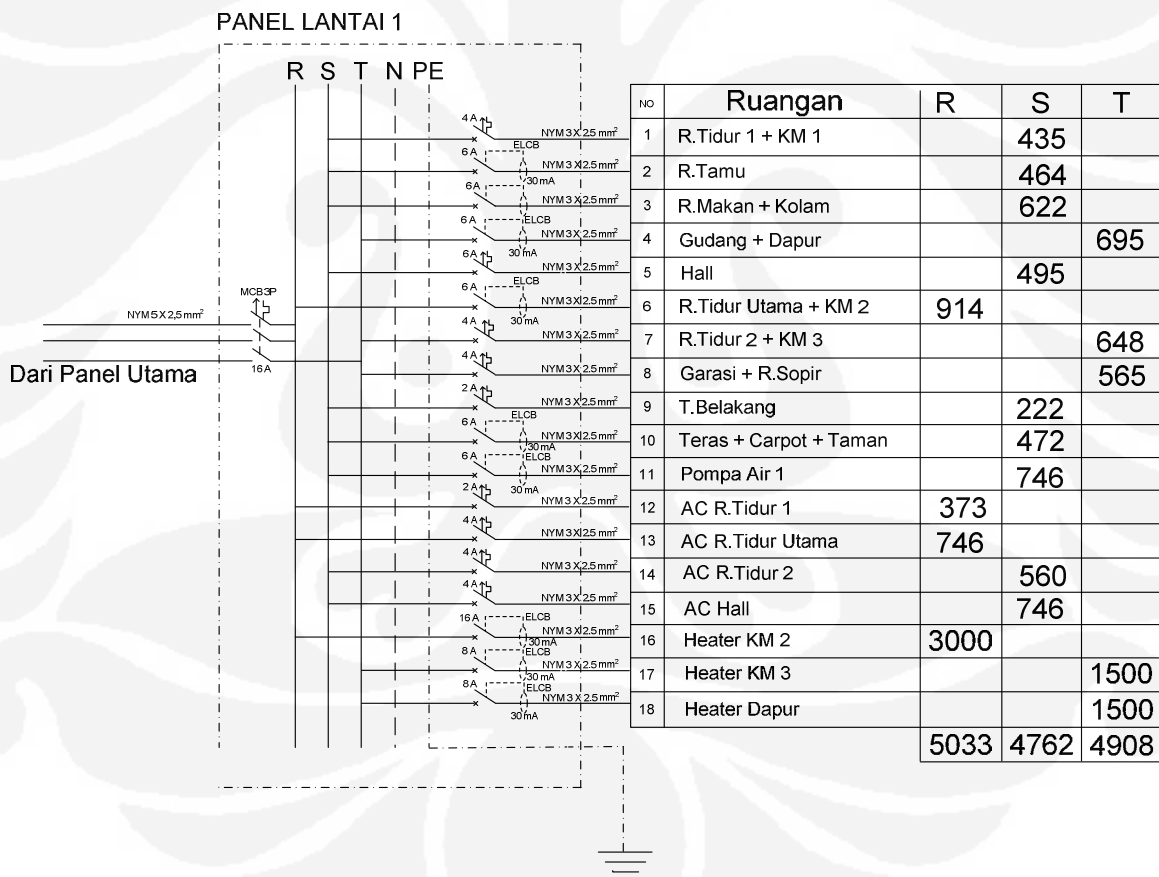
Gambar 4.4 Single Line Diagram Lantai 3

4.3.5 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Utama



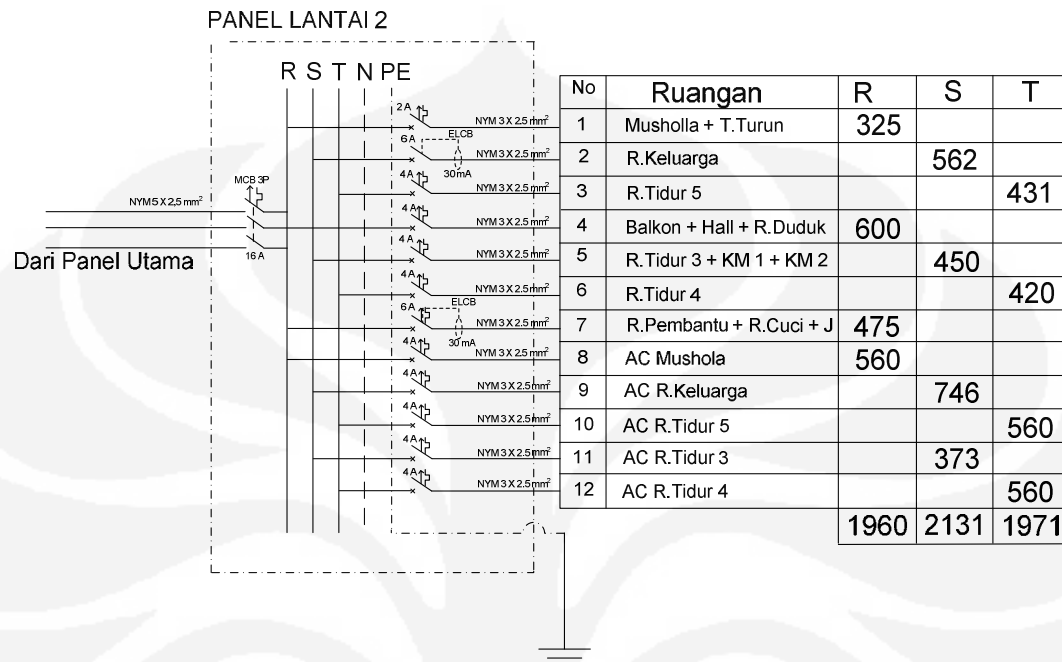
Gambar 4.5 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai Utama

4.3.6 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 1



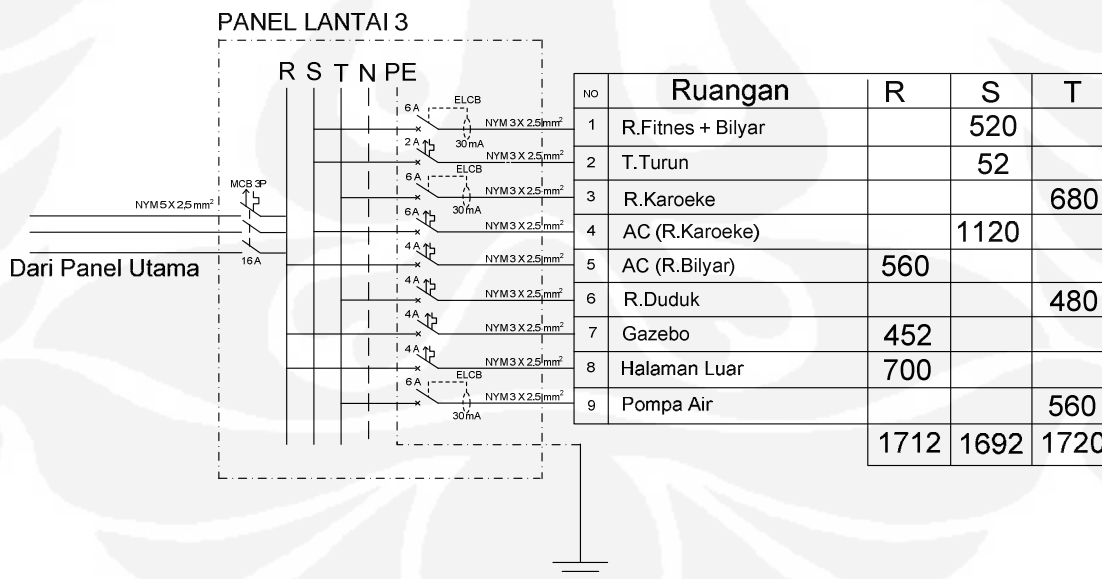
Gambar 4.6 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 1

4.3.7 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 2



Gambar 4.7 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 2

4.3.8 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 3



Gambar 4.8 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 3

4.4 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 saya memilih kapasitas genset yang akan mensuplai yaitu sebesar 20 KVA. Hal ini dikarenakan karena hanya lantai 1 dan 2 saja yang di back up oleh *genset*, yaitu dengan total beban 20758 Watt, maka daya yang terpasang = total beban x factor keserempakan (0,8)
Di dapat daya yang terpasang yaitu 16,6 KVA.

Spesifikasi Genset sebagai berikut:

Diesel Genset 20 Kva Silent Type (PERKINSUK)

KUBOTA V3300

16,5 KW , 20 Kva, 400 - 220 Volt, 3 Phase, 50 Hz

Solar , Tanki untuk Running 5-7 Jam , 1500 Rpm

Electric Start , Silent Frame Type 68 db @ 7 M, pf 0,8

Dimensi : 1515 x 650 x 965

Alternator : Leroy/Stamford

Accessories : Digital control panel with Protection (Low Oil, High Engine Temp , Etc)

Pemasangan GENSET secara interlock dengan sumber dari PLN. Dan pengoperasiannya dilakukan secara Automatic.

4.5 Analisa Pentanahan

Besarnya tahanan pentanahan maksimum $2 \Omega^{16}$. Tahanan pentanahan ini dipengaruhi oleh :

- Jenis tanah, dimana tahanan pentanahan untuk elektroda bumi tergantung dari jenis dan keadaan tanah.
- 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 100Ω . Penanaman elektroda batang ditanam sedalam 6 m, dengan tahanan pentanahan sebesar 20Ω .

Tabel 4. 2 Resistansi jenis tanah¹⁷

¹⁶ PUIL 2000

¹⁷ PUIL 2000 tabel 3.18-1

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 4.3 Resistansi pembumian pada resistansi jenis Q1 = 100¹⁸

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

Untuk tahanan jenis lain (Q), maka besar resistansi pembumian ialah :

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{Q}{100}$$

$$\frac{100}{Q_1} = \frac{20}{100} \rightarrow Q_1 = 20 \Omega$$

Untuk pemasangannya diparalel dengan tiga buah elektroda batang :

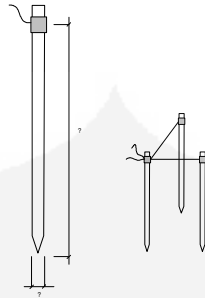
$$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{R_c} = 1,5$$

$$R_c = 6,67 \Omega$$

Dari perhitungan diatas supaya didapat harga tahanan pentanahan < 2 Ω maka dipasang 4 titik pentanahan dengan masing-masing titik di paralel 3 buah elektroda batang dan elektroda ditanam sedalam 5 m. Jarak antara masing-masing elektroda ditentukan berdasarkan PUIL 2000. dimana jarak antara elektroda tersebut minimum harus dua kali panjang elektroda batang yang dipasang secara paralel agar didapat harga tahanan tidak lebih besar dari 2 Ω.

¹⁸ PUIL 2000 tabel 3.18-2



Gambar 4.9 Elektroda Batang

Untuk menentukan diameter (d) elektroda pentanahan dapat dihitung :

$$\rho = R \times \frac{2 \times \pi \times l}{\ln \left(4 \times \frac{l}{d} \right)}$$

Dimana :

ρ : Tahanan jenis tanah (Ω)

R : Tahanan Pentanahan (Ω)

π : konstanta

l : Panjang elektroda yang ditanam (m)

d : Diameter batang elektroda pentanahan (m)

Diameter elektroda batang, dapat dihitung sebagai berikut :

$$100 = 20 \times \frac{2 \times 3,14 \times 6}{\ln \left(4 \times \frac{1}{d} \right)}$$

$$d = \frac{4}{e^{\frac{20 \times 2 \times 3,14 \times 6}{100}}}$$

$$= 0,022 \text{ m} \approx 22 \text{ mm (tersedia dipasaran 25 mm)}$$

Jadi sistem pentanahan yang dipakai untuk Rumah Mewah ini menggunakan elektroda batang dengan diameter 25 mm dengan panjang masing-masing elektroda 6 m, dan dipasang sebanyak 4 titik pentanahan dan tiap titik terdiri dari tiga batang elektroda.

BAB V KESIMPULAN

1. Daya total pada Rumah ini 25.882 Watt, maka Daya Terpasang dikalikan factor keserempakan (0,8) sebesar 20706 VA, sehingga Daya yang dibutuhkan dari PLN untuk penyambungan sebesar 23.000 VA.
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 20 KVA, Genset ini mensuplai lantai 1 dan 2 yang mempunyai Total beban 20.758 Watt, dengan dengan pengoperasian Automatic.
3. Pada panel Utama lantai 3 menggunakan pengaman Air Circuit Breaker (ACB) dengan kondisi NC, Hal ini dikarenakan pada panel lantai 3 tidak di bak up oleh genset, sehingga pada saat suplai dari PLN putus, maka ACB akan secara otomatis Off.
4. Untuk memudahkan maintenance, maka pengaman instalasi listrik penerangan dan instalasi daya harus dipisah.
5. Untuk kehandalan pada pengaman, maka ada sebagian ruangan yang harus menggunakan Proteksi Arus bocor Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) dengan sensitifitas 30mA, seperti Pompa Air, Heater, dan mesin cuci.

REFERENSI

- [1] P. Van. Harten, Ir.E. Setiawan; *Instalasi Listrik arus Kuat 1* ; CV. Trimitra Mandiri.
- [2] P. Van Harten, Ir.E. Setiawan; *Instalasi Listrik arus Kuat II* ; CV. Trimitra Mandiri
- [3] Panitia Revisi PUIL, 1987 ; *PUIL 2000* ; BSN, Jakarta. 2000.
- [4] Rudy Setiabudy ; *Pengukuran Besaran Listrik*.
- [5] *lighting manual third edition*, A handbook of lighting installation deign prepared by the members of the staff of the N.V ; Philips
- [6] Gloeilamfabrieken, *Lighting Design and Engineering Centre*, Eindhoven, The Netherlands ; Philips.
- [7] Tata cara perancangan system Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung, PDF ; SNI 03-6575-2001
- [8] Fatahula, *Instalasi Listrik Domestik*
- [9] Muhaimin : *Instalasi Listrik I*

DAFTAR PUSTAKA

1. P. Van. Harten, Ir.E. Setiawan; *Instalasi Listrik arus Kuat 1* ; CV. Trimitra Mandiri.
2. P. Van Harten, Ir.E. Setiawan; *Instalasi Listrik arus Kuat II* ; CV. Trimitra Mandiri.
3. Rudy Setiabudy ; *Pengukuran Besaran Listrik*.
4. Fatahula, *Instalasi Listrik Domestik*.
5. Muhaimin : *Instalasi Listrik I*.

6. F. Suryatmo ; *Teknik Listrik Instalasi Penerangan* ; Rineka Cipta.
7. F. Suryatmo ; *Dasar-dasar Teknik Listrik* ; Rineka Cipta
8. *Katalog Harga 1997 ; PT Schneider Ometraco.*
9. Christian Darmasetiawan, Lestari Puspakesuma ; *Teknik Pencahayaan dan Tata Letak Lampu* ; Grasindo
10. <http://www.breaker.com>.
11. Neidle, Michael; *Teknologi Instalasi Listrik*; Erlangga, Jakarta. 1982.
12. Sumardjati, Parih; *Teknik pemanfaatan tenaga listrik jilid 1, 2 dan 3.pdf*.
13. Sumardjati, Parih. *Modul Perkuliahan :Penangkal Petir*.
14. Imam Sugandi, Ir. Dkk ; *Panduan Instalasi Listrik untuk Rumah Berdasarkan PUIL 2000*; Yayasan Usaha Penunjang Tenaga Listrik, Jakarta 2001.

LAMPIRAN

1. Layout Instalasi Listrik Lantai 1

2. Layout Instalasi Listrik Lantai 2



3. Layout Instalasi Listrik Lantai 3

4. Penentuan jumlah pengguna Armatur

NO	RUANGAN	P (m)	L (m)	h (m)	Tbk (m)	Tb (m)	k	kp1	kp2	k1	k2	kp	E (lux)	Qarm (lm)	kd	ηarm	N _b (bit)
1	R. tidur utama	8.9	4	3.8	0.8	3	0.92	0.65	0.76	0.8	1	0.72	50	1200	0.8	0.7	
2	R. tidur 1	4	3.2	3.8	0.8	3	0.59	0.65	0.76	0.8	1	0.54	50	1200	0.8	0.7	1.
3	R. tidur 2	4	4	3.8	0.5	3.3	0.61	0.51	0.65	0.6	0.8	0.51	50	1200	0.8	0.7	2.
4	R. tidur sopir	2.5	2	3.8	0.8	3	0.37	0.95	1.05	1.5	2	0.72	50	1200	0.8	0.7	0.
5	Kamar mandi 1	2.2	1.5	3.8	0.8	3	0.3	0.65	0.76	0.8	1	0.37	100	1200	0.8	0.7	1.
6	kamar mandi 2	3	1.9	3.8	0.8	3	0.38	0.51	0.65	0.6	0.8	0.36	100	1200	0.8	0.7	2.
7	kamar mandi 3	5.5	1.8	3.8	0.8	3	0.45	0.87	0.95	1.25	1.5	0.61	100	1200	0.8	0.7	2.
8	R. tamu	4	4	3.8	0.8	3	0.67	0.95	1.05	1.5	2	0.78	200	1200	0.8	0.7	6.
9	Teras	4.2	2.1	3.8	0	3.8	0.37	0.95	1.05	1.5	2	0.72	200	1200	0.8	0.7	3.
10	Taman depan	5.8	4.2	3.8	0	3.8	0.64	0	0.51	0	0.6	0.54	50	1200	0.8	0.7	3.
11	Taman belakang	4	2.1	3.8	0	3.8	0.36	0.65	0.76	0.8	1	0.41	50	1200	0.8	0.7	1.
12	Carport	6.4	14	3.8	0	3.8	1.15	0.76	0.87	1	1.25	0.83	50	1200	0.8	0.7	
13	Hall	6.5	3	3.8	0.8	3	0.68	0.76	0.87	1	1.25	0.62	100	1200	0.8	0.7	4.
14	R. makan	7	4	3.8	0.8	3	0.85	0.65	0.76	0.8	1	0.68	150	1200	0.8	0.7	9.
15	Kolam	3.2	4	3.8	0.8	3	0.59	0.65	0.76	0.8	1	0.54	50	1200	0.8	0.7	1.
16	Dapur	3	2.9	3.8	0.8	3	0.49	0.95	1.05	1.5	2	0.75	250	1200	0.8	0.7	4.
17	Gudang	1.5	2	3.8	0	3.8	0.23	0.51	0.65	0.6	0.8	0.25	60	1200	0.8	0.7	1.
18	Garasi	9.1	2.9	3.8	0.8	3	0.73	0	0.51	0	0.6	0.62	50	1200	0.8	0.7	3.

NO	RUANGAN	P (m)	L (m)	h (m)	Tbk (m)	Tb (m)	k	kp1	kp2	k1	k2	kp	E (lux)	Qarm (lm)	kd	ηarm	N _b (bit)
1	R. Tidur 3	4	3.1	3.8	0	3.8	0.46	0	0.51	0	0.6	0.39	50	1200	0.8	0.7	2.
2	R. Tidur 4	4	4	3.8	0.8	3	0.67	0.95	1.05	1.5	2	0.78	50	1200	0.8	0.7	
3	R. Tidur 5	4	4.2	3.8	0.8	3	0.68	0.51	0.65	0.6	0.8	0.57	50	1200	0.8	0.7	2.
4	R. Tidur pembantu	2.5	2.9	3.8	0	3.8	0.35	0	0.51	0	0.6	0.3	50	1200	0.8	0.7	1.
5	Kamar mandi 1	1.5	2.5	3.8	0.8	3	0.31	0.51	0.65	0.6	0.8	0.31	100	1200	0.8	0.7	1.
6	Kamar mandi 2	1.5	2.6	3.8	0.8	3	0.32	0.51	0.65	0.6	0.8	0.31	100	1200	0.8	0.7	
7	Kamar mandi 3	1.5	2.9	3.8	0.8	3	0.33	0	0.51	0	0.6	0.28	100	1200	0.8	0.7	2.
8	R. Keluarga	8	4	3.8	0.8	3	0.89	0.76	0.87	1	1.25	0.71	200	1200	0.8	0.7	1.
9	Jemuran	3	2.9	3.8	0.8	3	0.49	0	0.51	0	0.6	0.42	100	1200	0.8	0.7	3.
10	Musholla	4	4	3.8	0.8	3	0.67	0.51	0.65	0.6	0.8	0.56	100	1200	0.8	0.7	4.
11	Hall + R. Duduk	7	8	3.8	0.8	3	1.24	0.76	0.87	1	1.25	0.87	100	1200	0.8	0.7	9.
12	Balkon	11	2	3.8	0.8	3	0.56	1.05	1.11	2	2.5	0.88	50	1200	0.8	0.7	1.
13	Tangga turun	6.4	0.9	0	0.8	-1	-1	1.05	1.11	2	2.5	-5.6	60	1200	0.8	0.7	-1

NO	RUANGAN	P (m)	L (m)	h (m)	Tbk (m)	Tb (m)	k	kp1	kp2	k1	k2	kp	E (lux)	Qarm (lm)	kd	ηarm	N _b (bit)
1	Turun	5.2	0.9	3.8	0	3.8	0.2	0.85	0.94	0.8	1	0.58	60	1200	0.8	0.7	0.
2	R. Duduk	4	4	3.8	0.8	3	0.67	0	0.72	0	0.6	0.8	100	1200	0.8	0.7	2.
3	R. Fitnes + Bilyar	6.9	3.7	3.8	0	3.8	0.63	0.51	0.65	0.6	0.8	0.53	100	1200	0.8	0.7	7.
4	R. Karoeke	8.8	4	3.8	0	3.8	0.72	0.51	0.65	0.6	0.8	0.6	50	1200	0.8	0.7	
5	Gazebo	3	2.3	3.8	0	3.8	0.34	0	0.72	0	0.6	0.41	100	1200	0.8	0.7	2.
6	Halaman Luar	15	2.8	3.8	0	3.8	0.62	0	0.72	0	0.6	0.74	60	1200	0.8	0.7	4.
7	Cadangan	6	4	3.8	0	3.8	0.63	0	0.72	0	0.6	0.76	60	1200	0.8	0.7	2.

5. Besarnya Penerangan yang dianjurkan Lux

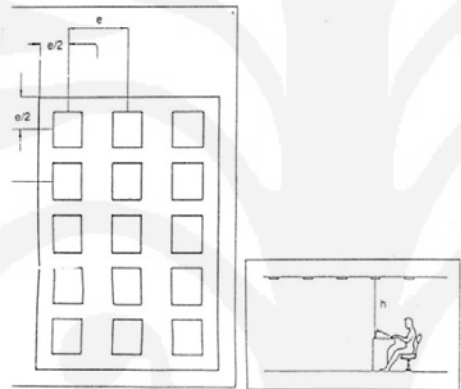
oh:
 ah ruang kerja
 $1.25 \quad N = x \text{ buah}$
 $250 \text{ lux} \quad B = 40\%$
 $2 \text{ m}^2 \text{ (luas meja kerja)} \quad z = 1$
 $30 \text{ m}^2 \text{ (luas ruangan)} \quad R = 900 \text{ lm}$
 $\frac{250 \cdot 2 \cdot 1.25}{1.900 \cdot 0.40} = 2 \text{ buah}$
 $\frac{250 \cdot 20 \cdot 1.25}{1.900 \cdot 0.40} = 17 \text{ buah}$

Untuk menerangi bidang kerja saja setiap meja membutuhkan 2 buah lampu. Berarti untuk menerangi ruangan secara merata 250 lux dibutuhkan lampu sebanyak 17 buah.

E. Cara Pemasangan Lampu
 Jarak maksimum antara penerangan yang satu dengan yang lain untuk mencapai penerangan yang merata paling sedikit 70%, dengan rumusan sebagai berikut.

$$\frac{e}{h} \geq 70\%$$

e = jarak antara pusat lampu yang satu dengan yang lain
 h = jarak antara lampu dengan bidang kerja
 Untuk mengetahui jumlah lux yang dibutuhkan pada setiap ruangan dapat dilihat dalam tabel berikut.



Besarnya Penerangan, Warna Cahaya, dan Ra yang Dianjurkan

	Nama Ruangan	Besarnya Penerangan yang Dianjurkan LX	Warna Cahaya		
			Putih Sejuk	Putih Netral	Putih Hangat
PERUMAHAN	Tangga	60		1	1
	Teras depan	60		1 atau 2	1
	Ruang makan	120 - 250		1 atau 2	1
	Ruang tamu	120 - 250		1 atau 2	1
	Ruang kerja	120 - 250	1	1	1
	Kamar tidur anak	120			1
	Kamar tidur orang tua	250		1 atau 2	1
	Kamar mandi	250			1
	Dapur	250		1	1
	Gudang makanan	60		1 atau 2	1
BIRO KANTOR	Ruang samping	60		1 atau 2	1
	Ruang cuci	250		1 atau 2	1
	Kantor dengan pekerjaan ringan	250		1 atau 2	1
	Ruang rapat	250		1 atau 2	1
	Bagian pembukuan	250		1 atau 2	1
	Stenografi	250		1 atau 2	1
KERAJINAN DAN PERTUKANGAN	Komputer	500		1 atau 2	1
	Bagian gambar	1.000		1 atau 2	
	Ruang biro besar	1.000		1 atau 2	
	Pengcatan dan pemasangan karpet + tembok	250		2	
INDUSTRI	Pekerjaan glas mosak	500	1 atau 2	1 atau 2	1 atau 2
	Salon	750	1	1	1
	Pekerjaan kayu, pasah, lem, pemotongan	250		3	1
INDUSTRI MAKANAN	Pengcatan	500		1 atau 2	1 atau 2
	Pekerjaan kayu dengan mesin	500		2	2
	Open dan penggooran besi dan lain-lain	120	3 atau 4	3 atau 4	3 atau 4
	Machine hull	250		3 atau 4	
	Pekerjaan form dengan tangan + mesin	250	3 atau 4	3 atau 4	3 atau 4
	Pekerjaan dengan mesin	250		2	2
INDUSTRI MAKANAN	Bagian kontrol dan pengukuran	1.000		2	
	Reparasi arloji, grafik, kerajinan emas	2.000		1	2
	Pembungkusan	250		1 atau 2	
	Fabrik rokok dan sigaret	500		2	
INDUSTRI MAKANAN	Pekerjaan di dapur	500		2	
	Dekorasi penyusunan	750	1	1	
	Kontrol warna	1.000	1	1	

6. Jenis Lampu menurut bentuk dan kondisinya

GAMBAR	PENJELASAN	LAMP HOLDER	TEGANGAN (VOLT)	KONSUMSI DAYA (WATT)		KUAT CAHAYA (Lumen)	SUDUT PENYINARAN	DAYA TAHAN
				Tanpa Trafo	Dengan Trafo			
	Fluoresensi Kompak Tubular Standar	G 23	220-230	5	10	250		5000 jam
				7	11	400		
				9	13	600		
				11	15	900		
	Fluoresensi Kompak Tubular Ganda	G 24 q-1	220-230	10	15	600		
				13	17	900		
				18	24	1200		
				26	34	1800		
	Fluoresensi Kompak Tubular Panjang	2 G 11	220-230	18	30	1000		
				24	35	1400		
				36	46	2000		
				7	11	450		
	Fluoresensi Kompak dengan Ballast Elektronik	E 27	220-230	11	15	600		6000 jam
				15	20	900		
				20	25	1200		
				9	13	400		
	Fluoresensi Kompak Tubular dengan Ballast dan Tabung gelas	E 27	220-230	18	25	1000		5000 jam
				25	35	1400		
				36	46	2000		
				18	25	1000		
	Lampu Fluoresensi Tubular	G 13	220-230	18	30	1000		5000 jam
				25	35	1400		
				36	46	2000		
				58	71	3750		
	Metal Halide Tubular	G 12	220-230	39	48	2400		6000 jam
				75	86	5000		
				150	170	10000		
				75	86	5000		
	Metal Halide dengan ballast elektronik	R 7 s	220-230	150	170	11250		15000 jam
				50	60	3000		
				100	115	4600		
				50	60	3000		
	Spotlight bertekanan tinggi	PG 12	220-230	33	41	1500		15000 jam
				53	65	2300		
				100	115	4600		
				50	60	3000		
	Lampu Menunjuk dengan tinggi	R 7 s	220-230	70	83	3000		15000 jam
				50	55	2000		
				80	88	4000		
				125	137	6500		
	Dengan Reflektor	E 27	220-230	60	69	3000		1000 jam
				160	180	7000		
				75	86	3500		
				100	115	4600		
	GLS (General Service Lamp)	E 27	220-230	150	170	11250		15000 jam
				200	225	15000		
				40	50	3000		
				100	100	1000		
	Lampu Pijar dengan alas silis beralkemas	E 27	220-230	40	50	3000		1000 jam
				60	75	4500		
				100	125	7500		
				150	180	11250		
	Flame Lustre	E 14	220-230	40	450	450		1000 jam
				40	320	320		

GAMBAR	PENJELASAN	LAMP HOLDER	TEGANGAN (VOLT)	KONSUMSI DAYA (WATT)		KUAT CAHAYA (Lumen)	SUDUT PENYINARAN	DAYA TAHAN
				Tanpa Trafo	Dengan Trafo			
	Lampu Globe	E 27	220-230	40	200	200		1000 jam
				60	300	600		
				100	500	1100		
				40	200	200		
				60	300	600		
		E 27	220-230	100	500	1100		
				40	200	200		
				60	300	600		
				100	500	1100		
				100	500	1100		
	Lampu Globe dengan Reflektor	E 27	220-230	40	200	200		1000 jam
				60	300	600		
				100	500	1100		
				40	200	200		
				60	300	600		
		E 27	220-230	100	500	1100		
				40	200	200		
				60	300	600		
				100	500	1100		
				100	500	1100		
	Lamp Reflektor	E 27	220-230	40	200	200		1000 jam
				60	300	600		
				100	500	1100		
				40	200	200		
				60	300	600		
		E 27	220-230	100	500	1100		
				40	200	200		
				60	300	600		
				100	500	1100		
				100	500	1100		
	Lampu Reflektor dengan gelas corakan	E 27	220-230	60	600	12000		1000 jam
				80	800	16000		
		E 27	220-230	120	1200	24000		
				120	1200	24000		

Sumber: Staff Catalog

7. Penentuan Setting Pengaman

NO	RUANGAN	S (Watt)	V (v)	cos ϕ	V.cos j	In (A)	KHA	Penghantar (mm ²)	Pengaman (A)	Ket.
1	R. Tidur 1 + KM 1	435	220	0.9	198	2.2	2.75	2.5	4	MCB
2	R. tamu	464	220	0.9	198	2.34	2.93	2.5	6	ELCB
3	R. makan + Kolam	622	220	0.9	198	3.14	3.93	2.5	6	ELCB
4	Gudang + Dapur	695	220	0.9	198	3.51	4.39	2.5	6	ELCB
5	Hall	495	220	0.9	198	2.5	3.13	2.5	4	MCB
6	R. tidur utama + km 2	914	220	0.9	198	4.62	5.77	2.5	6	ELCB
7	R. Tidur 2 + KM 3	648	220	0.9	198	3.27	4.09	2.5	4	MCB
8	Garasi + R. tidur sopir	565	220	0.9	198	2.85	3.57	2.5	4	MCB
9	Taman belakang	222	220	0.9	198	1.12	1.4	2.5	2	MCB
10	Teras + Carport + Tamar	472	220	0.9	198	2.38	2.98	2.5	6	ELCB
11	Pompa Air 1	746	220	0.9	198	3.77	4.71	2.5	6	ELCB
12	AC R.Tidur 1	373	220	0.9	198	1.88	2.35	2.5	2	MCB
13	AC R.Tidur Utama	746	220	0.9	198	3.77	4.71	2.5	4	MCB
14	AC R.Tidur 2	560	220	0.9	198	2.83	3.54	2.5	4	MCB
15	AC Hall	746	220	0.9	198	3.77	4.71	2.5	4	MCB
16	Heater KM 2	3000	220	0.9	198	15.2	18.9	2.5	16	ELCB
17	Heater KM 3	1500	220	0.9	198	7.58	9.47	2.5	8	ELCB
18	Heater Dapur	1500	220	0.9	198	7.58	9.47	2.5	8	ELCB

NO	RUANGAN	S (VA)	V (v)	cos ϕ	V.cos j	In (A)	KHA	Penghantar	MCB	Ket.
1	Musholla + T. Turun	325	220	0.9	198	1.64	2.05	2.5	2	MCB
2	R. Keluarga	562	220	0.9	198	2.84	3.55	2.5	6	ELCB
3	R. Tidur 5	431	220	0.9	198	2.18	2.72	2.5	4	MCB
4	Balkon + Hall + R. Duduk	600	220	0.9	198	3.03	3.79	2.5	4	MCB
5	R. Tidur 3 + KM1 + KM2	450	220	0.9	198	2.27	2.84	2.5	4	MCB
6	R. Tidur 4	420	220	0.9	198	2.12	2.65	2.5	4	MCB
7	R. pembantu + Jemuran	475	220	0.9	198	2.4	3	2.5	6	ELCB
8	AC Mushola	560	220	0.9	198	2.83	3.54	2.5	4	MCB
9	AC R.Keluarga	746	220	0.9	198	3.77	4.71	2.5	4	MCB
10	AC R.Tidur 5	560	220	0.9	198	2.83	3.54	2.5	4	MCB
11	AC R.Tidur 3	373	220	0.9	198	1.88	2.35	2.5	4	MCB
12	AC R.Tidur 4	560	220	0.9	198	2.83	3.54	2.5	4	MCB

NO	RUANGAN	S (VA)	V (v)	cos ϕ	V.cos j	In (A)	KHA	Penghantar	MCB	Ket.
1	R. Fitnes + Bilyar	520	220	0.9	198	2.63	3.28	2.5	6	ELCB
2	T. Turun	52	220	0.9	198	0.26	0.33	2.5	2	MCB
3	R. Karoeke	680	220	0.9	198	3.43	4.29	2.5	6	ELCB
4	AC (R.Karoeke)	1120	220	0.9	198	5.66	7.07	2.5	6	MCB
5	AC (Bilyar)	560	220	0.9	198	2.83	3.54	2.5	4	MCB
6	R. Duduk	480	220	0.9	198	2.42	3.03	2.5	4	MCB
7	Gazebo	452	220	0.9	198	2.28	2.85	2.5	4	MCB
8	Halaman Luar	700	220	0.9	198	3.54	4.42	2.5	4	MCB
9	Pompa Air	560	220	0.9	198	2.83	3.54	2.5	6	ELCB

8. KHA Kabel NYM

KEMAMPUAN HANTAR ARUS TERUS-MENERUS KABEL INSTALASI BERISOLASI DAN BERSELUBUNG PVC DENGAN PENGHANTAR TEMBAGA (NYM DAN SEBAGAINYA) DAN KABEL FLEKSIBEL SERTA PENGAMANNYA PADA SUHU KELILING 30°C DENGAN SUHU PENGHANTAR MAKSIMUM 70°C

1	2	3
LUAS PENAMPANG NOMINAL KABEL	KEMAMPUAN HANTAR ARUS MAKSIMUM KABEL	KEMAMPUAN HANTAR ARUS NOMINAL MAKSIMUM PENGAMAN
mm ²	A	A
1,5	19	20
2,5	25	25
4	34	35
6	44	50
10	61	63
16	82	80
25	108	100
35	134	125
50	167	160
70	207	224
95	249	250
120	291	300
150	334	355
185	380	355
240	450	425
300	520	500

Tabel 4.3

Sumber: PUIL 1977

FAKTOR KOREKSI UNTUK KEMAMPUAN HANTAR ARUS TERUS-MENERUS KABEL INSTALASI BERURAT TUNGGAL ATAU BANYAK DAN KABEL FLEKSIBEL DENGAN SUHU PENGHANTAR MAKSIMUM 70°C SUHU KELILING 30°C SAMPAI DENGAN 55°C

1 SUHU KELILING t ^o C	2 % DARI KEMAMPUAN HANTAR ARUS MENURUT TABEL 4.2 DAN TABEL 4.3	
	BAHAN ISOLASI PVC	BAHAN ISOLASI KARET
30	100	98
35	94	90
40	87	80
45	80	69
50	71	56
55	62	40

Tabel 4.4

Sumber: PUIL 1977

FAKTOR KOREKSI UNTUK KEMAMPUAN HANTAR ARUS TERUS-MENERUS KABEL INSTALASI BERURAT TUNGGAL ATAU BANYAK DAN KABEL FLEKSIBEL DARI BAHAN KHUSUS TAHAN PANAS SUHU KELILING DI ATAS 85°C

1 SUHU KELILING t ^o C	2 HANTARAN DENGAN BATAS SUHU KERJA 180°C		3 % DARI KEMAMPUAN HANTAR ARUS MENURUT TABEL 4.2 DAN TABEL 4.3
	HANTARAN DENGAN BATAS SUHU KERJA 100°C	HANTARAN DENGAN BATAS SUHU KERJA 180°C	
85	56	85	100
90	55	80	92
95	50	75	85
100	45	70	75
105	40	65	65
110	35	60	55
115	30	55	45
120	25	50	38

Sumber: PUIL 1977

Tabel 4.5

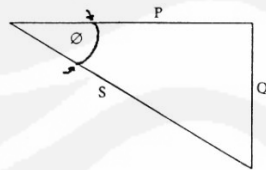
9. Reaktansi Kabel PVC

Salah satu beban dapat berupa resistif (R), reaktif (X), dan perpaduan di atasnya disebut impedansi (Z) dalam ohm.

Impedansi adalah:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \text{ ohm} \dots\dots\dots (7.10)$$

Salah satu terdapat 3 macam daya, yaitu daya nyata P dalam watt (W), daya volt-ampere (VA), dan daya reaktif Q dalam volt-ampere reaktif (VAr) tampak pada segitiga daya gambar 7.3.



Daya nyata

Daya nyata 1 fasa tersebut:

$$P = V \cdot I \text{ volt ampere} \dots\dots\dots (7.11)$$

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \text{ watt} \dots\dots\dots (7.12)$$

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \text{ volt ampere reaktif} \dots\dots\dots (7.13)$$

Tegangan ΔV :

$$I \cdot L \cdot f(q) \dots\dots\dots (7.14)$$

$$f(q) = R_w \cos \phi + X_l \sin \phi \text{ } \Omega / \text{km}$$

Daya nyata pada kabel :

$$I \cdot L \cdot f(q) \text{ volt} \dots\dots\dots (7.14)$$

Daya reaktif dan X_l adalah reaktansi.

Daya nyata pada penghantar adalah:

$$I^2 \cdot R_w \cdot 10^3 \text{ kW} \dots\dots\dots (7.15)$$

Nilai-nilai seperti R_w maupun $f(q)$ diperoleh dari data kabel yang dikeluarkan oleh industri. Sebagai contoh, ditampilkan tabel 7.1 untuk NYY, NYCYWY, dan NYCY (kabel dengan selubung PVC). Data untuk jenis kabel lainnya tidak disampaikan di sini.

Tabel 7.1 Data tahanan dan Reaktansi Kabel berpelingting PVC: NYY, NYCY, NYCYWY $V_n/V = 0,6/1 \text{ kV}$ dan $V_n/V = 220 \text{ V}/380 \text{ V}$

Banyak dan penampang inti (mm ²)	Tahanan pada suhu 70° C		Reaktansi	$f(q) = R_w \cos \phi + X_l \sin \phi$ faktor daya (cos ϕ)				
	R Ω/km	efektif $R_w \Omega/\text{km}$		$X_l \Omega/\text{km}$	0,95	0,9	0,8	0,7
4 x 1,51 re	14,47	14,47	0,115	13,8	13,1	11,65	10,2	8,77
4 x 2,5 re	8,71	8,71	0,110	8,31	7,89	7,03	6,18	5,31
4 x 4 re	5,45	5,45	0,107	5,21	4,95	4,42	3,89	3,36
4 x 6 re	3,62	3,62	0,1	3,47	3,3	2,96	2,61	2,25
4 x 10 re	2,16	2,16	0,094	2,08	1,99	1,78	1,58	1,37
4 x 16 re	1,36	1,36	0,09	1,32	1,26	1,14	1,02	0,888
4 x 25 re	0,863	0,863	0,086	0,847	0,814	0,742	0,666	0,587
4 x 35 re	0,627	0,627	0,083	0,622	0,6	0,55	0,498	0,443
4 x 50 re	0,463	0,463	0,083	0,466	0,453	0,42	0,38	0,344
4 x 70 re	0,321	0,321	0,082	0,331	0,326	0,306	0,283	0,258
4 x 95 re	0,321	0,232	0,082	0,246	0,245	0,235	0,221	0,205
4 x 120 re	0,183	0,184	0,08	0,2	0,2	0,195	0,186	0,174
4 x 150 re	0,149	0,150	0,08	0,168	0,17	0,168	0,162	0,154
4 x 185 re	0,118	0,120	0,08	0,139	0,143	0,144	0,141	0,136
4 x 240 re	0,0901	0,092	0,079	0,112	0,117	0,121	0,121	0,119
4 x 300 re	0,718	0,075	0,079	0,095	0,101	0,107	0,109	0,108

Contoh 7.1

Sebuah rangkaian arus bolak balik 1 fasa digunakan untuk mencatu motor pompa 5,5 kW seperti tampak pada gambar dibawah ini.

Penghantar yang digunakan adalah NYY 2x2,5 mm² sepanjang 50 m. Cos ϕ adalah 0,9 dan efisiensi motor dianggap 100%.

10.ELCB

DPNa VIGI
(termasuk pengaman kabel MCB)

MULTI 9 PENGAMAN ARUS BOCOR

DPNa Vigi

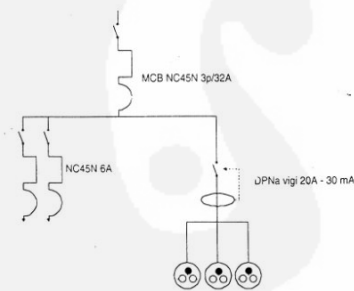
*** Pengaman sirkuit secara individu**

- * Pemutus tenaga arus bocor dengan pengaman beban lebih dan hubung singkat
- * **30 mA** untuk pengaman terhadap manusia (kontak langsung)
- * **300 mA** untuk pengaman terhadap bahaya api dan kontak tidak langsung
- * 1 kutub + netral
- * Kurva C, dengan magnetis trip antara 5 dan 10 In
- * Kapasitas pemutusan :
 - standar IEC 898, Icn = 4,5 kA
 - standar IEC 947-2, Icu = 6 kA



19408

sensitivitas	pengenal (A)	ref no.	harga	lot
30 mA	6	19401 (1)	139.000	6
	10	● 19403 (1)	139.000	6
	16	● 19405 (1)	139.000	6
	20	● 19406 (1)	145.000	6
	25	19407 (1)	145.000	6
	32	19408 (1)	145.000	6
300 mA	10	19431 (2)	125.000	6
	16	19432 (2)	125.000	6
	20	19433 (2)	131.000	6
	25	19434 (2)	131.000	6
	32	19435 (2)	131.000	6



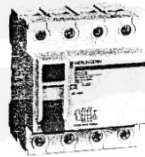
- (1) Produk standar
- (2) Produk non standar, perkiraan waktu pengiriman 7 - 9 minggu

Bagaimana memilih ELCB / DPNa Vigi / Vigi Module

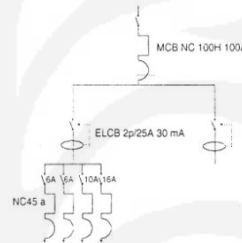
Untuk memilih gawai arus bocor, yang harus diperhatikan adalah fungsi dari masing-masing gawai arus bocor tersebut.

* ELCB (earth Leakage Circuit Breaker)

Produk ini hanya mempunyai satu fungsi, mendeteksi arus bocor. Tidak terdapat pengamanan thermal dan magnetis, sehingga ELCB harus diamankan terhadap hubung singkat oleh MCB sisi atasnya. Biasanya, **ELCB tidak boleh dipasang apabila kemungkinan hubung singkat melebihi 6 kA**. ELCB dapat dipadukan dengan alat bantu (aksesoris) seperti OFS, MY, MM yang menyediakan fasilitas signaling jarak jauh dan trip jarak jauh. ELCB mempunyai mekanisme trip tersendiri dan juga dapat dioperasikan secara manual seperti saklar. Alat ini digunakan jika pengamanan arus bocor dibutuhkan pada sekelompok sirkuit yang maksimum terdiri dari 4 sirkuit.

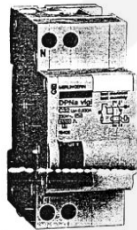


23130

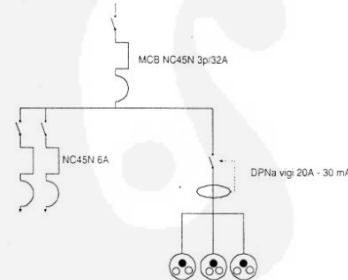


* DPNa Vigi (kombinasi)

DPNa Vigi merupakan kombinasi dari MCB (Ph + N) dan pendeteksi arus bocor. DPNa Vigi sangat berguna apabila pengamanan penuh terhadap hubung singkat, beban lebih dan arus bocor dibutuhkan pada sirkuit tunggal. Kapasitas pemutusan maksimum 4,5 kA (SPLN 108 / SLI 175) atau 6 kA (IEC 947-2).



19408

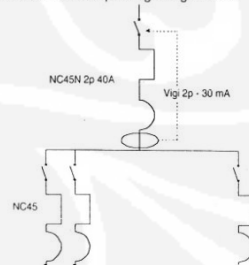


* Vigi Module (relai arus bocor)

Diklasifikasikan sebagai alat bantu MCB. Pendeteksi arus bocor tambahan yang dikombinasikan dengan MCB. Vigi module tidak mempunyai mekanisme trip. Vigi Module mengirimkan perintah secara mekanis ke MCB seperti alat bantu lainnya. Vigi module dapat dipasang di lapangan. Alat ini digunakan pada bangunan komersial dan aplikasi industri jika hubung singkat tinggi dan MCB harus dipasang dengan baik.



20668



RCCB/ELCB
(tanpa pengaman kabel)

MULTI 9 PENGAMAN ARUS BOCOR

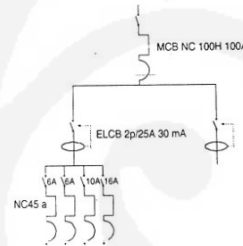
RCCB/ELCB

- Pemutus tenaga arus bocor tanpa pengaman arus lebih
- Penunjukan trip
- 30 mA untuk pengaman terhadap manusia (kontak langsung)
- 300 mA untuk pengaman terhadap bahaya api dan kontak tidak langsung



23014

sensitivitas	kutub	pengenal (A)	ref no.	harga(Rp.)	lot
30 mA	2	25	● 23009 (1)	117.000	18
		40	● 23014 (1)	132.000	18
		63	● 23018 (1)	162.000	6
	4	25	● 23038 (1)	183.000	3
		40	● 23042 (1)	213.000	3
		63	● 23047 (1)	260.000	3
300 mA	2	25	23011 (1)	104.000	6
		40	23016 (1)	121.000	6
		63	23021 (1)	148.000	6
		80	23030 (2)	177.000	6
		100	23034 (2)	213.000	6
		25	● 23040 (1)	167.000	3
	4	40	● 23045 (1)	194.000	3
		63	23049 (1)	235.000	3
		80	23054 (1)	284.000	3
		100	23056 (1)	341.000	3



ALAT BANTU RCCB/ELCB



26946

tipe	keterangan	ref no.	harga(Rp.)	lot
MX + OF	modul shunt trip - 220/415 VAC	26946 (2)	87.000	9
OF	saklar bantu	26924 (2)	58.000	15
OFS	saklar bantu	26923 (2)	58.000	15
MN	pelepas tegangan jatuh - 220/240 VAC	26960 (2)	94.000	9
	gawai kunci gembok (1 bungkus 2 buah)	26970 (2)	22.000	1

CATATAN :

Saklar bantu OFS dibutuhkan untuk penambahan dari fungsi MN, MX dan OF

(1) Produk standar

(2) Produk non standar, perkiraan waktu pengiriman 7 - 9 minggu

