

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA BLOK PASAR MODERN
DAN APARTEMEN DI GEDUNG KAWASAN PASAR TERPADU
BLIMBING MALANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

IKSAN SANTOSO

NIM. 0910633053 - 63

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

MALANG

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA BLOK PASAR MODERN
DAN APARTEMEN DI GEDUNG KAWASAN PASAR TEPADU
BLIMBING MALANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

**IKSAN SANTOSO
NIM. 0910633053 - 63**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T.

NIP. 19600701 199002 1 001

Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19730520 200801 1 013

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb.

Puji syukur Alhamdulillah dipanjatkan ke hadirat ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK PADA BLOK PASAR MODERN DAN APARTEMEN DI GEDUNG KAWASAN PASAR TERPADU BLIMBING MALANG” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana teknik dari Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Disadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, penyelesaian skripsi ini tidak mungkin dapat terwujud. Pada kesempatan ini disampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak M. Azis Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Beliau juga telah memberikan bantuan dan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya dan selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini serta atas segala bentuk bantuan dan saran yang membangun.
3. Bapak Mochammad Rif'an S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Ibu Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc. selaku KKDK Konsentrasi Teknik Energi Elektrik yang telah memberikan motivasi.
5. Bapak Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini serta atas segala bentuk bantuan dan saran yang membangun.
6. Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya serta Keluarga Besar Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

7. Bapak dan Ibu, orang tua yang telah memberikan doa tiada tara serta tiga saudara perempuan saya yang memberikan semangat dan dukungan kepada penulis serta telah berjuang sekuat tenaga dan sabar membiayai kuliah. Skripsi ini seutuhnya penulis persembahkan untuk kedua orang tua.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2009 (AMPERE) banyak kenangan indah yang telah kita ukir dengan kebersamaan dan kekeluargaannya selama 4 tahun ini.
9. Workshop, Tim Robot Teknik Elektro dan sahabat Power 2009 yang selalu menemani canda tawa dan juga tim evaluator probinmaba 2011 yang telah membantu untuk membina angkatan 2011.
10. Siti Nur Hajjah Mabruroh, yang dengan setia telah menemani penulis baik suka maupun duka serta memberikan semangatnya yang tiada henti selama proses pengerjaan skripsi ini berlangsung.
11. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik yang tidak dapat disebutkan satu-persatu secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Wassalamualaikum wr.wb.

Malang, 5 Februari 2014

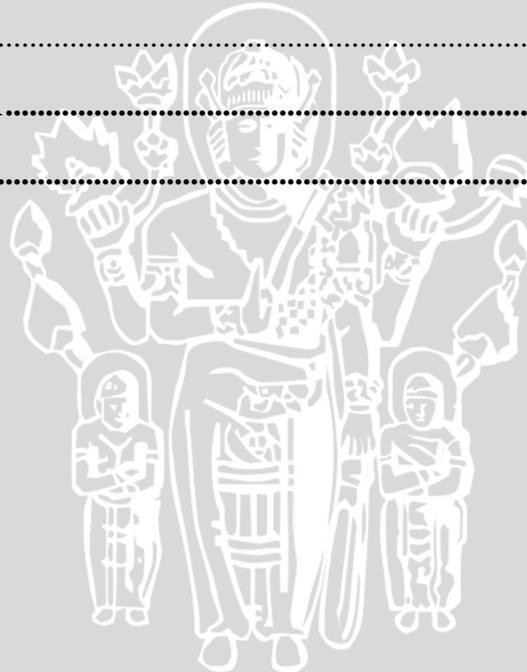
Iksan Santoso

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| KATA PENGANTAR..... | i |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| DAFTAR GAMBAR..... | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | viii |
| RINGKASAN | ix |
| BAB 1 | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4. Tujuan..... | 3 |
| 1.5. Manfaat..... | 3 |
| 1.6. Sistematika Pembahasan | 3 |
| BAB II | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1. Instalasi Listrik | 5 |
| 2.1.1. Intensitas Penerangan..... | 6 |
| 2.1.2. Luminansi | 8 |
| 2.1.3. Sistem Pencahayaan Buatan dan Armatur | 9 |
| 2.1.4. Perhitungan Intensitas Penerangan | 13 |
| 2.2. Instalasi Daya Listrik | 15 |
| 2.3. Penghantar | 16 |
| 2.4. Jenis Kabel | 16 |
| 2.5. Pemilihan Kabel | 18 |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----------|
| 2.6. | <i>Drop Tegangan</i> | 18 |
| 2.7. | Proteksi Arus Lebih..... | 19 |
| 2.7.1. | <i>Fuse/sekring</i> | 20 |
| 2.7.2. | <i>Circuit Breaker (CB)</i> | 20 |
| 2.8. | Klasifikasi Daya Listrik | 21 |
| 2.9. | Daya pada Rangkaian Listrik | 22 |
| 2.10. | <i>Air Conditioning (AC)</i> | 23 |
| 2.11. | Ventilasi dan <i>Exhaust Fan</i> | 24 |
| 2.12. | Pentanahan..... | 24 |
| 2.13. | Panel Hubung Bagi..... | 25 |
| 2.14. | Pencahayaan pada Ruang | 26 |
| BAB III | | 30 |
| METODOLOGI PENELITIAN | | 30 |
| 3.1. | Kerangka Umum Penelitian | 30 |
| 3.2. | Studi Literatur | 30 |
| 3.3. | Pengumpulan Data | 31 |
| 3.4. | Perhitungan dan Perancangan | 34 |
| 3.5. | Kesimpulan dan Saran..... | 36 |
| BAB IV | | 38 |
| ANALISIS DAN PERANCANGAN | | 38 |
| 4.1. | Tujuan Perencanaan | 38 |
| 4.2. | Instalasi Penerangan..... | 38 |
| 4.3. | Perhitungan Kapasitas AC | 46 |
| 4.4. | Spesifikasi Bangunan dan Pembagian Daya Tersambung | 48 |
| 4.5. | Pembagian Daya Terpasang | 54 |
| 4.6. | Penempatan Titik Saklar dan Penerangan..... | 57 |

| | | |
|-----------------------|--|-----------|
| 4.6.1. | Tata Letak Stop Kontak | 57 |
| 4.6.2. | Pembagian Kelompok Beban..... | 58 |
| 4.7. | Pemilihan Penghantar..... | 59 |
| 4.7.1. | Perhitungan Luas Penampang Penghantar..... | 59 |
| 4.8. | Perhitungan <i>Drop</i> tegangan..... | 63 |
| 4.9. | Rating Arus Pengaman..... | 67 |
| BAB V | | 69 |
| PENUTUP | | 70 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 70 |
| 5.2. | Saran..... | 70 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 71 |
| LAMPIRAN | | 72 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Skala Luminansi untuk pencahayaan interior. | 8 |
| Gambar 2. 2 Berbagai bentuk armature | 10 |
| Gambar 2. 3 Konstruksi kabel NYM | 17 |
| Gambar 2. 4 Konstruksi kabel NYY | 17 |
| Gambar 2. 5 MCB 1 kutub sampai 4 kutub | 20 |
| Gambar 2. 6 MCCB | 21 |
| Gambar 2. 7 Segitiga daya | 22 |
| Gambar 3. 1 Diagram alir sebagai algoritma penyelesaian masalah | 30 |
| Gambar 3. 2 Apartemen pada gedung kawasan pasar terpadu Blimbing Malang | 31 |
| Gambar 3. 3 Lantai 1 diperuntukan untuk fashion dan busana dan 2 diperuntukan untuk aksesoris, tas dan sepatu..... | 32 |
| Gambar 3. 4 Lantai 3, 4, 5 dan 6..... | 33 |
| Gambar 3. 5 Lantai 7-14 dan 15 | 34 |
| Gambar 3. 6 Diagram alir prosedur perencanaan teknis pencahayaan buatan..... | 35 |
| Gambar 3. 7 Diagram alir prosedur perencanaan teknis penentuan kapasitas daya | 36 |
| Gambar 4. 1 Posisi titik lampu dan intensitas penerangan di atas bidang kerja ... | 40 |
| Gambar 4. 2 Posisi titik lampu lantai 1 dan intensitas penerangan di atas bidang kerja dan pembagian <i>control panel</i> | 44 |
| Gambar 4. 3 Pembagian daya tersambung pada lantai 1 | 48 |
| Gambar 4. 4 Lantai 5 diperuntukan untuk foodcourt dan reseptionist Apartemen | 50 |
| Gambar 4. 5 Pembagian daya tersambung pada lantai 6 | 51 |
| Gambar 4. 6 <i>Lay out</i> lantai 15 dan pembagian daya tersambung | 54 |
| Gambar 4. 7 pembagian MDP, SDP dan SSDP..... | 58 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna yang direkomendasikan | 7 |
| Tabel 2. 2 Armaturnya berdasarkan cara pemasangannya | 12 |
| Tabel 2. 3 Armaturnya berdasarkan cara pemasangannya | 13 |
| Tabel 2. 4 Efisiensi penerangan untuk keadaan baru | 14 |
| Tabel 4. 1 Tabel perhitungan penentuan jumlah lampu pada lantai 1 | 45 |
| Tabel 4. 2 Perhitungan kapasitas AC pada Apartemen..... | 47 |
| Tabel 4. 3 Rekapitulasi daya tersambung lantai 1 pada MEE 1 | 49 |
| Tabel 4. 4 Rekapitulasi daya tersambung lantai 1 pada MEE 2 | 49 |
| Tabel 4. 5 Total daya tersambung MEE 1 dan MEE 2 pada lantai 1 sampai 4 | 50 |
| Tabel 4. 6 Rekapitulasi daya tersambung lantai 5 | 51 |
| Tabel 4. 7 Pembagian daya tersambung Apartemen lantai 6 untuk MEE Condotel | 52 |
| Tabel 4. 8 Pembagian daya tersambung Apartemen lantai 6 untuk MEE Apartemen..... | 52 |
| Tabel 4. 9 Total daya tersambung pada MEE Condotel | 53 |
| Tabel 4. 10 Total daya tersambung pada MEE Apartemen | 53 |
| Tabel 4. 11 Pembagian beban penerangan pada lantai 1 | 54 |
| Tabel 4. 12 Pembagian beban penerangan pada lantai 4 | 55 |
| Tabel 4. 13 Pembagian beban penerangan pada lantai 5 | 56 |
| Tabel 4. 14 Pembagian beban penerangan pada lantai 6-14 | 56 |
| Tabel 4. 15 Standard langganan tegangan rendah PLN | 68 |



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Apartemen Type A dan B

Lampiran 2. Reaktansi Kabel PVC dan Data Sheet Kabel

Lampiran 3. Tabel Pembagian Daya Tersambung Lantai 1-15

Lampiran 4. Diagram Pengawatan Pembagian Daya Tersambung Lantai 1-15

Lampiran 5. Tabel Perhitungan Pencahayaan Ruang Lantai 1-15

Lampiran 6. Hasil Simulasi dan Rendering Pencahayaan Menggunakan DIALux

Lampiran 7. Single Line Diagram

Lampiran 8. Posisi Titik Lampu



RINGKASAN

Iksan Santoso (NIM. 0910633053), Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, **“Perancangan Instalasi Listrik Pada Blok Pasar Modern dan Apartemen Di gedung Kawasan Pasar Terpadu Blimbing Malang”**

Dosen Pembimbing: Ir. Drs. Moch. Dhofir, MT. dan Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D.

Apartemen, Hotel, Trade center dan juga lahan parkir merupakan salah satu bangunan yang direncanakan akan dibangun di daerah Blimbing Malang Provinsi Jawa Timur dalam satu gedung kawasan Pasar Terpadu. Bangunan ini terdiri dari beberapa blok yaitu Blok Pasar Modern dan Apartemen, blok ruko dan Pasar Modern, blok Condotel, dan blok Pasar Tradisional. Blok Pasar Modern dan Apartemen terdapat stand sejumlah 217 unit pada lantai 1-4, meeting room dan 19 unit food court pada lantai 5, dan Apartemen sejumlah 234 unit yang terletak pada lantai 6-14. Pada lantai 15 terdapat penthouse dan ruang refleksi dan spa. Gedung ini dibangun diatas tanah seluas $\pm 3385,2 m^2$ dengan tinggi 52,50 m. Data tersebut adalah data sekunder yang didapatkan dari Unit Usaha dan Kerjasama Badan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Skripsi ini mengkaji mengenai rancangan instalasi listrik pada Blok Pasar Modern dan Apartemen di gedung kawasan Pasar Tepadu Blimbing Malang yang sesuai dengan standar PUIL dan standar-standar yang ada. Di dalam penelitian ini meliputi perancangan instalasi penerangan listrik, penentuan kapasitas AC pada Apartemen, pembagian daya tersambung, penentuan penghantar, drop tegangan dan setting pengaman arus serta desain gambar instalasinya. Penentuan titik lampu menggunakan software DIALux untuk mendapatkan pencahayaan yang merata. Dalam instalasi penerangan buatan ditentukan intensitas penerangan (lux) dan kapasitas AC pada instalasi daya listrik yang sesuai dengan fungsi ruang. Untuk penentuan kabel sebesar 1,25 kali besar arus nominal sebagai faktor keamanan. Pengaturan penggunaan daya dan penerangan serta beban listrik dalam hal ini dimaksudkan untuk menciptakan suatu ruangan yang nyaman dengan penggunaan daya yang efisien dan tidak berlebihan serta mengacu pula pada penghematan energy. Sasaran dan tujuan utama yang ingin dicapai dari sebuah perancangan instalasi listrik pada Pasar Modern dan Apartemen ini adalah kebutuhan energy listrik di gedung tersebut tercukupi, terjaminnya keamanan seluruh pengguna energy listrik di Gedung tersebut, memperlancar seluruh kegiatan dan aktifitas yang dilakukan di gedung tersebut. Dgedung kawasan pasar terpadu ini membutuhkan daya sebesar 669490 VA yang dibagi menjadi 5 MEE. MEE Condotel sebesar 224580 VA, MEE Apartemen 156117 VA, MEE 1 sebesar 126000 VA, MEE 2 sebesar 124560 VA dan untuk motor sebesar 37333 VA. Dengan drop tegangan di kWh meter terjauh dari MDP yaitu sebesar 7,41 volt atau sebesar 3,37%.

Kata kunci : *Instalasi listrik, penerangan, daya, beban.*

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Malang merupakan kota dengan perkembangan kepadatan penduduk cukup tinggi. Perekonomian yang berkembang pesat menyebabkan aktivitas masyarakat menjadi sangat beragam. Tingginya mobilitas masyarakat dan aktifitas perekonomian yang sangat beragam tentu saja harus didukung dengan persediaan lahan yang besar. Terbatasnya persediaan lahan menjadi alasan utama untuk membangun dan menggunakan gedung-gedung bertingkat untuk menunjang aktifitas masyarakat.

Apartemen, Hotel, trade center dan juga lahan parkir merupakan salah satu bangunan yang direncanakan akan dibangun untuk tujuan tersebut dalam satu gedung kawasan pasar terpadu. Bangunan tersebut berlokasi di daerah Blimbing Malang Provinsi Jawa Timur. Bangunan ini terdiri dari beberapa blok yaitu Blok Pasar Modern dan Apartemen, blok ruko dan Pasar Modern, blok Condotel, dan blok pasar tradisional. Blok Pasar Modern dan Apartemen terdapat stand sejumlah 217 unit pada lantai 1-4, meeting room dan 19 unit food court pada lantai 5, dan Apartemen sejumlah 234 unit yang terletak pada lantai 6-14. Pada lantai 15 terdapat penthouse dan ruang refleksi dan spa. Gedung ini dibangun diatas tanah seluas $\pm 3385,2 m^2$ dengan tinggi 52,50 m. Bangunan ini tentunya membutuhkan suatu perencanaan dan perancangan yang baik demi terciptanya hunian yang nyaman dan aman.

Instalasi listrik merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam pembangunan gedung bertingkat untuk melindungi keselamatan manusia dan hewan yang berada di daerah sekitar sehingga aman dari sengatan listrik. Mengingat masih sering terjadinya kebakaran pada suatu bangunan baik rumah, pasar maupun gedung-gedung yang penyebabnya diduga karena hubung singkat atau secara umum karena listrik. Pada suatu rumah atau gedung pun masih banyak ditemukan instalasi listrik yang mengabaikan persyaratan umum instalasi listrik (PUIL), Standard Nasional Indonesia (SNI) dan tidak memperhatikan ketentuan dari keamanan dan juga estetika keindahan.

Pada bangunan gedung kawasan pasar terpadu ini tentunya membutuhkan energi listrik yang cukup besar, oleh karena itu pendistribusian energi listrik harus diperhitungkan sebaik mungkin agar energi listrik dapat terpenuhi dengan baik dan sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Perencanaan instalasi sebuah bangunan merupakan sebuah hal yang membutuhkan akurasi yang tepat, hal tersebut diperlukan bukan hanya untuk mendapatkan efektifitas kinerja dari jaringan yang akan dirancang dan bukan juga demi mendapatkan efisiensi ekonomis. Namun, perencanaan instalasi sebuah bangunan juga mempertimbangkan fungsi utama. Sehingga instalasi jaringan tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhannya. Instalasi listrik yang akan ada seharusnya mempertimbangkan juga konsep penghematan energi dan biaya. Sehingga pada skripsi ini, penulis mengangkat judul perancangan instalasi listrik pada Blok Pasar Modern dan Apartemen di Gedung Kawasan Pasar Terpadu Blimbing Malang.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana rancangan instalasi listrik dan berapa daya yang dibutuhkan pada Blok Pasar Modern dan Apartemen di gedung kawasan pasar terpadu Blimbing Malang.

1.3. Batasan Masalah

Untuk mengarahkan dan memfokuskan pembahasan dalam penelitian ini maka diperlukan beberapa batasan masalah yaitu:

1. Obyek penelitian pada skripsi ini yaitu Blok Pasar Modern dan Apartemen di gedung kawasan pasar terpadu Blimbing Malang
2. Instalasi penerangan
 - a. Pembahasan terkait penentuan illuminasi minimal
 - b. Penentuan jenis dan jumlah lampu dalam suatu ruangan
3. Instalasi daya yaitu pembahasan terkait penentuan kapasitas AC pada ruangan Apartemen
4. Menentukan besarnya luas penampang penghantar dan setting pengaman

5. Analisis yang dilakukan bersifat teknis, tidak dilakukan analisis biaya.

1.4. Tujuan

Tujuan dari perancangan instalasi listrik pada Blok Pasar Modern dan Apartemen di gedung kawasan pasar terpadu Blimbing Malang adalah merancang instalasi listrik yang sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000, SNI dan standard yang ada dengan orientasi hemat energi.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi pihak Akademi, mampu memberikan pembelajaran dalam merancang instalasi listrik suatu gedung.
2. Bagi pengembangan IPTEK, mampu memberikan wawasan mengenai perancangan instalasi listrik Pasar Modern dan Apartemen.

1.6. Sistematika Pembahasan

Laporan skripsi ini terdiri dari 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 Berisi latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II Berisi dasar penelitian terdahulu, dasar teori daya, tegangan, dan arus, bahan-bahan yang diperlukan dalam perancangan instalasi listrik, penentuan jumlah lampu, dan langkah-langkah dalam perencanaan instalasi gedung

BAB III Berisi metode penelitian yang akan dilakukan dalam perancangan diawali dari persiapan perencanaan, deskripsi bangunan, gambar situasi, spesifikasi bangunan, perancangan instalasi listrik, dan daya dari setiap ruangan.

BAB IV Berisi analisis dan perhitungan untuk menentukan pencahayaan pada ruangan, penghantar, drop tegangan, rating pengaman dan daya terpasang serta rancangan instalasi listrik berupa gambar

single line diagram dan gambar pengawatan serta perlengkapan hubung bagi (PHB) pada Blok Pasar Modern dan Apartemen.

BAB V Berisi kesimpulan dari tujuan penelitian yang akan dibuat serta saran dari penulis yang ditujukan ke pihak terkait.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Instalasi Listrik

Menurut peraturan menteri pekerjaan umum dan tenaga listrik nomor 023/PRT/1978, pasal 1 butir 5 tentang instalasi listrik, menyatakan bahwa instalasi listrik adalah saluran listrik termasuk alat-alatnya yang terpasang di dalam dan atau di luar bangunan untuk menyalurkan arus listrik setelah atau dibelakang pesawat pembatas/meter milik perusahaan. Secara umum instalasi listrik dibagi menjadi dua jenis yaitu:

1. Instalasi penerangan listrik
2. Instalasi daya listrik

Instalasi penerangan listrik adalah instalasi listrik yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik dari sumbernya (PLN, genset, dan sumber lain) ke beban listrik atau peralatan rumah tangga/kantor (lampu dan stop kontak). Pada beban, energi listrik diubah menjadi energi dalam bentuk lain yang lebih kita butuhkan, misalnya panas pada setrika, cahaya pada lampu, gerakan berputar pada kipas angin dan lain sebagainya. Instalasi penerangan listrik dibagi menjadi dua golongan yaitu instalasi penerangan di dalam gedung dan instalasi diluar gedung.

Instalasi penerangan di dalam gedung adalah instalasi listrik dalam bangunan gedung. Yang termasuk golongan ini adalah instalasi dalam kamar ruangan dan teras. sedangkan instalasi penerangan di luar gedung yaitu instalasi listrik di luar bangunan gedung. Yang termasuk dalam golongan ini adalah instalasi penerangan jalan dan taman.

Tujuan utama instalasi penerangan adalah untuk memberikan kenyamanan pada mata orang yang berada pada area tersebut dalam menikmati sesuatu atau melakukan kegiatan sehingga dapat dilakukan tanpa adanya akomodasi mata yang berlebihan dan diharapkan orang tersebut tidak merasakan lelah pada mata.

Pada kegiatan yang memerlukan ketelitian ekstra, maka diperlukan penerangan yang baik atau dengan kata lain memerlukan kuat penerangan yang besar, sedangkan untuk pekerjaan yang kurang memerlukan ketelitian tidak perlu

menggunakan penerangan yang mempunyai kuat penerangan besar atau berlebihan.

2.1.1. Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan atau iluminansi disuatu bidang adalah fluks cahaya yang jatuh pada $1 m^2$ dari bidang itu. Intensitas penerangan (E) dinyatakan dengan satuan lux (lm/m^2). Intensitas penerangan harus ditentukan berdasarkan tempat dimana pekerjaan dilakukan. Bidang kerja umumnya 75 cm di atas lantai.

Banyak faktor resiko di lingkungan kerja yang mempengaruhi keselamatan dan kesehatan pekerja salah satunya adalah pencahayaan. Menurut keputusan menteri kesehatan No. 1405 tahun 2002, pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. kelompok Intensitas penerangan ditentukan pula oleh sifat dan jenis dari pekerjaan yang akan dilakukan dalam ruangan tersebut, serta lamanya waktu kerja. Pekerja dengan waktu kerja yang panjang dan membutuhkan ketelitian tinggi yang dilakukan dengan bantuan penerangan buatan, memerlukan intensitas penerangan yang besar dengan tingkat kesilauan yang rendah. renderasi warna 1 yaitu rentang indeks renderasi warna (Ra) lebih besar dari 85. Kelompok renderasi 2 nilai Ra 71-85, kelompok renderasi 3 nilai Ra 40-70 sedangkan kelompok renderasi 4 nilai Ra kurang dari 40. Tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna yang direkomendasikan untuk berbagai fungsi ruangan ditunjukkan pada Table 2.1. Fluks cahaya yang dipancarkan lampu tidak semuanya mencapai bidang kerja. Sebagian dari fluks cahaya itu akan dipancarkan ke dinding dan langit-langit ruang tersebut.

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen per } m^2 \quad (2.1)$$

Kalau suatu bidang yang luasnya $A m^2$, diterangi dengan Φ lumen, maka intensitas penerangan rata-rata di bidang itu sama dengan (P.Van Harten II,1974:8)

$$E_{\text{rata-rata}} = \frac{\Phi}{A} \text{ lux} \quad (2.2)$$

Dimana:

Φ = fluks cahaya

A = luas bidang m^2

Tabel 2. 1 Tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna yang direkomendasikan

| Fungsi ruangan | Tingkat pencahayaan (lux) | Kelompok renderasi warna | Keterangan |
|---|---------------------------|--------------------------|---|
| Teras | 60 | 1 atau 2 | |
| Garasi | 60 | 3 atau 4 | |
| Ruang tamu/makan | 120-250 | 1 atau 2 | |
| Dapur | 250 | 1 atau 2 | |
| Ruang parkir | 50 | 3 | |
| Gudang | 100 | 3 | |
| Kamar tidur | 150 | 1 atau 2 | Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur |
| Kamar mandi | 250 | 1 atau 2 | |
| Ruang rapat | 300 | 1 atau 2 | |
| Lobby/koridor | 100 | 1 | Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik. |
| Ballroom/ruang sidang | 200 | 1 | Sistem pencahayaan harus dirancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. |
| Pasar Swalayan | 500 | 1 atau 2 | Pencahayaan pada bidang vertikal pada rak barang |
| Toko perhiasan, arloji, pakaian, Barang kulit, sepatu, buku dan alat tulis/gambar | 500 | 1 | |
| Ruang pameran dengan objek berukuran besar (misalnya mobil) | 500 | 1 | Tingkat pencahayaan ini harus dipenuhi pada lantai. Untuk beberapa produk tingkat pencahayaan pada bidang vertical juga penting |
| Toko alat listrik (TV, radio/tape). Toko kue dan makanan | 250 | 1 atau 2 | |
| Masjid | 200 | 1 atau 2 | Untuk tempat-tempat yang membutuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dapat digunakan pencahayaan setempat |

Sumber: SNI 03-6575-2001

2.1.2. Luminansi

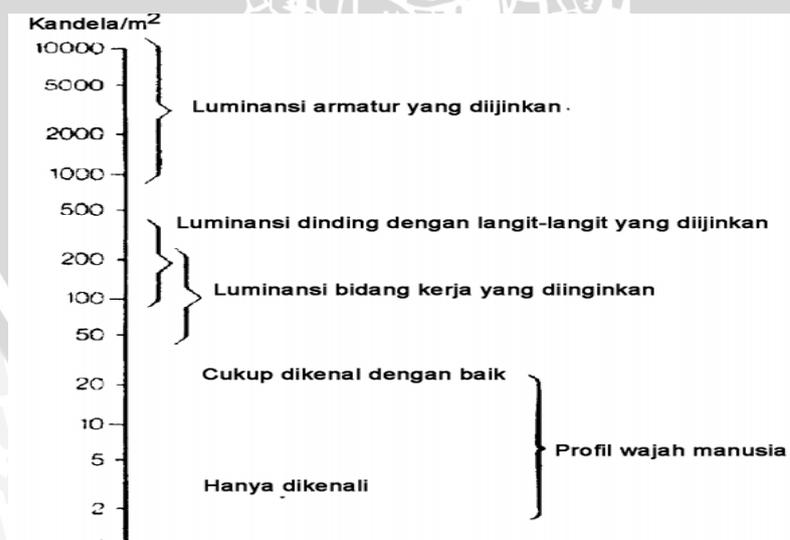
Luminansi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Luminansi yang terlalu besar akan menyilaukan mata (P. Van Harten II,1974:8). Luminansi suatu sumber cahaya atau suatu permukaan yang memantulkan cahaya adalah intensitas cahayanya dibagi dengan luas permukaan.

Faktor refleksi sebuah benda atau bidang juga ikut menentukan besar luminansi. Semakin besar faktor refleksi, maka luminansinya juga semakin besar. Dan sebaliknya, semakin kecil faktor refleksi maka luminansinya semakin kecil.

Untuk sebuah armatur bola, luas semu permukaannya sama dengan luas lingkaran besar bola itu.

Distribusi luminansi didalam medan penglihatan harus diperhatikan sebagai pelengkap keberadaan nilai tingkat pencahayaan di dalam ruangan. Hal penting yang harus diperhatikan pada distribusi luminansi sebagai berikut:

- Rentang luminansi permukaan langit-langit dan dinding.
- Distribusi luminansi bidang kerja.
- Nilai maksimum luminansi armatur (untuk menghindari kesilauan)
- Skala luminansi untuk pencahayaan interior dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Skala Luminansi untuk pencahayaan interior.

Sumber: SNI 03-6575-2001

2.1.3. Sistem Pencahayaan Buatan dan Armatur

Penyebaran cahaya dari sumber cahaya tergantung pada konstruksi sumber cahaya itu sendiri dan pada konstruksi armatur yang digunakan. Armatur adalah rumah lampu yang digunakan untuk mengendalikan dan mendistribusikan cahaya yang dipancarkan oleh lampu yang dipasang didalamnya, dilengkapi dengan peralatan untuk melindungi lampu dan peralatan pengendali listrik. Sistem pencahayaan buatan sering dipergunakan secara umum dapat dibedakan atas 3 macam yaitu:

1. Sistem Pencahayaan Merata

Pada sistem ini iluminasi cahaya tersebar secara merata di seluruh ruangan. Pencahayaan ini cocok untuk ruangan yang tidak dipergunakan untuk melakukan tugas visual khusus. Pada sistem ini sejumlah armature ditempatkan secara teratur diseluruh bagian langit-langit.

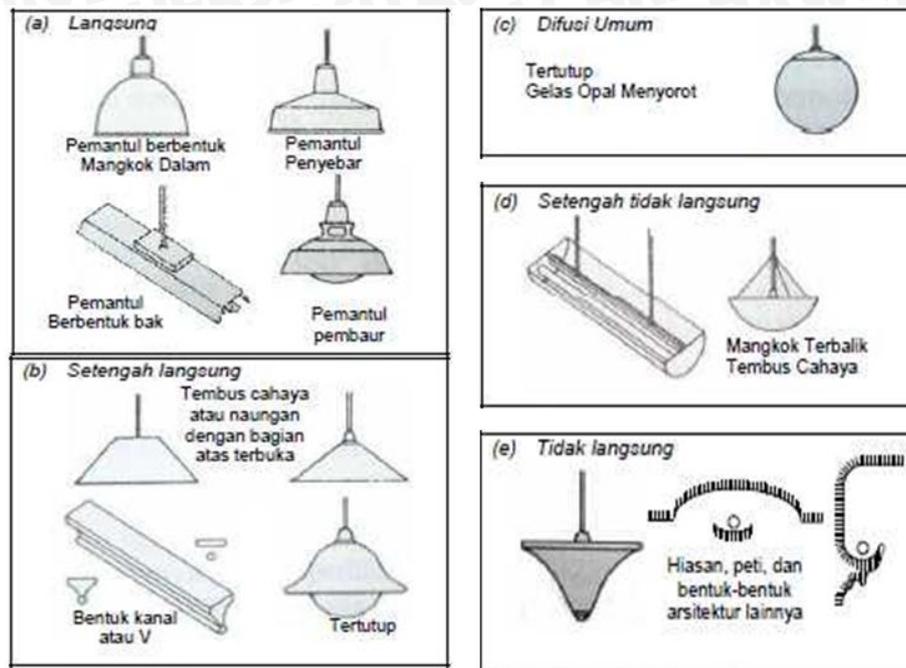
2. Sistem Pencahayaan Terarah

Pada sistem ini seluruh ruangan memperoleh pencahayaan dari salah satu arah tertentu. Sistem ini cocok untuk pameran atau penonjolan suatu objek karena akan tampak lebih jelas. Lebih dari itu, pencahayaan terarah yang menyoroti satu objek tersebut berperan sebagai sumber cahaya sekunder untuk ruangan sekitar, yakni melalui mekanisme pemantulan cahaya. Sistem ini dapat juga digabungkan dengan sistem pencahayaan merata karena bermanfaat mengurangi efek majemuk yang mungkin ditimbulkan oleh pencahayaan merata.

3. Sistem Pencahayaan Setempat

Pada sistem ini cahaya dikonsentrasikan pada suatu objek tertentu misalnya tempat kerja yang memerlukan tugas visual.

Sebagian besar dari cahaya yang ditangkap oleh mata, tidak datang langsung dari sumber cahaya, tetapi setelah dipantulkan oleh lingkungan. Karena besarnya luminansi sumber-sumber cahaya modern, cahaya langsung dari sumber cahaya biasanya akan menyilaukan mata. Karena itu bahan-bahan armatur harus dipilih sedemikian rupa sehingga sumber cahayanya terlindung dan cahayanya terbagi secara tepat. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Berbagai bentuk armature

Sumber: Michael Neidle, 1999, 255

Untuk mendapatkan pencahayaan yang sesuai dalam suatu ruang, maka diperlukan sistem pencahayaan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya. Sistem pencahayaan di ruangan, termasuk di tempat kerja dapat dibedakan menjadi 5 macam, yaitu:

a) Sistem Pencahayaan Langsung (*direct lighting*)

Pada sistem ini 90-100% cahaya diarahkan secara langsung ke benda yang perlu diterangi. Sistem ini dinilai paling efektif dalam mengatur pencahayaan, tetapi ada kelemahannya karena dapat menimbulkan bahaya serta kesilauan yang mengganggu, baik karena penyinaran langsung maupun karena pantulan cahaya. Untuk efek yang optimal, disarankan langit-langit, dinding serta benda yang ada didalam ruangan perlu diberi warna cerah agar tampak menyegarkan.

b) Pencahayaan Semi Langsung (*semi direct lighting*)

Pada sistem ini 60-90% cahaya diarahkan langsung pada benda yang perlu diterangi, sedangkan sisanya dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Dengan sistem ini kelemahan sistem pencahayaan langsung dapat dikurangi. Diketahui bahwa langit-langit dan dinding yang

diplester putih memiliki efisiensi pemantulan 90%, sedangkan apabila dicat putih efisien pemantulan antara 5-90%.

c) Sistem Pencahayaan Difus (*general diffus lighting*)

Pada sistem ini setengah cahaya 40-60% diarahkan pada benda yang perlu disinari, sedangkan sisanya dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Dalam pencahayaan sistem ini termasuk sistem *direct-indirect* yakni memancarkan setengah cahaya ke bawah dan sisanya keatas. Pada sistem ini masalah bayangan dan kesilauan masih ditemui.

d) Sistem Pencahayaan Semi Tidak Langsung (*semi indirect lighting*)

Pada sistem ini 60-90% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas, sedangkan sisanya diarahkan ke bagian bawah. Untuk hasil yang optimal disarankan langit-langit perlu diberikan perhatian serta dirawat dengan baik. Pada sistem ini masalah bayangan praktis tidak ada serta kesilauan dapat dikurangi.

e) Sistem Pencahayaan Tidak Langsung (*indirect lighting*)

Pada sistem ini 90-100% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas kemudian dipantulkan untuk menerangi seluruh ruangan. Agar seluruh langit-langit dapat menjadi sumber cahaya, perlu diberikan perhatian dan pemeliharaan yang baik. Keuntungan sistem ini adalah tidak menimbulkan bayangan dan kesilauan sedangkan kerugiannya mengurangi efisien cahaya total yang jatuh pada permukaan kerja.

Armatur diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu:

a. Klasifikasi berdasarkan arah dari distribusi cahaya.

Berdasarkan distribusi intensitas cahayanya, armatur dapat dikelompokkan menurut prosentase dari jumlah cahaya yang dipancarkan ke arah atas dan kearah bawah bidang horizontal yang melewati titik tengah armatur.

b. Klasifikasi berdasarkan proteksi terhadap debu dan air

Kemampuan proteksi menurut klasifikasi SNI 04-0202-2000 dinyatakan dengan IP ditambah dua angka. Angka pertama menyatakan perlindungan terhadap debu dan angka kedua terhadap air.

- c. Klasifikasi berdasarkan proteksi terhadap kejutan listrik
- d. Klasifikasi berdasarkan cara pemasangannya ada beberapa cara, seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Armaturnya berdasarkan cara pemasangannya

| Gambar | Deskripsi |
|---|---|
|  <p data-bbox="316 808 632 846">Ceiling light/downlight</p> | <p data-bbox="715 533 1305 645">Lampu yang dipasang pada Plafond. Biasanya ditanam atau menempel pada plafond.</p> |
|  <p data-bbox="316 1122 687 1193">Pendant Light (Lampu Gantung)</p> | <p data-bbox="715 846 1305 1070">Lampu yang tinggi rendahnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Biasa dipakai di ruang makan atau ruang keluarga. Jika diletakkan diatas meja makan, ketinggian minimum sekitar 55 – 60 cm dari meja makan</p> |
|  <p data-bbox="316 1469 507 1507">Standing lamp</p> | <p data-bbox="715 1193 1305 1384">Lampu berdiri, yang terdiri dari 3 bagian yaitu dasar lampu, kaki/batang lampu dan kap lampu. Dasar lampu harus kuat. Kaki lampu harus cukup tinggi, biasanya lebih dari 150 cm.</p> |
|  <p data-bbox="316 1783 687 1854">Table Lamp (Lampu Duduk)</p> | <p data-bbox="715 1507 1305 1843">Lampu duduk untuk baca yang diletakkan diatas nakas atau penghias di meja konsol di foyer. Terdiri dari 2 bagian yaitu kaki/penyangga lampu dan kepala/kap lampu. Kadang ada yang memiliki fasilitas dimmer atau tombol yang dapat mengatur tingkat terangnya lampu. Ini penting untuk menciptakan suasana, khususnya di kamar tidur dan ruang duduk.</p> |

Sumber: tabloid iDEA

Tabel 2. 3 Armatur berdasarkan cara pemasangannya

| Gambar | Deskripsi |
|---|---|
|  <p data-bbox="316 658 528 689">Lampu Dinding</p> | <p>Lampu yang dirancang khusus untuk lampu dinding. Biasanya diletakkan di dinding samping tempat tidur yang tidak ada nakasnya, diatas wastafel atau lampu hias di teras dan taman.</p> |
|  <p data-bbox="316 965 453 996">Spotlights</p> | <p>Armature lampu sorot dengan penyebaran cahaya yang sempit sehingga bias cahaya terfokus di satu titik tertentu / terarah. Fungsinya untuk menerangi suatu objek pada ruangan agar objek tersebut terlihat lebih menonjol. Misalnya diatas lukisan, patung, meja hias, taman.</p> |
|  <p data-bbox="316 1272 655 1305">Floor and Wall Uplighter</p> | <p>Jenis lampu yang dapat mengarahkan cahaya lampu ke atas dan ke bawah. Biasanya ditempel di dinding. Dapat berfungsi sebagai elemen dekoratif ruang yang menarik.</p> |

Sumber: tabloid iDEA

2.1.4. Perhitungan Intensitas Penerangan

Perhitungan intensitas penerangan dapat dilakukan dengan menentukan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan data ukuran ruangan:
 - Panjang dan lebar ruangan (m)
 - Tinggi ruangan (m)
 - Tinggi bidang kerja (m)
- b. Menentukan faktor indeks ruang (P. Van Harten II,1974:8)

$$K = \frac{A}{t(p+l)} \text{ lux} \quad (2.3)$$

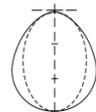
Dimana:

K = faktor indeks ruang

- t = tinggi lampu dari bidang kerja (m)
- p = panjang ruang (m)
- l = lebar ruangan (m)
- A = luas ruangan (m^2)

c. Menentukan faktor refleksi berdasarkan sistem pencahayaan yang digunakan. Faktor-faktor refleksi r_w dan r_p masing-masing menyatakan bagian yang dipantulkan dari fluks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit, dan kemudian mencapai bidang kerja. Faktor refleksi semu bidang pengukuran atau bidang kerja r_m ditentukan oleh refleksi lantai dan refleksi bagian dinding antara bidang kerja dan lantai. Umumnya r_m ini diambil 0,1. Langit-langit dan dinding berwarna terang memantulkan 50-70% dan yang berwarna gelap 10-20%.

Tabel 2. 4 Efisiensi penerangan untuk keadaan baru

| Amatur penerangan langsung | v | Efisiensi penerangan untuk keadaan baru | | | | | | | | | Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan | | | | |
|---|-----|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|---------|---------|---------|
| | | k | r_p | 0,7 | | | 0,5 | | | 0,3 | | | 1 tahun | 2 tahun | 3 tahun |
| | % | | r_w | 0,5 | | | 0,3 | | | 0,1 | | | | | |
| | | | r_m | 0,1 | | | 0,1 | | | 0,1 | | | | | |
| TBS 15 | 0,5 | 0,28 | 0,23 | 0,19 | 0,27 | 0,23 | 0,19 | 0,27 | 0,22 | 0,19 | | | | | |
| TCS 15 | 0,6 | 0,33 | 0,28 | 0,24 | 0,32 | 0,28 | 0,24 | 0,32 | 0,27 | 0,24 | | | | | |
| 4 x TL 40 W | 0,8 | 0,42 | 0,36 | 0,33 | 0,41 | 0,36 | 0,32 | 0,40 | 0,36 | 0,32 | 0,85 | 0,80 | 0,70 | | |
| Kisi lamel | 1 | 0,48 | 0,43 | 0,40 | 0,47 | 0,43 | 0,39 | 0,46 | 0,42 | 0,39 | | | | | |
|  | 1,2 | 0,52 | 0,48 | 0,44 | 0,51 | 0,47 | 0,44 | 0,50 | 0,46 | 0,43 | | | | | |
| | 1,5 | 0,56 | 0,52 | 0,49 | 0,55 | 0,52 | 0,49 | 0,54 | 0,51 | 0,48 | 0,80 | 0,70 | 0,65 | | |
|  | 0 | 0,61 | 0,58 | 0,55 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,59 | 0,56 | 0,54 | | | | | |
| ↑ | 2,5 | 0,64 | 0,61 | 0,59 | 0,63 | 0,60 | 0,58 | 0,62 | 0,59 | 0,57 | | | | | |
| | 3 | 0,66 | 0,64 | 0,61 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | X | X | X | | |
| ↓ | 4 | 0,69 | 0,67 | 0,65 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,66 | 0,65 | 0,63 | | | | | |
| | 72 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,69 | 0,68 | 0,66 | 0,68 | 0,66 | 0,65 | | | | | |

Sumber: SNI 03-6575-2001

Pengaruh dinding dan langit-langit pada sistem penerangan langsung jauh lebih kecil dari pada pengaruhnya pada sistem-sistem penerangan lainnya. Sebab cahayanya yang jatuh dilangit-langit dan dinding hanya sebagian kecil saja dari fluks cahaya.

Dalam tabel 2.3 efisiensi penerangannya diberikan untuk tiga nilai r_p yang berbeda. Pada setiap nilai r_p terdapat tiga nilai r_w . Untuk faktor

refleksi dinding r_w ini dipilih suatu nilai rata-rata, sebab pengaruh gorden dan sebagainya sangat besar.

- d. Menentukan besar fluks cahaya (F) dari jenis lampu yang akan dipergunakan, industry produsen lampu mengeluarkan daftar ini.
- e. Menentukan faktor depresiasi (kd)

Faktor depresiasi atau faktor penyusutan dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Pengotoran ringan : keadaan hampir tidak berdebu
 2. Pengotoran biasa : keadaan debu ringan
 3. Pengotoran berat : keadaan banyak debu
- f. Perhitungan jumlah lampu yang diperlukan (n) (P. Van Harten II,1974:8):

$$n = \frac{E \times A}{F \times k_p \times k_d} \quad (2.4)$$

dimana:

- n = jumlah lampu
 E = illuminansi (lux)
 F = fluks cahaya tiap lampu
 k_p = efisiensi penerangan
 k_d = faktor reduksi (0,75-0,80)

Jika terdapat beberapa armatur, maka tingkat pencahayaan tersebut merupakan penjumlahan dari tingkat pencahayaan yang diakibatkan oleh masing-masing armature.

2.2. Instalasi Daya Listrik

Instalasi daya listrik adalah instalasi listrik yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik dari sumber (PLN, generator, dan lain-lain) ke motor-motor (setyo saksono, 1982:8). Yang dimaksud motor-motor disini adalah mootr dengan rating daya yang relative besar seperti misalnya pada mesin bubut, pompa dan lain-lain. Fungsi dari instalasi daya listrik adalah untuk menjalankan motor-motor listrik sesuai dengan kebutuhan, seperti misalnya pada bengkel, pabrik dan laboratorium.

2.3. Penghantar

Penghantar adalah 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 adalah penghantar yang dilindungi dengan isolasi dan keseluruhan inti dilengkapi dengan selubung pelindung bersama, contohnya adalah kabel NYM, NYA dan sebagainya.

Sedangkan kawat penghantar adalah penghantar yang tidak diberi isolasi contohnya adalah BC (*bare conductor*), penghantar berlubang (*hollow conductor*), ACSR (*aluminium conductor steel reinforced*) dsb. Secara garis besar, penghantar dibedakan menjadi dua macam, yaitu: penghantar berisolasi dan penghantar tanpa isolasi.

Penggunaan warna untuk identifikasi hantaran berlaku ketentuan-ketentuan sebagai berikut (P. Van Harten 1,72):

1. Untuk hantaran pentanahan hanya boleh digunakan warna majemuk hijau-kuning (loreng hijau kuning). Warna ini tidak boleh digunakan untuk tujuan lain.
2. Pada instalasi dengan hantaran netral atau kawat tengah, untuk hantaran netralnya harus digunakan warna biru. Hanya pada instalasi tanpa hantaran netral, warna biru boleh digunakan untuk maksud lain, kecuali untuk menandai hantaran pentanahan.
3. Pada instalasi tiga fasa, warna-warna yang harus digunakan untuk fasa-fasanya adalah
 - Fasa 1 (fasa R) : merah
 - Fasa 2 (fasa S) : kuning
 - Fasa 3 (fasa T) : hitam

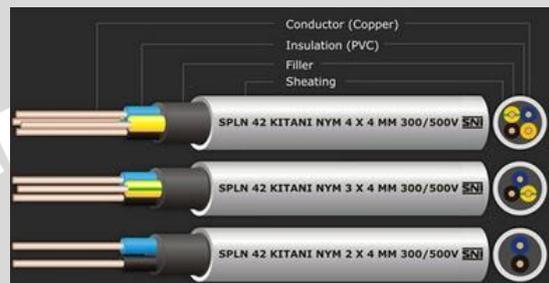
2.4. Jenis Kabel

Dilihat dari jenisnya, penghantar berisolasi atau kabel dapat dibedakan menjadi:

- a. Kabel instalasi

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

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

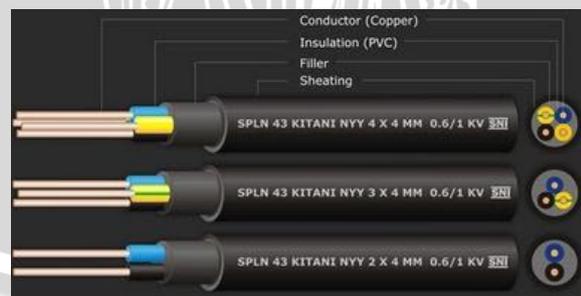


Gambar 2. 3 Konstruksi kabel NYM

Sumber: Cahaya electric.com

b. Kabel tanah

kabel tanah thermoplastic tanpa perisai seperti NYY, biasanya digunakan untuk kabel tenaga pada industry. 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. 4 Konstruksi kabel NYY

Sumber: Cahaya electric.com

c. Kabel fleksibel

Kabel fleksibel biasanya digunakan untuk peralatan yang sifatnya tidak tetap atau berpindah-pindah, dan ditempatkan kemungkinan adanya gangguan

mekanis atau getaran dengan peralatan yang harus tahan terhadap tarikan dan gesekan.

2.5. Pemilihan Kabel

Kabel penghantar digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber listrik ke beban-beban listrik. Bahan dari kabel penghantar umumnya berupa tembaga atau aluminium. Untuk mencegah hal-hal yang membahayakan bagi manusia maka penghantar diletakkan di tempat yang terhindar dari jangkauan manusia atau penghantarnya diberi isolasi.

Demi keamanan, undang-undang dan peraturan IEE menetapkan bahwa semua kabel harus cukup besar bagi arus yang melaluinya.

Pemilihan yang tepat untuk setiap instalasi bergantung aspek-aspek dasar dari:

- a. Kemampuan hantar arus
- b. Tahanan listrik kabel
- c. Penurunan tegangan

Bila arus mengalir melalui sebuah penghantar, tahanan yang diberikan oleh penghantar tersebut menghasilkan panas. Pertambahan panas sebanding dengan tahanan kabel yang pada gilirannya bergantung pada luas penampang kabel tersebut. Karena pemanasan yang berlebihan dapat merusak isolasi, untuk menghindari masalah ini ukuran konduktor harus sesuai.

2.6. Drop Tegangan

Pada keadaan berbeban dan beroperasi maka penghantar akan dilalui oleh arus yang besarnya tergantung dari besar arus beban.

Rugi tegangan merupakan rugi yang diakibatkan resistansi dan reaktansi pada kabel penghantar. Kerugian tegangan atau susut tegangan dalam saluran tenaga listrik adalah berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban, berbanding terbalik dengan penampang saluran. Kerugian ini dalam persen ditentukan dalam batas-batas tertentu. Misalnya di PT. PLN berlaku pada tegangan +5%, -10 % dari tegangan pelayanan.

Perhitungan kerugian dalam menghitung resistansi saja adalah sederhana, sedangkan perhitungan yang melibatkan induktansi dan kapasitansi tidak. Namun untuk menghitung jala-jala saluran sederhana yang tidak terlalu kompleks, hal ini dapat diabaikan. Oleh karenanya rugi tegangan dihitung oleh sebab nilai resistansinya saja.

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

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \times 100\%}{V} \quad (2.5)$$

Pada PUIL 2000 disebutkan bahwa susut tegangan antara PHB utama dan setiap titik beban tidak boleh lebih dari 5% dari tegangan PHB utama bila semua kabel penghantar instalasi dilalu arus maksimum yang ditentukan (arus nominal pengaman). Kabel penghantar yang digunakan harus memenuhi persyaratan kemampuan hantar arus yang ditentukan dan drop tegangan yang diijinkan.

2.7. Proteksi Arus Lebih

Untuk melindungi peralatan dari timbulnya arus yang jauh lebih besar dari arus nominalnya akibat beban lebih atau hubung singkat dalam suatu sistem instalasi listrik digunakan peralatan proteksi arus lebih. Peralatan proteksi arus lebih pada dasarnya terdiri dari dua macam, yaitu pengaman lebur dan pemutus daya. Adapun besar kemampuan peralatan proteksi arus lebih untuk suatu jaringan dalam sistem instalasi listrik adalah disesuaikan dengan kemampuan hantar arus (KHA) kabel penghantar (PUIL 2000), sehingga didapatkan hasil koordinasi proteksi yang baik dan pemanfaatan usia guna kabel penghantar baik.

Sedangkan terjadinya gangguan pada kabel penghantar sehingga menyebabkan turunnya besar harga tahanan isolasi pada kabel penghantar tersebut akan menyebabkan timbulnya arus bocor. Arus bocor yang mengalir pada badan peralatan atau benda lain yang bersifat sebagai penghantar akan menyebabkan terjadinya tegangan sentuh tak langsung. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan cara menyetanahkan semua peralatan dan benda yang mempunyai sifat sebagai penghantar.

2.7.1. Fuse/sekring

Fuse atau sekering adalah perangkat proteksi arus lebih, ia memiliki sebuah elemen yang secara langsung dipanaskan oleh bagian dari arus dan dihancurkan bila suatu arus melebihi arus yang ditentukan. Sekering yang dipilih harus membuka sirkuit dengan merusak elemen sekering. Menghapuskan busur api yang timbul pada kehancuran dan elemen kemudian menjaga kondisi sirkuit membuka dengan tegangan sumber.

2.7.2. Circuit Breaker (CB)

CB adalah alat pengaman bagi rangkaian maupun peralatan listrik dari suatu gangguan. Fungsi utama dari CB adalah Pemutus arus hubung singkat dan memutus arus beban lebih. CB dapat juga digunakan sebagai saklar biasa, yaitu sebagai penghubung dan pemutus rangkaian. Pada panel distribusi terdapat dua macam CB yaitu:

1. Miniature circuit breaker (MCB)

MCB adalah suatu rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen thermis (bimetal) untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relay elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat. MCB juga sebagai kombinasi fungsi fuse dan fungsi pemutus arus.



Gambar 2. 5 MCB 1 kutub sampai 4 kutub

Sumber: www.a-electric.net

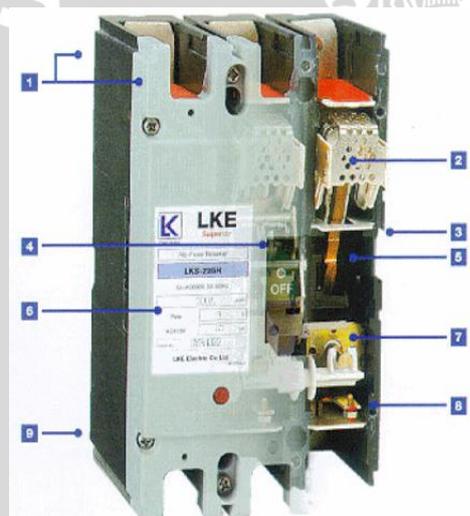
MCB terdapat dua macam, yaitu MCB berkutub tiga untuk tiga fasa dan MCB berkutub satu untuk satu fasa. Fungsi MCB antara lain sebagai berikut:

- a. Mengamankan kabel dari arus lebih dan arus hubung singkat
- b. Membuka dan menutup sebuah rangkaian secara manual

- c. Pengaman terhadap kerusakan isolator kabel
 - d. Melindungi beban
2. *Moulded case Circuit Breaker (MCCB)*

MCCB merupakan salah satu alat pengaman yang dalam proses operasinya mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengaman dan sebagai alat untuk penghubung. Biasanya digunakan untuk pengaman arus dengan rating yang besar.

Jika dilihat dari segi pengaman, maka MCCB dapat berfungsi sebagai pengaman gangguan arus hubung singkat dan arus beban lebih. Pada jenis tertentu pengaman ini mempunyai kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Gambar 2.14 adalah bagian-bagian dari MCCB.



keterangan:

1. Bahan BMC untuk bodi dan tutup
2. Peredam busur api
3. Blok sambungan untuk pemasangan ST dan UVT
4. Penggerak lepas sambung
5. Kontak bergerak
6. Data kelistrikan dan pabrik pembuat
7. Unit magnetic trip

Gambar 2. 6 MCCB

sumber: www.a-electric. Net

2.8. Klasifikasi Daya Listrik

Klasifikasi daya listrik pada umumnya dibagi menjadi tiga bagian (pabla,1994), yaitu:

- a. Daya Tersambung

Daya tersambung adalah daya yang disambung oleh pihak PLN kepada konsumen. Dalam menyalurkan energy listriknya pihak PLN mempunyai aturan-aturan tertentu sehingga konsumen harus mengikuti aturan-aturan yang telah ditetapkan tersebut.

b. Daya Terpasang

Daya terpasang adalah besarnya daya yang dihitung dari besarnya masing-masing beban yang terpasang. Beban yang terpasang dapat berupa lampu-lampu, motor-motor listrik dan beban listrik lainnya daya terpasang ini bisa lebih besar dari daya tersambung karena ada kemungkinan beban-beban yang ada tidak beroperasi secara bersamaan.

c. Daya terpakai

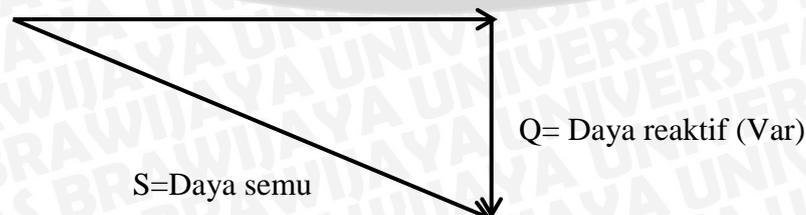
Daya terpakai adalah besarnya pemakaian daya listrik dari beban yang terpasang. Besarnya pemakaian daya listrik ini dapat diketahui dari peralatan pengukur, misalnya watt meter dan peralatan lainnya. Beban-beban yang terpasang ada kemungkinan tidak dioperasikan secara serentak, sehingga besarnya daya yang terpakai ini berada dibawahnya daya tersambung.

2.9. Daya pada Rangkaian Listrik

Semua lampu yang menggunakan ballast berupa reactor atau transformator akan mengakibatkan daya reaktif (VAR) dalam rangkaian. Semakin besar daya reaktif yang terjadi mengakibatkan semakin rendahnya faktor daya ($\cos \varphi$) lampu. Faktor daya diartikan sebagai perbandingan arus yang dibutuhkan untuk kerja nyata (W) terhadap arus total yang disuplai (VA). Dinyatakan dalam persamaan dibawah:

$$\cos \varphi = \frac{\text{daya nyata (W)}}{\text{daya semu (VA)}}$$

P= daya aktif (Watt)



Gambar 2. 7 Segitiga daya

Pada jaringan tegangan rendah (JTR) yang bersumber dari gardu induk distribusi 3 fasa, ada 4 kabel masing-masing kabel fasa R, fasa S, fasa T dan netral. Beban setiap fasanya harus diatur seimbang mungkin untuk menghindari rugi daya yang diakibatkan mengalirnya arus pada penghantar netral. Toleransi ketidakseimbangan beban yaitu sebesar 5%-20% (IEEE Std 446-1980), tapi lebih baik jika kurang dari 10%.

2.10. Air Conditioning (AC)

Untuk memenuhi kebutuhan udara yang nyaman salah satunya adalah dengan menggunakan AC. Penggunaan kapasitas peralatan pendingin yang lebih kecil dari luas ruangan akan membuat alat pendingin bekerja terlalu berat dan kenyamanan ruangan tidak tercapai. Menentukan besar kapasitas AC yang sesuai dengan ruangan dapat menggunakan persamaan berikut dengan asumsi standard panas dalam ruangan seluas $1 m^2$ sebesar 500 BTU/hour:

$$P = \frac{p \times l \times t}{3} \times 500 \quad (2.6)$$

Dimana:

- P = daya AC (BTU/jam)
- p = panjang ruangan (m)
- l = lebar ruangan (m)
- t = tinggi ruangan (m)

Jadi untuk mempermudah mengetahui antara BTU/h dan PK maka berikut adalah konversi sistem daya pada AC.

½ pk setara dengan 5000 BTU/hr

¾ pk setara dengan 7000 Btu/hr

1 pk setara dengan 9000 btu/hr

1 ½ pk setara dengan 12000 btu/hr

2 pk setara dengan 18000 btu/hr

2 ½ pk setara dengan 24000 btu/hr

3 pk setara dengan 28000 btu/hr

2.11. Ventilasi dan *Exhaust Fan*

Sebuah bangunan yang di dalamnya dipergunakan untuk aktifitas manusia, umumnya memiliki pintu, jendela dan lubang ventilasi pada salah satu sisi tembok bangunan tersebut. Bahkan banyak bangunan dimana pada setiap sisi temboknya terdapat lubang ventilasi. Dengan adanya lubang ventilasi tersebut diharapkan akan ada pertukaran udara dari lubang tersebut dengan bantuan angin alam dari luar. Sistem ini kita sebut dengan sistem ventilasi alami atau *Natural Ventilation*. Namun banyak praktek dilapangan sering kali sistem ventilasi alami ini dirasa tidak mencukupi kebutuhan untuk mensirkulasikan atau mengganti udara ruangan tersebut. Sehingga orang yang beraktifitas di dalam bangunan tersebut merasa gerah, panas dan letih. Apalagi ada banyak orang yang beraktifitas dalam bangunan tersebut. Hal ini tentunya diperlukan frekwensi pergantian udara yang lebih cepat lagi. Karena sistem ventilasi alami hanya mengandalkan tiupan angin alami dari luar yang kecepatannya tidak konstan. Maka diperlukan alat bantu untuk menambah kecepatan pertukaran udara ruangan, agar proses penggantian/pertukaran udara tersebut konstan dan mencukupi kebutuhan, yaitu dengan menggunakan *Exhaust Fan* atau *Ventilating Fan*. Sistem ini sering juga kita sebut sebagai sistem *Mechanical Ventilation*.

2.12. Pentanahan

Pembumian/pentanahan adalah hubungan listrik yang sengaja dilakukan dari beberapa bagian instalasi listrik ke sistem 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 sistem* bertujuan untuk memperkecil terjadinya tegangan sentuh dan atau tegangan langkah.

Yang dimaksud tegangan sentuh adalah 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 adalah tegangan antara 2 titik pada permukaan tanah disekeliling elektroda pentanahan dimana jarak kedua titik sejauh langkah orang.

2.13. Panel Hubung Bagi

PHB adalah panel hubung bagi/papan hubung bagi/panel berbentuk lemari (cubicle) yang dapat dibedakan sebagai:

- a. Panel utama/MDP : *Main Distribution Panel*
- b. Panel cabang/SDP : *Sub distribution Panel*
- c. Panel Beban/SSDP : *Sub-sub Distribution Panel*
- d. Untuk PHB sistem Tegangan rendah, hantaran utamanya merupakan kabel feeder dan biasanya menggunakan NYFGBY.

Didalam panel biasanya busbar/rel dibagi menjadi dua segmen yang saling berhubungan dengan saklar pemisah, yang satu mendapat saluran masuk dari APP (pengusaha ketenagalistrikan) dan satunya lagi dari sumber listrik sendiri (genset). Dari kedua busbar didistribusikan ke beban secara langsung atau melalui SDP dan atau SSDP. Tujuan busbar dibagi menjadidua segmen ini adalah jika sumber listrik dari PLN mati akibat gangguan ataupun karena pemeliharaan, maka suplai ke beban tidak akan terganggu dengan adanya sumber listrik sendiri (genset) sebagai cadangan.

Peralatan pengaman arus listrik untuk penghubung dan pemutus terdiri dari:

Circuit breaker (CB)

- a. *Miniatur Circuit Breaker* (MCB)
- b. *Mold Case Circuit Breaker* (MCCB)
- c. *No Fuse Circuit Breaker* (NFB)
- d. *Air Circuit Breaker* (ACB)

Sekering dan pemisah

- e. Switch dan Disconnecting Switch (DS)

Peralatan tambahan dalam PHB antara lain:

- a. Rele proteksi
- b. Trafo tegangan, trafo arus
- c. Alat-alat ukur besaran listrik: ampermeter, voltmeter, frekuensi meter, $\cos \varphi$ meter

d. Lampu-lampu tanda

Untuk PHB sistem tegangan menengah, terdiri dari tiga cubicle yaitu satu *cubicle incoming* dan *cubicle outgoing*.

Hantaran masuk merupakan kabel tegangan menengah dan biasanya dengan kabel XLPE atau NZXSBY. Saluran daya tegangan menengah ditransfer melalui trafo distribusi ke LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*). Pengaman arus listriknya terdiri dari sekering dan LBS (*load Break Switch*). Peralatan dan rangkaian dari busbar sampai ke beban seperti pada PHB sistem tegangan rendah.

2.14. Pencahayaan pada Ruang

Pencahayaan pada ruangan sangat penting demi terciptanya suasana yang nyaman. Berikut ruangan dan penerangan yang bisa dilakukan:

a. Ruang Tamu

Ruang tamu adalah cerminan dari pemilik rumah, penataan pencahayaan sangat penting disamping penataan lay out ruangan dan furniturnya. Pencahayaan ruang tamu sangat penting dan diperlukan saat kita kedatangan tamu. Aktivitas tamu dan pemilik rumah merupakan kegiatan yang detail dan membutuhkan penerangan yang maksimal. Untuk itu diperlukan penerangan yang merata ke seluruh ruang. Namun ketika ruang tamu sedang tidak digunakan, ada baiknya menggunakan penerangan setempat, seperti lampu dinding, lampu duduk, atau standing lamp. Kesimpulannya, diperlukan dua jenis penerangan di ruang tamu, yakni penerangan merata dan penerangan setempat.

b. Ruang Keluarga

Ruang keluarga adalah ruang inti dalam suatu rumah tinggal. Ruang keluarga biasanya terletak di tengah-tengah rumah. Kegiatan di ruang keluarga sangat kompleks, mulai dari menonton tv, membaca, menulis, berbincang-bincang, hingga makan dan minum. Bisa dibayangkan semua kegiatan dari seluruh ruangan rumah bisa dilakukan di ruang keluarga, kecuali kegiatan di kamar mandi dan ruang cuci. Untuk itu pencahayaan di ruang keluarga sangat kompleks juga. Penerangan merata, penerangan searah dan penerangan setempat diperlukan dalam ruangan ini.

Penggunaan lampu yang menerangi seluruh ruangan adalah hal yang utama. Pemakaian lampu searah; misal untuk penerangan hiasan-hiasan, lukisan, atau foto-foto keluarga juga akan menambah estetika. Ditambah lagi penempatan lampu duduk, standing lamp dan lampu dinding yang matching dengan interior ruang akan memberikan kesan yang bagus dalam ruang keluarga anda.

c. Ruang Tidur

Ruang yang aktivitas utamanya adalah istirahat. Jadi penggunaan lampu untuk pencahayaan di ruangan ini tidak terlalu fokus pada penerangan merata. Penerangan terarah dan setempat akan lebih memaksimalkan aktivitas. Penempatan lampu yang perlu diperhatikan adalah pada spot-spot seperti samping bed (lampu duduk), almari rias (lampu halogen), dan almari pakaian. Penempatan lampu-lampu di area ini akan memaksimalkan ruang dalam lingkup sebagai tempat istirahat. Penggunaan hidden lamp (*slim lamp*) yang diletakkan dibalik trap plafon juga menarik ketika lampu utama dimatikan saat waktu tidur.

d. Dapur

Ruangan ini membutuhkan ketelitian yang tinggi. Hal ini disebabkan kegiatan seperti mengiris sayur, menyalakan kompor, dan kegiatan-kegiatan berbahaya. Selain penggunaan penerangan merata, juga memerlukan penerangan setempat. Fungsinya untuk menerangi bagian-bagian yang digunakan untuk kegiatan diatas. Misalnya, penempatan slim TL pada bawah kitchen set juga akan membantu aktivitas memasak, selain menambah estetika pastinya. Pemasangan instalasi lampu bisa disetting bersamaan dengan pemasangan instalasi stop kontak untuk kulkas, magic jar, ataupun blender. Juga untuk pemasangan *cooker hood*, yang biasanya juga sudah terpasang lampu set didalamnya. Pemilihan lampu dalam kitchen set juga perlu diperhatikan, antara warna sinar dan gelap terangnya. Pemakaian watt besar akan terasa panas karena jarak lampu yang dekat juga atmosfer kitchen yang memang panas. Pemasangan instalasi lampu perlu diperhatikan agar rapi, sehingga kabel-kabel tidak mengganggu pandangan.

e. Ruang Makan

Sama seperti dapur, kegiatan di ruangan ini memerlukan ketelitian yang tinggi. Pencahayaan setempat yang terang; seperti penggunaan lampu gantung di atas meja makan sangat dianjurkan. Selain untuk penerangan utama saat aktivitas makan, juga bisa menambah estetika, apalagi ditambah dengan adanya lampu dinding atau standing lamp di sekitar meja makan. Pada dasarnya untuk pemilihan warna tergantung selera. Namun, ada baiknya menyesuaikan dengan tema interior ruangnya. Perbedaan warna antara lampu gantung dan lampu utama plafon akan memberikan nuansa yang berbeda. Kesan cozy, hangat, dengan penerangan kekuning-kuningan.

f. Kamar Mandi

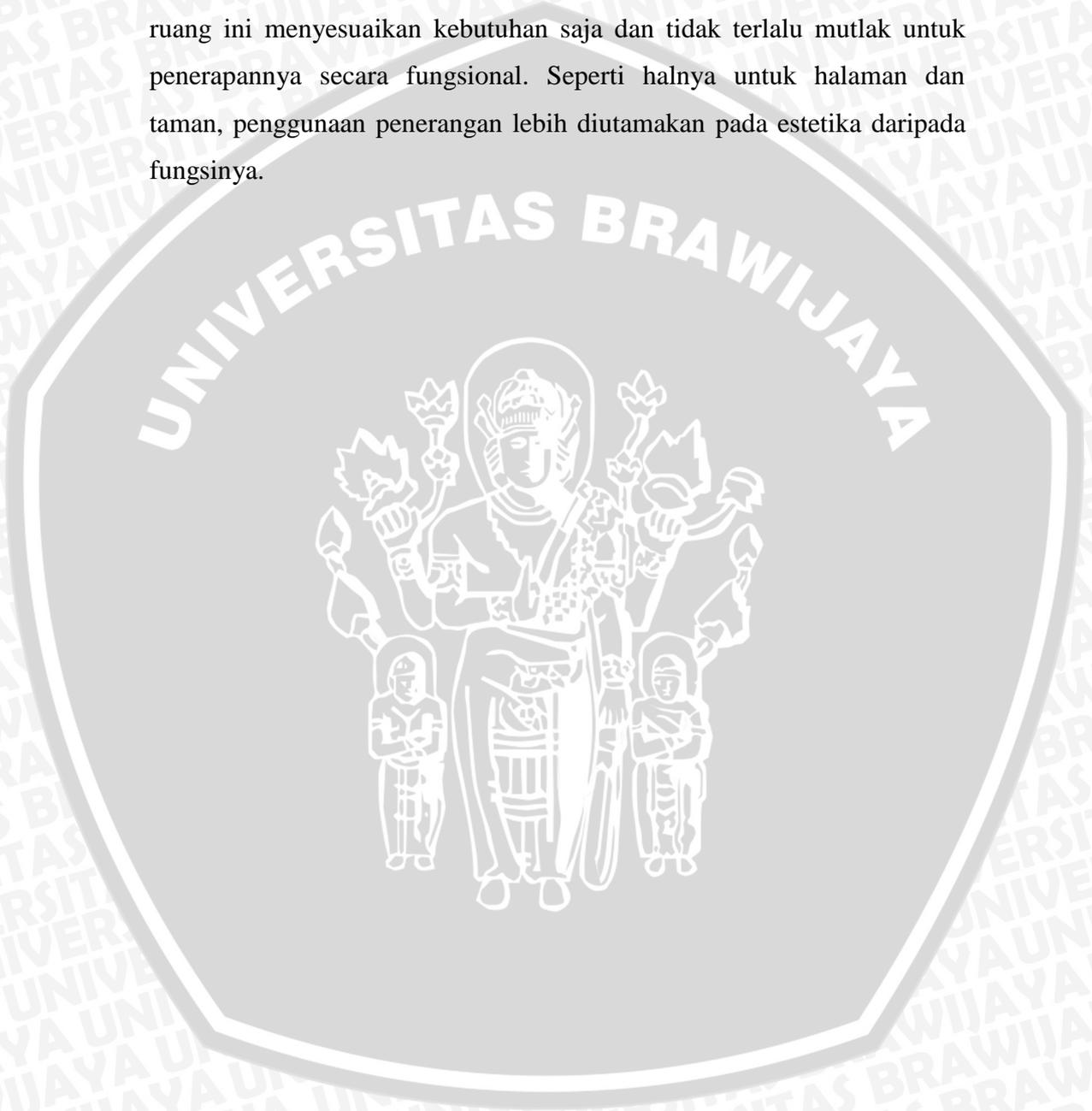
Aktivitas yang dilakukan di kamar mandi paling ideal dengan menggunakan penerangan merata. Yang menjadi perhatian disini adalah letak penempatan dan kedudukan atau kerudung lampu. Jangan sampai lampu terkena cipratan air atau kemasukan air dalam fittingnya. Hal ini dapat mengakibatkan korsleting. Selain itu lampu bisa pecah akibat pemuai kaca jika terkena cipratan air. Perlu diketahui juga, kamar mandi yang baik haruslah cukup untuk sirkulasi udara dan cahaya. Maka selain cahaya buatan (lampu), kamar mandi perlu cahaya alami agar suhu dan kelembaban terjaga. Aliran udara juga diperlukan untuk menyalurkan uap air dan bau.

g. Ruang Sirkulasi

Adalah ruang penghubung antar ruang. Bisa berupa selasar, lorong, atau sekedar bagian dari ruang yang mungkin mempunyai perbedaan level, warna, atau pola lantai. Ruang sirkulasi mewadahi aktivitas perjalanan antar ruang. Sehingga penerangan yang dibutuhkan adalah penerangan secukupnya secara aman. Baik itu penerangan merata, terarah atau setempat. Ketiga jenis penerangan dapat diaplikasikan dalam ruang sirkulasi ini.

h. Ruang-Ruang Penunjang

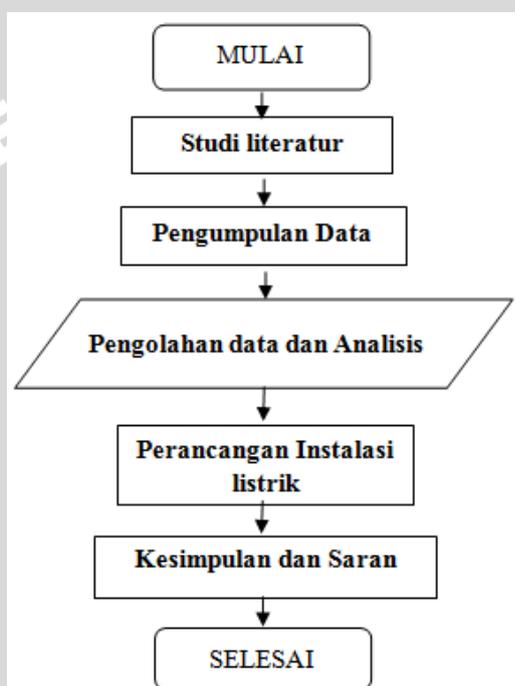
Yang dimaksud dengan ruang penunjang diantaranya adalah teras, balkon, taman, garasi, gudang dsb, dimana kegiatan yang dilakukan seakan terpisah dengan aktivitas dalam rumah. Penerangan dalam ruang-ruang ini menyesuaikan kebutuhan saja dan tidak terlalu mutlak untuk penerapannya secara fungsional. Seperti halnya untuk halaman dan taman, penggunaan penerangan lebih diutamakan pada estetika daripada fungsinya.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Kerangka Umum Penelitian

Kerangka umum dalam pengerjaan skripsi tentang perancangan instalasi listrik pada Apartemen dan Pasar Modern di gedung kawasan pasar terpadu daerah Blimbing Malang, sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram alir sebagai algoritma penyelesaian masalah

Sumber : Hasil rancangan (2013)

3.2. Studi Literatur

Adalah kajian penulis atas referensi-referensi yang ada baik berupa buku maupun karya-karya ilmiah yang berhubungan dengan penulisan laporan ini. Referensi yang digunakan diantaranya: persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000 dan Undang-undang ketenagalistrikan serta Standard Nasional Indonesia. Tinjauan pustaka yang digunakan untuk dasar penelitian yang akan dilakukan dan untuk mendukung studi unjuk kerja dan perancangan instalasi

gedung kawasan pasar terpadu Blimbing Malang meliputi, instalasi listrik, sistem penerangan, daya, drop tegangan, luas penampang kabel dan setting pengaman.

3.3. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan antara lain: gambar rancangan bangunan, letak bangunan, luas dan tinggi bangunan, dan fungsi suatu ruangan tersebut. Data ini berupa data sekunder yang didapat dari Unit Usaha dan Kerjasama Badan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Lokasi rencana pembangunan dan pengelolaan kawasan pasar terpadu terletak di daerah Blimbing Malang Provinsi Jawa Timur. Gedung yang akan dibangun terbagi dari zona kelompok gedung sebagai berikut:

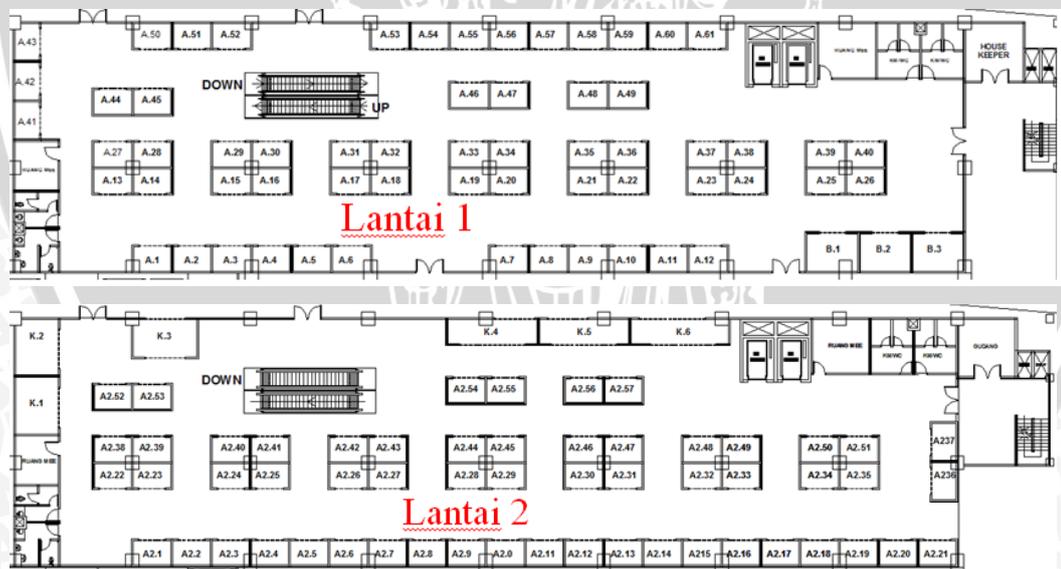


Gambar 3. 2 a. Gedung kawasan pasar terpadu Blimbing Malang dan b. Apartemen

Sumber: Unit Usaha dan Kerjasama Badan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

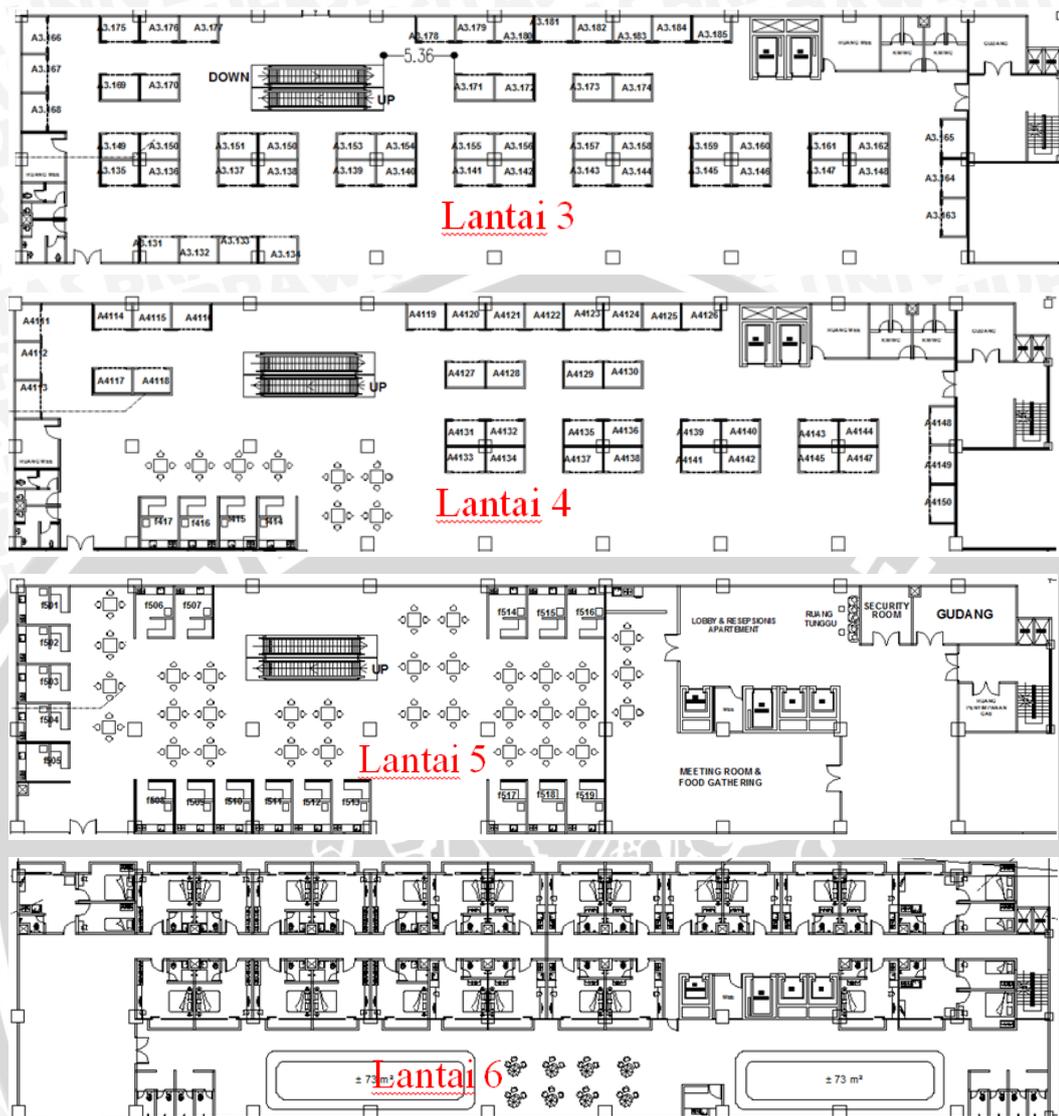
- Blok Pasar Modern dan Apartemen terdiri dari gedung trade center (lantai 1 – 5) dan Apartemen (lantai 6-15)
- Blok Condotel 15 lantai
- Blok ruko dan Pasar Modern terdiri dari gedung trade center 5 lantai (lantai 1-3 Ruko, lantai 3-5 Trade Center)
- Blok pasar tradisional gedung pasar tradisional utara (lantai 1-2 pasar tradisional, lantai 3-5 parkir) dan gedung pasar tradisional selatan (lantai 1-2 pasar tradisional, lantai 3-5 parkir)

Pada bangunan Blok Pasar Modern dan Apartemen ini terdapat stand sejumlah 217 unit pada lantai 1-4 dengan rata-rata luas 2m x 3m, meeting room dan 19 unit food court pada lantai 5, serta Apartemen tipe A sejumlah 27 unit dengan ukuran 9m x 4,7m dan Apartemen tipe B sejumlah 207 unit dengan ukuran 4,5m x 4,7m terletak pada lantai 6-14. Pada lantai 15 terdapat penthouse dan ruang refleksi dan spa. Gedung ini dibangun diatas tanah seluas $\pm 3385,2 m^2$ dengan tinggi 52,50 m. Berikut adalah lay out lantai 1-15 pada Blok Pasar Modern dan Apartemen dan peruntukannya.



Gambar 3. 3 Lantai 1 diperuntukan untuk fashion dan busana dan 2 diperuntukan untuk aksesoris, tas dan sepatu.

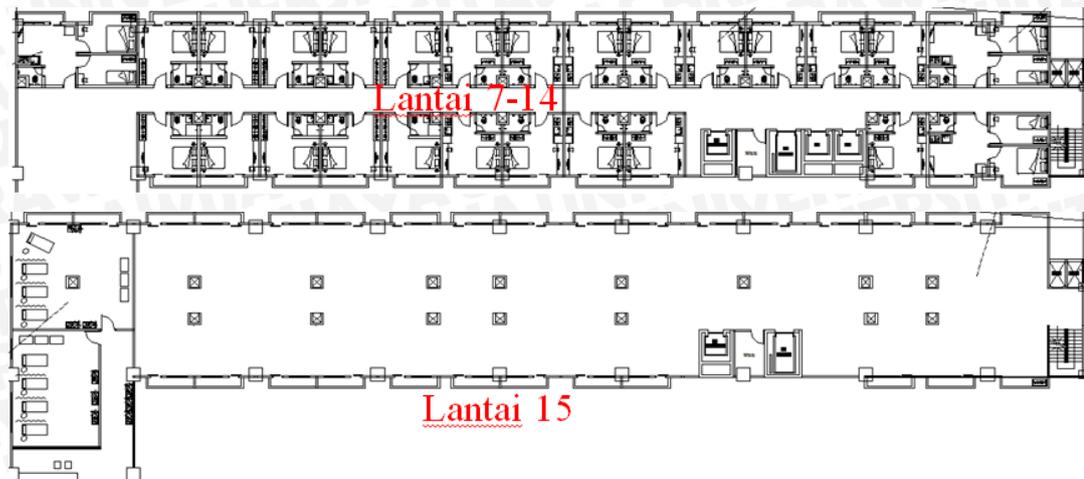
Sumber: Unit Usaha dan Kerjasama Badan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.



Gambar 3. 4 Lantai 3, 4, 5 dan 6

Sumber: Unit Usaha dan Kerjasama Badan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Lantai 3 diperuntukan untuk IT center dan sport, lantai 4 diperuntukan untuk food court dan area promosi. Sedangkan lantai 5 dibagi menjadi dua bagian, yang mana bagian kiri adalah food court dan bagian kanan adalah pintu masuk Apartemen. Dan lantai 6 diperuntukan untuk area Apartemen dan Condotel dan juga kolam renang.



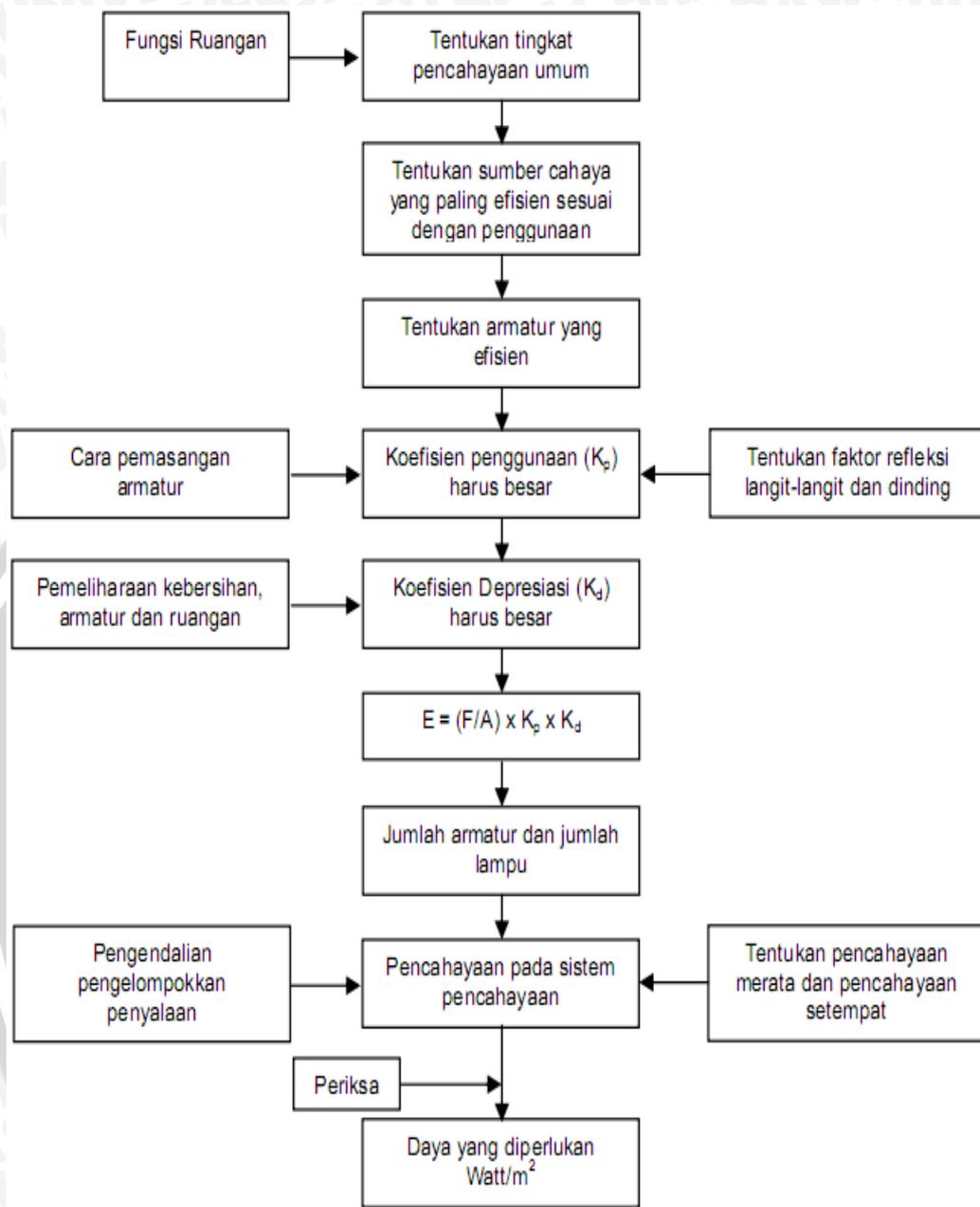
Gambar 3. 5 Lantai 7-14 dan 15

Sumber: Unit Usaha dan Kerjasama Badan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

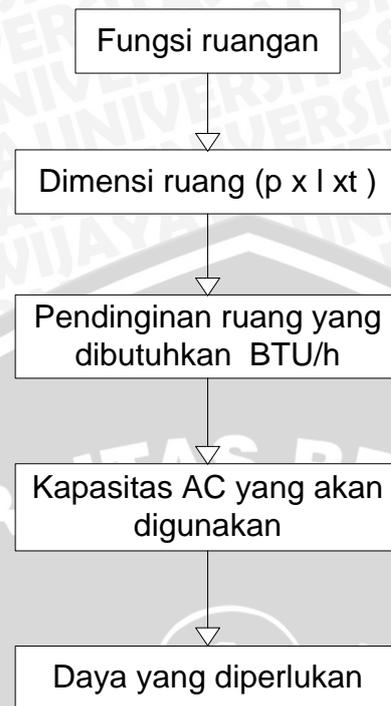
Lantai 7-14 diperuntukan untuk Apartemen dan lantai 15 diperuntukan untuk penthouse dan ruang refleksi dan SPA.

3.4. Perhitungan dan Perancangan

Data yang telah didapat berupa dimensi ruang, warna dinding dan lantai, kegunaan ruangan, sistem penerangan yang dikehendaki kemudian di analisis. Data tersebut dijadikan acuan untuk menentukan sistem penerangan listrik misalnya daya dan jenis lampu yang akan digunakan. Dalam rancangan ini juga dilengkapi dengan perhitungan teknis mengenai susut tegangan, beban terpasang dan kebutuhan beban maksimum, arus hubung singkat dan kapasitas daya. Pengolahan dan analisa data yang dihasilkan digunakan sebagai masukan dalam perhitungan secara manual untuk menentukan jenis kabel, menentukan letak peralatan hubung bagi dan pengamannya. Dibawah ini adalah diagram atau langkah-langkah untuk menentukan instalasi penerangan listrik dan instalasi daya listrik.



Gambar 3. 6 Diagram alir prosedur perencanaan teknis pencahayaan buatan



Gambar 3. 7 Diagram alir prosedur perencanaan teknis penentuan kapasitas AC

Sumber: Hasil rancangan (2014)

Dari data-data beban dijadikan acuan dalam perancangan instalasi listrik berupa gambar single line diagram dan gambar diagram pengawatan. Yang tercantum dalam single line diagram antara lain:

- Diagram PHB lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran nominal komponennya.
- Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang.
- Ukuran dan besar penghantar yang dipakai

3.5. Kesimpulan dan Saran

Sebagai akhir dari kegiatan penyusunan skripsi ini disusunlah suatu kesimpulan dari semua proses analisis yang telah dilakukan dan penyusunan saran yang di dalamnya termasuk rekomendasi kepada pihak-pihak terkait yang dalam hal ini adalah Unit Usaha dan Kerjasama Badan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan pihak swasta yang mungkin ingin mengembangkan dan melaksanakan proyek pembangunan ini.

Selain itu saran mungkin ditujukan pada pihak-pihak yang mungkin akan merancang atau membuat desain instalasi pada suatu bangunan.



BAB IV

ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada bab ini akan dibahas beberapa hal mengenai instalasi listrik pada Blok Pasar Modern dan Apartemen dikedung kawasan pasar terpadu blimbing Malang. Permasalahan yang akan dibahas adalah penentuan kebutuhan tingkat pencahayaan sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000), penentuan luas penghantar, menentukan rating arus pengaman, rekapitulasi daya dan rancangan instalasi listrik.

4.1. 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 adalah

1. Merancang instalasi listrik yang sesuai dengan kebutuhan dan melindungi manusia maupun hewan yang berada di daerah sekitar instalasi listrik aman dari sengatan listrik serta menghindari kebakaran yang diakibatkan karena kesalahan dalam instalasi.
2. Membuat lay out instalasi gedung
3. Menentukan jumlah lampu dan armature lampu penerangan yang diperlukan
4. Menentukan besarnya luas penampang penghantar dan setting pengaman
5. Membuat single line diagram
6. Membuat diagram rekapitulasi daya
7. Menganalisa besarnya drop tegangan pada penghantar

4.2. Instalasi Penerangan

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

produk dari Philips. Dari hasil perhitungan jumlah lampu, maka digunakan software DIALux untuk menentukan titik lampu demi mendapatkan system pencahayaan yang merata.

Perhitungan penerangan pada Apartemen tipe B

Data ruangan:

| | |
|-----------------------------------|-------------------|
| Panjang (p) | = 4,35 m |
| Lebar ruangan | = 3,05 m |
| Luas ruang kamar | = 13,3 m^2 |
| Panjang (p) | = 2,35 m |
| Lebar ruangan | = 1,5 m |
| Luas pintu masuk | = 3,5 m^2 |
| Luas bangunan total | = 16,8 m^2 |
| Tinggi ruangan | = 3 m |
| Tinggi dari bidang kerja (tb) | = 3 - 0,8 = 2,2 m |

Warna dinding cream dan warna langit-langit putih

Index ruang (k):

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

$$k = \frac{16,8}{2,2(4,5+3,73)}$$

$$k = 0.928$$

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

$$\text{Faktor refleksi dinding } (r_p) = 0.7$$

$$\text{Faktor refleksi langit-langit } (r_w) = 0.5$$

$$\text{Faktor refleksi lantai } (r_m) = 0.1$$

System penerangan yang dipakai adalah system penerangan langsung.

Dari table (lampiran) didapatkan:

$$k_1 = 0.8 \quad kp_1 = 0.46$$

$$k_2 = 1 \quad kp_2 = 0.53$$

Dengan menggunakan rumus (bab 2), maka faktor utility, yaitu:

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

$$kp = 0.46 + \frac{0.928-0.8}{1-0.8} (0.53 - 0.46)$$

$$Kp = 0.505$$

Penentuan jumlah lampu dan armature:

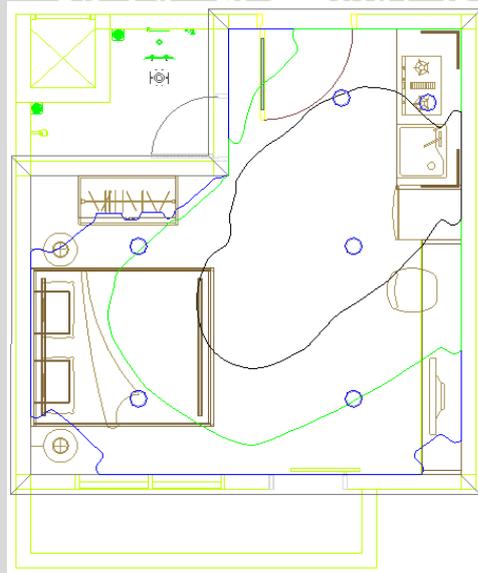
1. Diasumsikan jenis lampu yang akan digunakan adalah lampu fluresence genie 18 watt warm white E27
2. Fluks cahaya lampu (F) 1100 lumen (katalog)
3. Kuat penerangan (E) sebesar 150 lux (tabel pencahayaan minimum)
4. Faktor depresiasi (kd) =0.8 (bila tingkat pengotoran tidak diketahui)

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

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

$$n = \frac{150 \times 16,8}{1100 \times 0.505 \times 0.8} \Rightarrow n = 5,67 \approx 6 \text{ lampu}$$

Gambar 4.1 adalah gambar simulasi penentuan titik penerangan menggunakan software DIALux.



Gambar 4. 1 Posisi titik lampu dan intensitas penerangan di atas bidang kerja

Sumber: Hasil rancangan (2014)

Perhitungan daya terpakai (St)

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

$$St = \frac{6 \times 18}{0.9} = 120 \text{ VA} \quad \Rightarrow \text{(diasumsikan } \cos \varphi = 0.9)$$

Daya pencahayaan permeter persegi

$$\left(\frac{P}{A}\right) = \frac{St \times \cos\phi}{A}$$

$$\left(\frac{P}{A}\right) = \frac{120 \times 0,9}{16,8} = 6,43 \text{ watt}/m^2$$

Jadi jumlah lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini sebanyak 6 lampu 18 watt beserta armaturnya dengan besar daya per m^2 sebesar 6,43 watt. Besar daya ini masih dibawah daya listrik maksimal yang diijinkan yaitu sebesar $17 \text{ watt}/m^2$.

Gambar diatas adalah gambar penentuan titik lampu menggunakan software DIALux dengan system penerangan merata sebesar 150 lux yang ditunjukkan oleh garis yang berwarna biru. Sedangkan garis hitam menunjukkan intensitas penerangan sebesar 250 lux yang difokuskan diatas dapur.

Perhitungan penerangan pada koridor

Data ruang:

| | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Panjang (p) | = 40,35 m |
| Lebar ruangan (l) | = 1,85 m |
| Panjang' (p') | = 12,57m |
| Lebar ruangan' (l') | = 8,85 m |
| Luas bangunan | = $185,53 \text{ m}^2$ |
| Tinggi ruangan | = 3 m |
| Tinggi dari bidang kerja (tb) | = $3 - 0,8 = 2,2 \text{ m}$ |

Warna dinding cream dan warna langit-langit putih

Index ruang (k):

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

$$k = \frac{185,9}{2,2(40,35+4,6)}$$

$$k = 1,88$$

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

$$\text{Faktor refleksi dinding } (r_p) = 0.7$$

$$\text{Faktor refleksi langit-langit } (r_w) = 0.5$$

$$\text{Faktor refleksi lantai } (r_m) = 0.1$$

$$k_1 = 1,5 \quad kp_1 = 0.62$$

$$k_2 = 2 \quad kp_2 = 0.68$$

Dengan menggunakan rumus (bab 2), maka faktor utility, yaitu:

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

$$kp = 0.62 + \frac{1,88-1,5}{2-1,5}(0.68 - 0.62)$$

$$Kp = 0.67$$

Penentuan jumlah armature:

1. Diasumsikan jenis lampu yang akan digunakan adalah lampu fluresence genie 18 watt cool day light E27
2. Fluks cahaya lampu (F) 1100 lumen (katalog)
3. Kuat penerangan (E) sebesar 100 lux (tabel pencahayaan minimum)
4. Faktor depresiasi (kd) =0.8 (bila tingkat pengotoran tidak diketahui)

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

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

$$n = \frac{100 \times 185,9}{1100 \times 0.67 \times 0.8} \Rightarrow n = 31,53 \approx 32 \text{ lampu}$$

Perhitungan daya terpakai (St)

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

$$St = \frac{32 \times 18}{0.9} = 640 \text{ VA} \Rightarrow (\text{diasumsikan } \cos \varphi = 0.9)$$

Daya pencahayaan permeter persegi

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

$$\left(\frac{P}{A}\right) = \frac{640 \times 0,9}{185,9} = 3.1 \text{ watt}/m^2$$

Jadi jumlah lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini sebanyak 32 ampul 18 watt beserta armatur dengan besar daya per m^2 sebesar 3.1 watt. Besar daya ini masih dibawah daya listrik maksimal yang diijinkan untuk koridor atau lobby yaitu sebesar $10 \text{ watt}/m^2$.

Perhitungan penerangan pada stand court lantai 1

Data ruang:

$$\text{Panjang (p)} = 72 \text{ m}$$

$$\text{Lebar ruangan} = 11,54 \text{ m}$$

$$\text{Luas bangunan} = 830 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi ruangan} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi dari bidang kerja (tb)} = 3 - 0,8 = 2,2 \text{ m}$$

Warna dinding cream dan warna langit-langit putih

Index ruang (k):

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

$$k = \frac{72 \times 11,54}{2,2(72 + 11,54)}$$

$$k = 4,52$$

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

$$\text{Faktor refleksi dinding } (r_p) = 0.7$$

$$\text{Faktor refleksi langit-langit } (r_w) = 0.5$$

$$\text{Faktor refleksi lantai } (r_m) = 0.1$$

System penerangan yang dipakai adalah system penerangan langsung.

Dari table (lampiran) didapatkan:

$$k_1 = 4 \quad kp_1 = 0.76$$

$$k_2 = 5 \quad kp_2 = 0.78$$

Dengan menggunakan rumus (bab 2), maka faktor utility, yaitu:

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

$$kp = 0.76 + \frac{4,52-4}{5-4}(0.78 - 0.76)$$

$$Kp = 0,77$$

Penentuan jumlah armature:

1. Diasumsikan jenis lampu yang akan digunakan adalah Philips master PL-L cool day light 2 x18 watt dalam 1 armatur
2. Fluks cahaya lampu (F) 1200 lumen (katalog)
3. Kuat penerangan (E) sebesar 250 lux (tabel pencahayaan minimum)
4. Faktor depresiasi (kd) =0.8 (bila tingkat pengotoran tidak diketahui)

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

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

$$n = \frac{250 \times 830}{2400 \times 0.77 \times 0.8} \Rightarrow n = 140,35 \approx 140 \text{ armatur}$$

Perhitungan daya terpakai (St)

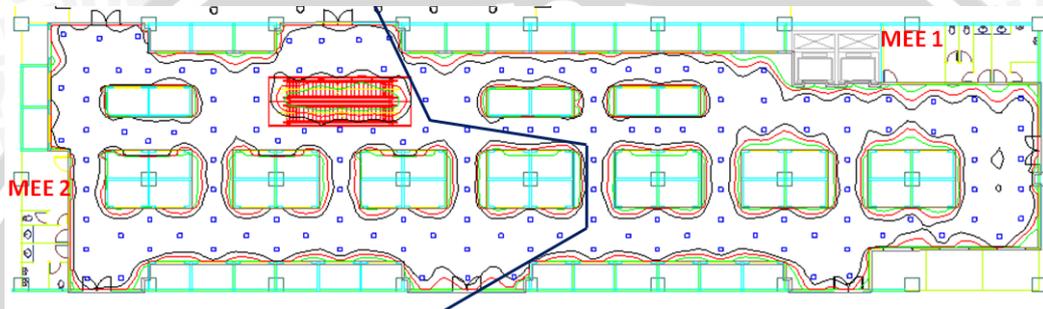
$$St = \frac{n \times P}{\cos \varphi}$$

$$St = \frac{2 \times 140 \times 18}{0.9} = 5600 \text{ VA} \Rightarrow (\text{diasumsikan } \cos \varphi = 0.9)$$

Daya pencahayaan per meter persegi

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

$$\left(\frac{P}{A}\right) = \frac{5600 \times 0.9}{830} = 6,07 \text{ watt/m}^2$$



Gambar 4. 2 Posisi titik lampu lantai 1 dan intensitas penerangan di atas bidang kerja dan pembagian *control panel*

Sumber: Hasil rancangan (2014)

Gambar diatas adalah gambar penentuan titik lampu menggunakan software DIALux system penerangan merata sebesar 250 lux yang ditunjukkan oleh garis yang berwarna hitam. Jadi jumlah lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini sebanyak 2 x 140 lampu 18 watt dan 140 armatur dengan besar daya per m^2 sebesar 6,07 watt. Besar daya ini masih dibawah daya listrik maksimal yang diijinkan untuk swalayan atau mall yaitu sebesar 20 $watt/m^2$.

Pada lantai 1 terdapat beberapa ruang. Untuk perhitungan penerangan pada ruangan yang lainnya dimasukan pada tabel 4.1, sedangkan lantai 2-15 dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 4. 1 Tabel perhitungan penentuan jumlah lampu pada lantai 1

| fungsi ruang | E lux | p m | l m | A m ² | k | F lumen | kp | $F\ total$ lumen | n lampu |
|-------------------|----------|----------|----------|-----------------------|------|--------------|------|---------------------|--------------|
| stand pasar 3 x 4 | 250 | 3.85 | 2.85 | 10.55 | 0.72 | 1100 | 0.42 | 7810.529 | 7.1 |
| stand pasar 2 x 3 | 250 | 2.85 | 1.85 | 5.273 | 0.51 | 1100 | 0.32 | 5070.391 | 4.61 |
| MEE 1 | 250 | 4.3 | 4 | 16.78 | 0.92 | 1100 | 0.53 | 9903.302 | 9 |
| Toilet | 150 | 4 | 3.17 | 12.68 | 0.8 | 1100 | 0.46 | 5160.91 | 4.69 |
| MEE 2 | 250 | 4.2 | 3.2 | 13.02 | 0.8 | 1100 | 0.46 | 8846.496 | 8.04 |
| gudang | 100 | 4.35 | 4.35 | 18.74 | 0.98 | 1100 | 0.52 | 4481.465 | 4.07 |
| halaman kafetaria | 100 | 33 | 4.3 | 141.9 | 1.73 | 1100 | 0.66 | 26723.03 | 24.3 |
| caffetaria | 200 | 6.88 | 3.5 | 24.08 | 1.05 | 1100 | 0.54 | 11073.94 | 10.1 |
| halaman stand | 250 | 72 | 11.54 | 830.9 | 4.52 | 2400 | 0.77 | 337025.2 | 140 |

Sumber: hasil perhitungan

Stand dengan ukuran 3 m x 4 m sebanyak 3 stand dengan jumlah lampu per stand 7 buah lampu 18 watt. Jadi daya yang dibutuhkan pada masing-masing stand untuk penerangan ini sebesar 126 watt.

Perhitungan daya terpakai (St)

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

$$St = \frac{7 \times 18}{0.9} = 140 \text{ VA} \Rightarrow (\text{diasumsikan } \cos \varphi = 0.9)$$

stand dengan ukuran 2 m x 3 m sebanyak 61 stand dengan jumlah lampu per stand 5 buah lampu 18 watt. Jadi daya yang dibutuhkan pada stand masing-masing stand ukuran 2m x 3m sebesar 90 watt atau 100 VA.

Ruang MEE 1 (*mechanical and electrical equipment*) pada lantai 1 ada 2 ruang. Yang mana MEE 1 (seperti penjelasan pada gambar) berukuran 4.3m x 4m digunakan sebagai tempat SDP untuk mengatur suplai daya pada stand-stand sebelah kanan garis warna biru (garis pada Gambar 4. 2), sedangkan MEE 2 sebelah kiri. MEE tersebut membutuhkan intensitas penerangan rata-rata sebesar 250 lux, sehingga MEE 1 dengan luas ruangan tersebut dibutuhkan jumlah lampu sebanyak 9 lampu 18 watt. Jadi total daya untuk penerangan pada MEE 1 sebesar 162 watt atau 180 VA. Sedangkan untuk MEE 2 sebanyak 8 lampu 18 watt dengan total daya 144 watt atau 160 VA.

Intensitas penerangan rata-rata (E) pada toilet untuk standardnya yaitu 250 lux, tapi pada toilet ini untuk nilai E diambil 150 lux karena jika menggunakan

250 lux maka daya per m^2 melebihi batas standard. Yang mana standardnya 15 $watt/m^2$. Pada lantai 1 ada 4 toilet, masing-masing toilet memerlukan 5 lampu 18 watt. Dengan total daya untuk penerangan ini sebesar 90 watt atau 100 VA.

Gudang penyimpanan barang dibutuhkan lampu 18 watt sebanyak 4 buah. Dengan total daya 72 watt atau 80 VA.

Pada halaman caffetaria $141,9 m^2$ intensitas penerangan diambil sebesar 100 lux sehingga dibutuhkan lampu 18 watt sejumlah 24 lampu dengan total daya yang dibutuhkan 432 watt atau 480 VA.

Caffetaria dengan luas $24 m^2$, intensitas penerangannya sebesar 200 lux sehingga membutuhkan 10 lampu 18 watt dengan total daya 180 watt atau 200 VA.

Sedangkan untuk penerangan pada halaman stand menggunakan intensitas penerangan sebesar 250 lux, nilai ini diambil dengan tujuan agar tidak terjadi perbedaan antara stand dan halamannya. Sehingga halaman stand lantai 1 dibutuhkan lampu PL-L 2 x 18 watt (dalam 1 armatur) sebanyak 140 armatur dengan total daya 5040 watt atau 5600 VA. Instalasi pada halaman stand ini memerlukan aliran listrik dengan gangguan sekecil mungkin agar tidak terjadi kepanikan saat terjadi pemadaman, harus dihubungkan dengan lebih dari satu rangkaian akhir dan sedapat mungkin dengan fasa yang berbeda (P. Van Harten). Untuk itu, penerangan ini disuplai dengan tegangan 3 fasa.

4.3. Perhitungan Kapasitas AC

Pada perancangan ini, pehitungan AC hanya ditekankan pada Apartemen dan unit standard saja. Untuk AC yang akan digunakan yaitu AC split yang merupakan salah satu AC yang banyak digunakan pada hunian yang memiliki daya listrik yang tidak terlalu besar oleh sebab itu perlu perhitungan yang tepat agar tercapai efisiensi dalam pemakaian AC, karena kapasitas AC yang terlalu kecil akan mengakibatkan ruangan kurang dingin dan AC bekerja terlalu berat. Selain itu jika pemakaian AC terlalu besar maka akan mengakibatkan konsumsi daya listrik yang terlalu besar.

Perhitungan kapasitas AC pada kamar utama Apartemen tipe A

$$P = \frac{p \times l \times t}{3} \times 500$$

$$P = \frac{4,35 \times 2,5 \times 3}{3} \times 500$$

$$= 5437.5 \text{ Btu/H setara } 0,6 \text{ pk}$$

Karena AC yang digunakan harus lebih besar dari perhitungan maka dipilih AC $\frac{3}{4}$ pk pada kamar utama Apartemen tipe A. Tabel 4.2 adalah tabel perhitungan untuk ruangan-ruangan yang ada pada Apartemen.

Tabel 4. 2 Perhitungan kapasitas AC pada Apartemen

| Fungsi ruang | <i>p</i> m | <i>l</i> m | <i>t</i> m | <i>P</i> Btu/H | <i>P</i> pk | <i>P</i> AC yang digunakan |
|------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|----------------|-------------------------------|
| Apartemen tipe A | | | | | | |
| kamar utama | 4.3 | 2.5 | 3 | 5375 | 0.6 | 3/4 pk |
| kamar kecil | 4.35 | 2.28 | 3 | 4959 | 0.55 | 1/2 pk |
| ruang serbaguna | 4.35 | 3.81 | 3 | 8286.75 | 0.92 | 1 pk |
| Apartemen tipe B | | | | | | |
| kamar utama | 4.35 | 3.75 | 3 | 8156.25 | 0.9 | 1 pk |
| standard tipe B | | | | | | |
| kamar utama | 4.35 | 3.49 | 3 | 7590.75 | 0.84 | 1 pk |
| refleksi | 8.835 | 7.7 | 3 | 34014.8 | 3.78 | 3 x 1.5 pk |
| SPA | 8.66 | 6.35 | 3 | 27495.5 | 3.06 | 3 x 1 pk |

Sumber: hasil perhitungan

System pendinginan yang digunakan adalah system pendinginan merata.

Berikut adalah konversi kapasitas AC (pk menjadi watt).

$$1 \text{ Hp} = 1,014 \text{ pk}$$

$$1 \text{ pk} = 736 \text{ watt}$$

Daya yang dibutuhkan pada Apartemen tipe A/unit standard tipe A untuk menyuplai AC yaitu sebesar

$$\frac{3}{4} + \frac{1}{2} + 1 = 2 \frac{1}{4} \times 736 \text{ watt} = 1656 \text{ watt}$$

Daya yang dibutuhkan pada Apartemen tipe B atau unit standard tipe B untuk menyuplai AC besarnya sama yaitu sebesar

$$1 \text{ pk} = 736 \text{ watt}$$

Daya yang dibutuhkan untuk menyuplai AC pada ruang refleksi sebesar

$$3 \times 1,5 \times 736 \text{ watt} = 3312 \text{ watt}$$

Daya yang dibutuhkan untuk menyuplai AC pada ruang SPA sebesar

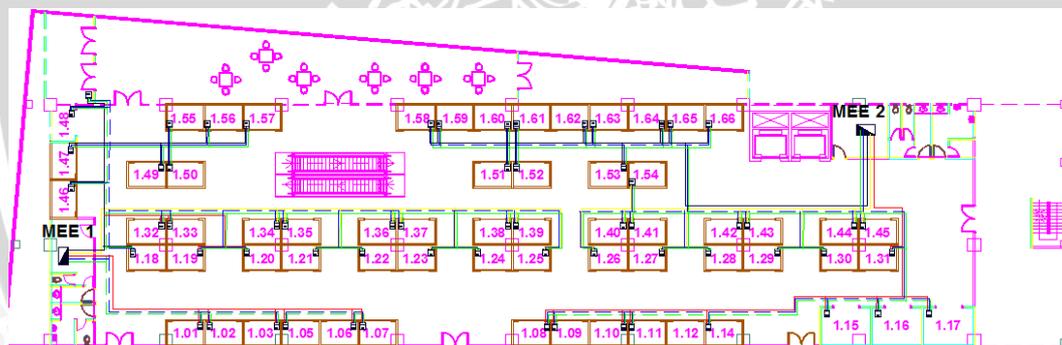
$$3 \times 1 \times 736 \text{ watt} = 2208 \text{ watt}$$

4.4. Spesifikasi Bangunan dan Pembagian Daya Tersambung

Spesifikasi gedung dimaksudkan untuk mengetahui spesifikasi beban yang akan dilayani dari setiap ruang yang terdapat dalam sebuah gedung. Dengan membuat table spesifikasi gedung 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 gedung tersebut.

a. Pembagian Daya Tersambung Pasar Modern

Pembagian grup beban pada stand Pasar Modern berdasarkan stand yang berdekatan, ini dilakukan agar mudah dalam pemasangan nantinya. Gambar 4.3 adalah digram pengawatan daya tersambung pada Pasar Modern lantai 1 yang terbagi menjadi 2 MEE dan untuk pembagian ruangnya ditunjukkan pada Tabel 4.3 untuk MEE 1 dan Tabel 4.4 untuk MEE 2.



Gambar 4. 3 Pembagian daya tersambung pada lantai 1

Sumber: Hasil rancangan (2014)

Masing-masing stand mempunyai kWh meter sendiri-sendiri untuk menyuplai daya yang ada pada stand tersebut. Besar daya tersambung pada stand tersebut berdasarkan besar ruang dan fungsinya. Untuk stand dengan ukuran 3 x 4 dipasang kWh meter dengan kapasitas daya 1300 VA dan stand dengan ukuran 2 x 3 dipasang kWh meter dengan kapasitas 900 VA. Setiap keluaran dari kWh meter dibagi menjadi 2 grup beban, yaitu beban penerangan dan stop kontak. Untuk diagram pengawatan lantai 2,3 dan 4 dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi daya tersambung lantai 1 pada MEE 1

| No | Fasa R | | Fasa s | | Fasa T | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| | No. stand | Daya (VA) | No. stand | Daya (VA) | No. stand | Daya (VA) |
| 1 | 1.01 | 900 | 1,20 | 900 | 1.46 | 900 |
| 2 | 1.02 | 900 | 1.21 | 900 | 1.47 | 900 |
| 3 | 1.03 | 900 | 1.22 | 900 | 1.48 | 900 |
| 4 | 1.05 | 900 | 1.23 | 900 | 1.49 | 900 |
| 5 | 1.06 | 900 | 1.24 | 900 | 1,50 | 900 |
| 6 | 1.07 | 900 | 1.25 | 900 | 1.55 | 900 |
| 7 | 1.18 | 900 | 1.34 | 900 | 1.56 | 900 |
| 8 | 1.19 | 900 | 1.35 | 900 | 1.57 | 900 |
| 9 | 1.32 | 900 | 1.36 | 900 | coffeteria | 2200 |
| 10 | 1.33 | 900 | 1.37 | 900 | | |
| 11 | 1.38 | 900 | 1.39 | 900 | | |
| total | | 9900 | | 9900 | | 9400 |

Sumber: Hasil perhitungan (2014)

Tabel 4. 4 Rekapitulasi daya tersambung lantai 1 pada MEE 2

| No. | Fasa R | | Fasa S | | Fasa T | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | no. stand | Daya (VA) | no. stand | Daya (VA) | no. stand | Daya (VA) |
| 1 | 1.08 | 900 | 1.26 | 900 | 1.51 | 900 |
| 2 | 1.09 | 900 | 1.27 | 900 | 1.52 | 900 |
| 3 | 1,10 | 900 | 1.28 | 900 | 1.53 | 900 |
| 4 | 1.11 | 900 | 1.29 | 900 | 1.54 | 900 |
| 5 | 1.12 | 900 | 1,30 | 900 | 1.58 | 900 |
| 6 | 1.14 | 900 | 1.31 | 900 | 1.59 | 900 |
| 7 | 1.15 | 1300 | 1,40 | 900 | 1,60 | 900 |
| 8 | 1.16 | 1300 | 1.41 | 900 | 1.61 | 900 |
| 9 | 1.17 | 1300 | 1.42 | 900 | 1.62 | 900 |
| 10 | 1.66 | 900 | 1.43 | 900 | 1.63 | 900 |
| 11 | | | 1.44 | 900 | 1.64 | 900 |
| 12 | | | 1.45 | 900 | 1.65 | 900 |
| total | | 10200 | | 10800 | | 10800 |

Sumber: Hasil perhitungan (2014)

Pada Tabel 4.1 terdapat 30 stand ukuran 2 m x 3 m pada lantai 1 dengan masing-masing stand terdapat kWh meter berkapasitas 900 VA dan 1 cafetaria dengan kapasitas 2200 VA yang disuplai dari MEE 1. Total daya tersambung pada fasa R sebesar 9900 VA, fasa S sebesar 9900 VA dan fasa T sebesar 9400

VA. Jadi total daya tersambung yang dibutuhkan pada MEE 1 lantai 1 yaitu sebesar 28200 VA.

Sedangkan pada Tabel 4.2 MEE 2 menyuplai 31 stand ukuran 2 m x 3 m dengan masing-masing stand berkapasitas 900 VA dan 3 stand berukuran 3 m x 4 m dengan kapasitas sebesar 1300 VA. Total daya tersambung pada fasa R sebesar 10200 VA, fasa S sebesar 10800 VA dan fasa T sebesar 10800 VA. Jadi total daya tersambung yang dibutuhkan pada MEE 2 lantai 1 yaitu sebesar 31800 VA. Untuk lantai 2, 3 dan 4 (Lampiran 2) hampir sama dengan lantai 1. Namun yang membedakan yaitu total daya tersambung pada masing-masing lantai besarnya berbeda-beda.

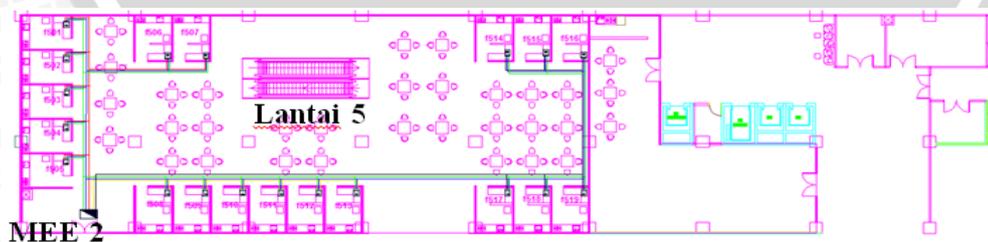
Tabel 4. 5 Total daya tersambung MEE 1 dan MEE 2 pada lantai 1 sampai 4

| Lantai | MEE 1 | | | MEE 2 | | |
|--------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Fasa R (VA) | Fas S (VA) | Fasa T (VA) | Fasa R (VA) | Fasa S (VA) | Fasa T (VA) |
| 1 | 9900 | 9900 | 9400 | 10200 | 10800 | 10800 |
| 2 | 9900 | 10800 | 10600 | 9900 | 9000 | 9300 |
| 3 | 9900 | 9900 | 9400 | 8400 | 8400 | 8900 |
| 4 | 6300 | 5200 | 6300 | 7200 | 8100 | 7200 |
| total | 36000 | 35800 | 35700 | 35700 | 36300 | 36200 |

Sumber: Hasil perhitungan (2014)

Jadi daya yang dibutuhkan untuk menyuplai kWh meter pada MEE 1 lantai 1 sampai 4 sebesar 107500 VA dan untuk MEE 2 sebesar 108200 VA.

Untuk lantai 5 terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian sebelah kiri (gambar 4.3) digunakan untuk food court dan bagian sebelah kanan digunakan sebagai tempat receptionist dan pintu masuk Apartemen. Ruang panel pada food court ini ikut ruang panel (MEE) Condotel.



Gambar 4. 4 Lantai 5 diperuntukan untuk foodcourt dan reseptionist Apartemen

Sumber: Hasil rancangan (2014)

Tabel 4. 6 Rekapitulasi daya tersambung lantai 5

| No | Fasa R | | Fasa s | | Fasa T | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | No. stand | Daya (VA) | No. stand | Daya (VA) | No. stand | Daya (VA) |
| 1 | F501 | 1300 | F508 | 1300 | F514 | 1300 |
| 2 | F502 | 1300 | F509 | 1300 | F515 | 1300 |
| 3 | F503 | 1300 | F510 | 1300 | F516 | 1300 |
| 4 | F504 | 1300 | F511 | 1300 | F517 | 1300 |
| 5 | F505 | 1300 | F512 | 1300 | F518 | 1300 |
| 6 | F506 | 1300 | F513 | 1300 | F519 | 1300 |
| 7 | F507 | 1300 | | | | |
| total | | 9100 | | 7800 | | 7800 |

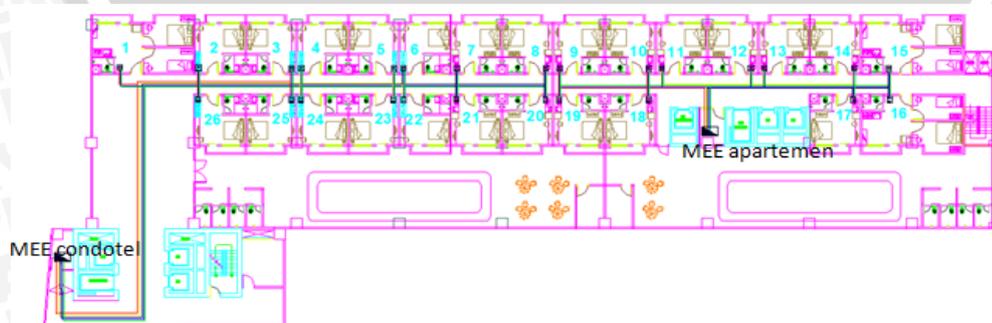
Sumber: Hasil perhitungan (2014)

Ada 19 stand makanan dengan kapasitas daya per stand sebesar 1300 VA. Jadi total dayanya sebesar 24700 VA yang disuplai dari MEE Condotel.

b. Pembagian Daya Tersambung pada Apartemen

Gedung ini terdapat 9 lantai yang digunakan untuk Apartemen yaitu pada lantai 6-14 dan lantai 15 diperuntukan sebagai penthouse dan ruang refleksi dan SPA. Lantai 6 hampir sama dengan lantai 7-14, sehingga pada perhitungan ini diambil sampel 1 dan yang lainnya dapat dilihat pada tabel lampiran.

Terdapat 4 tipe pada blok Apartemen ini. Apartemen tipe A, Apartemen tipe B, unit standard Tipe A dan Unitstandard tipe B. Besar kapasitas daya pada ruangan ini terbagi menjadi 2, yang mana Apartemen tipe A dan unit standard tipe A sebesar 2200 VA dan Apartemen tipe B dan unit standart tipe B sebesar 1300 VA (lampiran brosur). Pembagian daya tersambung pada Apartemen terlihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Pembagian daya tersambung pada lantai 6

Sumber: Hasil rancangan (2014)

Tabel 4. 7 Pembagian daya tersambung Apartemen lantai 6 untuk MEE Condotel

| No | Fasa R | | Fasa S | | Fasa T | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | No. ruang | daya (VA) | No. ruang | daya (VA) | No. ruang | daya (VA) |
| 1 | 1 | 2200 | 4 | 1300 | 7 | 1300 |
| 2 | 2 | 1300 | 5 | 1300 | 8 | 1300 |
| 3 | 3 | 1300 | 6 | 1300 | 20 | 1300 |
| 4 | 25 | 1300 | 23 | 1300 | 21 | 1300 |
| 5 | 26 | 1300 | 24 | 1300 | 22 | 1300 |
| total | | 7400 | | 6500 | | 6500 |

Sumber: Hasil perhitungan (2014)

Tabel 4. 8 Pembagian daya tersambung Apartemen lantai 6 untuk MEE Apartemen

| No | Fasa R | | Fasa S | | Fasa T | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | No. ruang | daya (VA) | No. ruang | daya (VA) | No. ruang | daya (VA) |
| 1 | 9 | 1300 | 11 | 1300 | 15 | 1300 |
| 2 | 10 | 1300 | 12 | 1300 | 16 | 2200 |
| 3 | 18 | 1300 | 13 | 1300 | 17 | 2200 |
| 4 | 19 | 1300 | 14 | 1300 | | |
| Total | | 5200 | | 5200 | | 5700 |

Sumber: Hasil perhitungan (2014)

Untuk mendapatkan beban yang seimbang maka dibagi menjadi 3 bagian. Lantai 6, 7 dan 8 pembagian daya tersambunganya sama dengan yang ada pada tabel. Lantai 9, 10 dan 11 hampir sama dengan tabel, tapi fasa R digunakan untuk menyuplai ruang fasa S, fasa S digunakan untuk menyuplai ruang fasa T dan fasa T digunakan untuk menyuplai ruang fasa R. Sedangkan lantai 12, 13 dan 14 hampir sama dengan tabel 4.5 dan 4.6 tapi yang membedakan fasa R digunakan untuk menyuplai ruang fasa T, fasa S digunakan untuk menyuplai ruang fasa R dan fasa T digunakan untuk menyuplai pada fasa S. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 4. 9 Total daya tersambung pada MEE Condotel

| Lantai | Fasa R | Fasa S | Fasa T |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| | Daya (VA) | Daya (VA) | Daya (VA) |
| 6 | 7400 | 6500 | 6500 |
| 7 | 7400 | 6500 | 6500 |
| 8 | 7400 | 6500 | 6500 |
| 9 | 6500 | 7400 | 6500 |
| 10 | 6500 | 7400 | 6500 |
| 11 | 6500 | 7400 | 6500 |
| 12 | 6500 | 6500 | 7400 |
| 13 | 6500 | 6500 | 7400 |
| 14 | 6500 | 6500 | 7400 |
| Total | 61200 | 61200 | 61200 |

Sumber: Hasil perhitungan (2014)

Tabel 4. 10 Total daya tersambung pada MEE Apartemen

| Lantai | Fasa R | Fasa S | Fasa T |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| | Daya (VA) | Daya (VA) | Daya (VA) |
| 6 | 5200 | 5200 | 5700 |
| 7 | 5200 | 5200 | 5700 |
| 8 | 5200 | 5200 | 5700 |
| 9 | 5200 | 5700 | 5200 |
| 10 | 5200 | 5700 | 5200 |
| 11 | 5200 | 5700 | 5200 |
| 12 | 5700 | 5200 | 5200 |
| 13 | 5700 | 5200 | 5200 |
| 14 | 5700 | 5200 | 5200 |
| Total | 48300 | 48300 | 48300 |

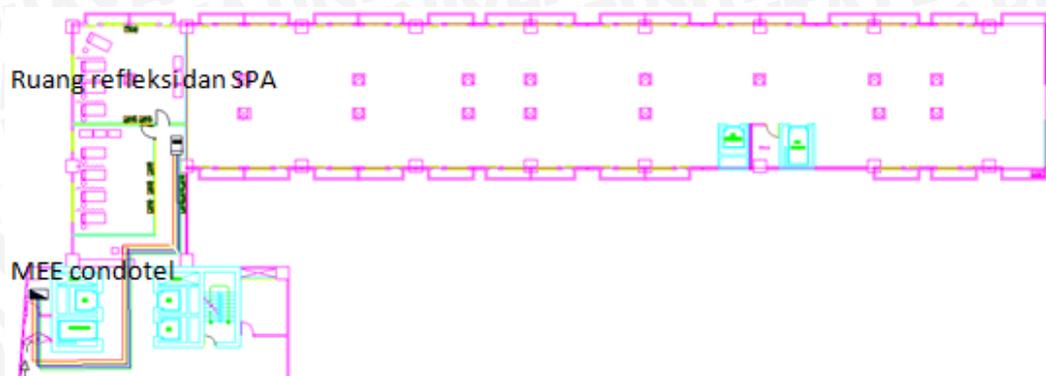
Sumber: Hasil perhitungan (2014)

Total daya tersambung yang dibutuhkan untuk menyuplai Apartemen sebesar 328500 VA yang diambil dari MEE Condotel sebesar 183600 VA dan MEE Apartemen 144900.

c. Pembagian daya tersambung pada lantai 15

Lantai 15 diperuntukan untuk penthouse, ruang refleksi dan SPA saja, sehingga pada lantai ini hanya ruang refleksi dan SPA yang terpasang kWh meter. Ruangan dengan luas 162 m^2 terbagi menjadi 3 bagian yaitu ruang refleksi 68 m^2 , ruang SPA 51 m^2 dan sisanya adalah koridor. Pada ruangan ini

membutuhkan kapasitas daya yang besar sehingga dipasang kWh meter 3 fasa dengan kapasitas 6600 VA. Gambar 4.4 adalah gambar ruang refleksi dan SPA.



Gambar 4. 6 Lay out lantai 15 dan pembagian daya tersambung

Sumber: Hasil perhitungan (2014)

Daya tersebut dibagi menjadi 3 grup beban. Beban penerangan, stop kontak dan AC.

4.5. Pembagian Daya Terpasang

Daya terpasang yang dimaksud adalah daya terpasang yang digunakan untuk penerangan yang tidak terhubung oleh kWh meter pada stand-stand ataupun ruangan Apartemen. Berikut adalah tabel perhitungan daya terpasang yang ditunjukkan oleh tabel 4.7 – 4.10. untuk setiap ruangan MEE dipasang 2 stop kontak dengan kapasitas 200 VA per stop kontak.

Tabel 4. 11 Pembagian beban penerangan pada lantai 1

| nama ruang | jumlah lampu | daya lampu | MEE 1 | | MEE 2 | |
|--------------------|--------------|------------|----------|--------|----------|--------|
| | | | P (watt) | S (VA) | P (watt) | S (VA) |
| MEE 1 | 9 | 18 | 162 | 180 | | |
| toilet 1 | 10 | 18 | 180 | 200 | | |
| tangga dan teras | 6 | 18 | 108 | 120 | | |
| halaman stand | 70 | 36 | 2520 | 2800 | | |
| MEE 2 | 8 | 18 | | | 144 | 160 |
| toilet 2 | 9 | 18 | | | 162 | 180 |
| halaman coffetaria | 24 | 18 | | | 432 | 480 |
| smoking area | 6 | 18 | | | 108 | 120 |
| halaman stand | 70 | 36 | | | 2520 | 2800 |
| Total | | | 2970 | 3300 | 3366 | 3740 |

Sumber: hasil perhitungan

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa daya terpasang untuk penerangan lantai 1-3 yang disuplai dari MEE 1 sebesar $3 \times 3300 = 9900$ VA, sedangkan MEE 2 sebesar $3 \times 3740 = 11220$ VA. Selain itu, pada lantai 3 diperuntukan untuk pameran, jadi dialokasikan 3 stop kontak dengan kapasitas 1100 VA untuk 1 stop kontak yang disuplai dari MEE 1. Jadi total dayanya sebesar:

$$\text{MEE 1: } 9900 \text{ VA} + (3 \times 2 \times 250 \text{ VA}) + (3 \times 1100 \text{ VA}) = 14700 \text{ VA}$$

$$\text{MEE 2: } 11220 \text{ VA} + (3 \times 2 \times 250 \text{ VA}) = 12720 \text{ VA}$$

Tabel 4. 12 Pembagian beban penerangan pada lantai 4

| nama ruang | jumlah lampu | daya lampu | MEE 1 | | MEE 2 | |
|------------------|--------------|------------|----------|--------|----------|--------|
| | | | P (watt) | S (VA) | P (watt) | S (VA) |
| MEE 1 | 9 | 18 | 162 | 180 | | |
| toilet 1 | 10 | 18 | 180 | 200 | | |
| tangga dan teras | 6 | 18 | 108 | 120 | | |
| halaman stand | 70 | 36 | 2520 | 2800 | | |
| MEE 2 | 8 | 18 | | | 144 | 160 |
| toilet 2 | 9 | 18 | | | 162 | 180 |
| halaman stand | 70 | 36 | | | 2520 | 2800 |
| Total | | | | | 2970 | 3300 |

Sumber: hasil perhitungan

Dari tabel 4.10 dapat diketahui bahwa daya terpasang untuk penerangan lantai 4 yang disuplai dari MEE 1 sebesar 3300 VA, sedangkan MEE 2 sebesar 3140 VA. Pada lantai 4 juga digunakan sebagai pameran maka dialokasikan juga 3 stop kontak dengan kapasitas 1100 VA per stop kontak. Jadi total dayanya sebesar:

$$\text{MEE 1: } 3300 \text{ VA} + (2 \times 250 \text{ VA}) = 3800 \text{ VA}$$

$$\text{MEE 2: } 3140 \text{ VA} + (2 \times 250 \text{ VA}) = 3640 \text{ VA}$$

Tabel 4. 13 Pembagian beban penerangan pada lantai 5

| nama ruang | jumlah | daya | MEE | Apartemen |
|------------------------|--------|-------|----------|-----------|
| | lampu | lampu | P (watt) | S (VA) |
| meeting room | 21 | 36 | 756 | 840 |
| | 16 | 18 | 288 | 320 |
| gathering room | 12 | 36 | 432 | 480 |
| lobby dan reseptionist | 38 | 18 | 684 | 760 |
| security | 2 | 18 | 36 | 40 |
| MEE outdoor | 8 | 36 | 288 | 320 |
| penyimpanan gas | 8 | 18 | 144 | 160 |
| tangga | 6 | 18 | 108 | 120 |
| Total | | | 2736 | 3040 |

Sumber: hasil perhitungan

Daya terpasang untuk penerangan lantai 5 yaitu sebesar 3040 VA ditambah dengan 500 VA yang di suplai dari MEE Apartemen dan $98 \times 36 \text{ watt} = 3528 \text{ watt} = 3920 \text{ VA}$ yang disuplai dari MEE Condotel.

Tabel 4. 14 Pembagian beban penerangan pada lantai 6-14

| nama ruang | jumlah | daya | MEE | Condotel | MEE | Apartemen |
|---------------|--------|-------|----------|----------|----------|-----------|
| | lampu | lampu | P (watt) | S (VA) | P (watt) | S (VA) |
| koridor kiri | 32 | 18 | 576 | 640 | | |
| koridor kanan | 9 | 18 | | | 162 | 180 |
| tangga | 2 | 24 | | | 48 | 53.333333 |
| MEE Apartemen | 6 | 18 | | | 108 | 120 |
| Total | | | 576 | 640 | 318 | 353.33333 |

Sumber: hasil perhitungan

Dari tabel diatas didapatkan bahwa daya terpasang yang dibutuhkan untuk penerangan yang disuplai dari MEE Apartemen sebesar 353 VA dan 640 VA dari MEE Condotel. Karena kebutuhan akan penerangan pada lantai 6-14 sama, maka daya terpasang untuk penerangan sebesar $9 \times 353 = 3177 \text{ VA}$ ditambah daya untuk stop kontak sebesar $500 \text{ VA} \times 9$ yaitu sebesar 4500 VA jadi total dayanya sebesar 7677 VA yang disupai dari MEE Apartemen. Serta $9 \times 640 = 5760 \text{ VA}$ yang disuplai dari MEE Condotel.

4.6. Penempatan Titik Saklar dan Penerangan

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

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

Spesifikasi teknis dari saklar yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Rating tegangan 500 V
2. Rating arus minima 10 A
3. Tipe pemasangan, dipasang pada dinding (recessed) dan menggunakan doss dengan ketinggian 120 cm di atas 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 pada lampiran.

4.6.1. Tata Letak Stop Kontak

Stop kontak yang digunakan harus memenuhi standard 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 200VA per fasa untuk kotak kontak dengan kemampuan setinggi-tingginya 16 A atau 16 A per fasa.

Stop kontak ditempatkan didekat ujung dinding, hal ini dimaksudkan untuk menghindari terhalang karena penempatan mebel atau lemari. Stop kontak pada Apartemen dipasang 30 cm di atas lantai dengan dilengkapi penutup atau 30 cm di atas landasan bidang kerja meja. Pemasangan k kontak harus dipasang sedemikian rupa sehingga ketika dihubungkan tidak mungkin terjadi sentuhan tak sengaja dengan bagian aktif.

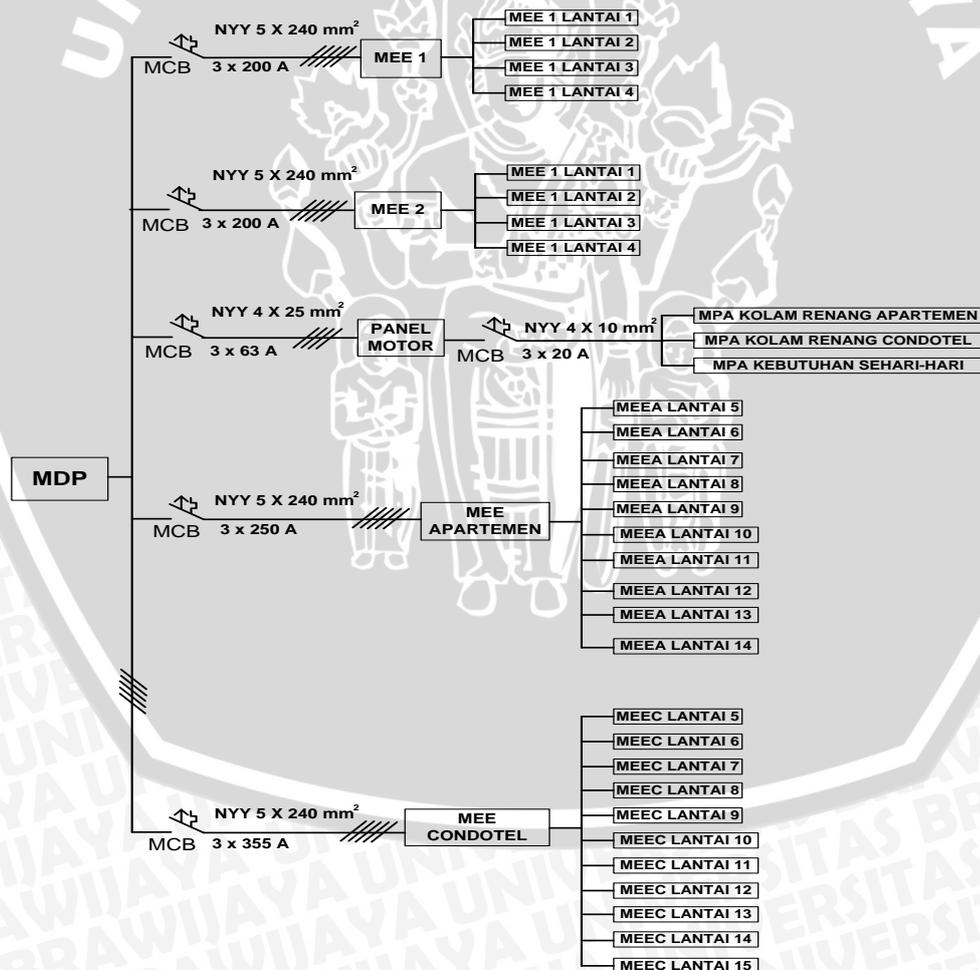
Pemasangan tata letak stop kontak harus sesuai dengan gambar perancangan, untuk tata letak stop kontak dapat dilihat pada layout instalasi listrik.

4.6.2. Pembagian Kelompok Beban

Suplai energy listrik gedung ini menggunakan system 3 fasa dengan tegangan suplai 220/380 V, sehingga perlu dilakukan pembagian kelompok beban, hal ini bertujuan untuk:

Menjaga keseimbangan beban pada tiap fasa, melokalisir gangguan yang timbul dengan tidak mempengaruhi kerja system secara keseluruhan dan mempermudah dalam pemasangan, pemeriksaan, pengoperasian dan perbaikan.

Jika ada gangguan pada satu kelompok, maka kelompok lain tetap tidak akan terpengaruh gangguan tersebut. Pada gedung ini untuk pembagian beban dibagi dalam 4 MEE. MEE 1 dan MEE 2 untuk menyuplai daya pada lantai 1-4, sedangkan MEE Apartemen dan Condotel digunakan untuk menyuplai daya pada lantai 5- 15. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 pembagian MDP, SDP dan SSDP

Sumber: Hasil rancangan (2014)

Dengan penjelasan bahwa daya total yang dibutuhkan untuk menyuplai beban yang terhubung pada Blok Pasar Modern dan Apartemen sebesar 669490 VA yang dibagi menjadi 5 MEE. MEE Condotel sebesar 224580 VA, MEE Apartemen 156117 VA, MEE 1 sebesar 126000 VA, MEE 2 sebesar 124560 VA dan untuk motor sebesar 37333 VA.

4.7. Pemilihan Penghantar

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

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

Jangan menggunakan kabel polos, karena tidak memenuhi standard.

Spesifikasi kabel yang akan digunakan untuk instalasi listrik pada Blok Pasar Modern dan apartemen ini dapat dilihat pada lampiran.

4.7.1. 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 syarat PUIL 2000 7.1.1.1, sesuai dengan tujuan dan penggunaannya, serta telah diperiksa dan diuji menurut standard penghantar yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang.
- Penghantar harus diamankan dengan alat pengaman (pengaman lebur atau pemutus daya) yang harus membuka sirkit dalam waktu yang tepat bila timbul bahaya bahwa suhu penghantar akan menjadi terlalu tinggi.

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

Perhitungan untuk penghantar pada panel utama MEE Condotel

Untuk menentukan penghantar utama dari MDP ke MEE Condotel, maka terlebih dahulu kita harus mencari I_n .

dari data maka KHA terbesar ada pada MEE Condotel yaitu:

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

$$I_n = \frac{224580}{\sqrt{3} \times 380} = 341,21 \text{ A}$$

Arus nominal dari MDP adalah sebesar 341,21 A, dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$\text{KHA} = 1,25 \times 341,21 = 426,51 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYY 4 x 240 mm².

Sedangkan untuk menentukan luas penampang penghantar dari MEE Condotel ke lantai-lantai yaitu:

$$I_n = \frac{21040}{\sqrt{3} \times 380} = 31,97 \text{ A}$$

Arus nominal dari SDP (MEE Condotel) adalah sebesar 31,97 A. dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$\text{KHA} = 1,25 \times 31,97 = 39,96 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYAF 4 x 16 mm².

Perhitungan untuk penghantar pada panel utama MEE Apartemen

Untuk menentukan penghantar utama dari MDP ke MEE Apartemen, maka terlebih dahulu kita harus mencari I_n .

dari data maka KHA terbesar ada pada MEE Condotel yaitu:

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

$$I_n = \frac{156117}{\sqrt{3} \times 380} = 237,2 \text{ A}$$

Arus nominal dari MDP adalah sebesar 237,2 A. dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$\text{KHA} = 1,25 \times 237,2 = 296,5 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu NYY 4 x 150 mm².

Sedangkan untuk menentukan luas penampang penghantar dari MEE Apartemen ke lantai-lantai yaitu:

$$I_n = \frac{16953}{\sqrt{3 \times 380}} = 25,76 \text{ A}$$

Arus nominal dari SDP (MEE Apartemen) adalah sebesar 31,97 A. dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$\text{KHA} = 1,25 \times 25,76 = 32,2 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYAF 4 x 16 mm².

Perhitungan untuk penghantar pada panel utama MEE 1

Untuk menentukan penghantar utama dari MDP ke MEE 1, maka terlebih dahulu kita harus mencari I_n .

dari data maka KHA terbesar ada pada MEE Condotel yaitu:

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

$$I_n = \frac{126000}{\sqrt{3} \times 380} = 191,44 \text{ A}$$

Arus nominal dari MDP adalah sebesar 191,44 A. dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$\text{KHA} = 1,25 \times 191,44 = 239,3 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu NYY 4 x 95 mm²

Sedangkan untuk menentukan luas penampang penghantar dari MEE 1 ke lantai-lantai yaitu:

$$I_n = \frac{32500}{\sqrt{3} \times 380} = 49,38 \text{ A}$$

Arus nominal dari SDP (MEE 1) adalah sebesar 31,97 A, dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$KHA = 1,25 \times 49,38 = 61,72 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYAF 4 x 16 mm².

Perhitungan untuk penghantar pada panel utama MEE 2

Untuk menentukan penghantar utama dari MDP ke MEE 2, maka terlebih dahulu kita harus mencari I_n .

dari data maka KHA terbesar ada pada MEE Condotel yaitu:

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

$$I_n = \frac{124560}{\sqrt{3} \times 380} = 189,25 \text{ A}$$

Arus nominal dari MDP adalah sebesar 189,25 A. dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$KHA = 1,25 \times 189,25 = 236,56 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu NYY 4 x 95 mm²

Sedangkan untuk menentukan luas penampang penghantar dari MEE 1 ke lantai-lantai yaitu:

$$I_n = \frac{35540}{\sqrt{3} \times 380} = 54 \text{ A}$$

Arus nominal dari SDP (MEE 1) adalah sebesar 31,97 A, dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$KHA = 1,25 \times 54 = 67,5 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYAF 4 x 16 mm².

Untuk kabel penghantar yang menghubungkan antara SSDP (MEE tiap lantai) ke masing-masing kWh meter pada Apartemen, unit standard maupun stand-stand menggunakan kabel NYM 3 x 1 mm². Kabel tersebut dipilih untuk mendapatkan drop tegangan yang kecil. Sedangkan kabel yang menghubungkan antara kWh meter ke beban-beban seperti penerangan, ac maupun stop kontak menggunakan kabel NYM 2,5 mm².

Perhitungan untuk penghantar pada Panel Mesin Pompa Air

Untuk menentukan penghantar utama dari MDP ke panel mesin pompa air, maka terlebih dahulu kita harus mencari In. spesifikasi mesin pompa air yang digunakan yaitu:

Motor: Ms 7000

Seri pompa: Sp 55.10

Debit air (Q): $55\text{m}^3/\text{jam}$

Total head: 718,77 m

Pipa: 4"

Daya: 11,2 kW

3 fasa 380 volt 50 Hz $\cos\phi = 0,90$

Motor tersebut digunakan untuk menyuplai kebutuhan air 2 kolam renang dan 1 untuk kebutuhan sehari-hari. Dengan asumsi kebutuhan air perhari sebesar $44\text{m}^3/\text{jam}$ dan untuk 1 kolam renang sebesar $73\text{m}^2 \times 1,5\text{m}^2 = 109,5\text{m}^3$. Jadi menggunakan 3 motor pompa air.

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

$$I_n = \frac{3 \times 11200}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,90} = 56,7\text{ A}$$

Arus nominal dari SDP (MEE 1) adalah sebesar 31,97 A, dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$\text{KHA} = 1,25 \times 56,07 = 70,9\text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYY 4 x 25mm^2 . Sedangkan dari panel motor ke motor menggunakan kabel NYY 4 x 10mm^2 .

4.8. Perhitungan Drop tegangan

Dalam penyaluran tenaga listrik dari suatu sumber ke beban pada suatu instalasi, akan terjadi suatu perbedaan tegangan antara tegangan disisi sumber dan tegangan di sisi beban. Dimana tegangan pada sisi sumber lebih besar dari pada tegangan disisi beban. Hal ini disebabkan oleh adanya drop tegangan didalam system instalasinya. Susut tegangan antara terminal konsumen dan sembarang

titik dari instalasi tidak boleh melebihi 5 % dari tegangan pengenal pada terminal konsumen (PUIL 2000 4.2.3.1).

Persentase susut tegangan adalah 5% maka:

Untuk system 3 fasa

$$\Delta V = \frac{\Delta V_{toleransi}}{100\%} V_{l-l} = \frac{5\%}{100\%} 380 = 19V$$

Untuk system 1 fasa

$$\Delta V = \frac{\Delta V_{toleransi}}{100\%} V_{l-n} = \frac{5\%}{100\%} 220 = 11V$$

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

Diambil contoh perhitungan untuk jarak beban terjauh dari panel utama (MDP) ke beban terjauh pada masing-masing panel. Drop tegangan pada MDP ke SDP, dari SDP ke SSDP, SSDP ke kWh meter pada masing-masing lantai.

Drop tegangan pada SDP MEE Condotel.

dengan asumsi $\cos \varphi = 0,9$ kabel NYY 4 x 240 mm².

$$l = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km} \text{ (jarak dari panel utama ke panel MEE Condotel)}$$

$$I = 341,21 \text{ A}$$

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 0,117 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

$$= \sqrt{3} \times 341,21 \times 0,1 \times 0,117 = 6,915 \text{ volt}$$

Drop tegangan pada SSDP lantai 14 yang terhubung dengan MEE Condotel (SDP)

$$l = 31,5 \text{ m} = 0,0315 \text{ km} \text{ (jarak dari SDP ke SSDP)}$$

$$I = 31,97 \text{ A}$$

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 1,26 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

$$= \sqrt{3} \times 31,97 \times 0,0315 \times 1,26 = 2,19 \text{ volt}$$

Drop tegangan pada kWh meter pada unit standard tipe B yang terjauh dari SSDP MEE Condotel lantai 14.

$$l = 70 \text{ m} = 0,07 \text{ km} \text{ (jarak dari SDP ke SSDP)}$$

$$I = 6 \text{ A}$$

Dipilih kabel NYM 3 x 6 mm² sehingga didapatkan,

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 3,685 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= 6 \times 0,07 \times 3,685 = 1,55 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada SDP MEE Apartemen.

$$l = 35 \text{ m} = 0,035 \text{ km} \text{ (jarak dari panel utama ke panel MEE Apartemen)}$$

$$I = 237,2 \text{ A}$$

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 0,17 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 237,2 \times 0,035 \times 0,17 = 2,45 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada SSDP lantai 14 yang terhubung dengan SDP MEE Apartemen lantai 5

$$l = 31,5 \text{ m} = 0,0315 \text{ km} \text{ (jarak dari SDP ke SSDP)}$$

$$I = 25,76 \text{ A}$$

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 1,26 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 25,76 \times 0,0315 \times 1,26 = 1,77 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada kWh meter pada Apartemen tipe A yang terjauh dari SSDP MEE Apartemen lantai 14.

$$l = 16 \text{ m} = 0,016 \text{ km} \text{ (jarak dari SDP ke SSDP)}$$

$$I = 10 \text{ A}$$

Dipilih kabel NYM 3 x 6 mm² sehingga didapatkan,

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 3,685 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= 10 \times 0,016 \times 3,685 = 0,59 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada SDP MEE 1

$$l = 15 \text{ m} = 0,015 \text{ km} \text{ (dari panel utama ke panel MEE 1)}$$

$$I = 191,44 \text{ A}$$

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 0,245 \frac{\Omega}{km} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 191,44 \times 0,015 \times 0,245 = 0,129 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada SSDP lantai 4 yang terhubung dengan SDP MEE 1 lantai 1

$$l = 12 \text{ m} = 0,012 \text{ km} \text{ (jarak dari SDP ke SSDP)}$$

$$I = 49,38 \text{ A}$$

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 1,26 \frac{\Omega}{km} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 49,38 \times 0,012 \times 1,26 = 1,29 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada kWh meter pada stand yang terjauh dari SSDP MEE 1 lantai 4.

$$l = 40 \text{ m} = 0,04 \text{ km} \text{ (jarak dari SDP ke SSDP)}$$

$$I = 4 \text{ A}$$

Dipilih kabel NYM 3 x 4 mm² sehingga didapatkan,

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 5,516 \frac{\Omega}{km} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= 4 \times 0,04 \times 5,516 = 0,88 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada SDP MEE 2

$$l = 70 \text{ m} = 0,07 \text{ km} \text{ (dari panel utama ke panel MEE 2)}$$

$$I = 189,2 \text{ A}$$

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 0,17 \frac{\Omega}{km} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 189,2 \times 0,07 \times 0,17 = 3,9 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada SSDP lantai 4 yang terhubung dengan SDP MEE 2 lantai 1

$$l = 12 \text{ m} = 0,012 \text{ km} \text{ (jarak dari SDP ke SSDP)}$$

$$I = 54 \text{ A}$$

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 1,26 \frac{\Omega}{km} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 54 \times 0,012 \times 1,26 = 1,41 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada kWh meter pada stand yang terjauh dari SSDP MEE 2 lantai

4.

$$l = 38 \text{ m} = 0,038 \text{ km} \text{ (jarak dari SDP ke SSDP)}$$

$$I = 4 \text{ A}$$

Dipilih kabel NYM $3 \times 4 \text{ mm}^2$ sehingga didapatkan,

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 5,516 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= 4 \times 0,038 \times 5,516 = 0,84 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada panel motor

$$l = 40 \text{ m} = 0,040 \text{ km} \text{ (dari panel utama ke panel MEE 2)}$$

$$I = 56,7 \text{ A}$$

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 0,814 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 56,7 \times 0,04 \times 0,814 = 3,2 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan pada motor

$$l = 50 \text{ m} = 0,05 \text{ km} \text{ (jarak dari SDP ke SSDP)}$$

$$I = 18,9 \text{ A}$$

$$(R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) = 1,99 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran 2)}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times I \times l (R_w \cos \varphi + X_l \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 18,9 \times 0,05 \times 1,99 = 3,26 \text{ volt} \end{aligned}$$

Jadi drop tegangan pada motor sebesar 6,46 volt terhadap tegangan sumber 380 volt.

4.9. 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.

Setting pengaman pada setiap panel berdasarkan tabel standard PLN dibawah ini.

Tabel 4. 15 Standard langganan tegangan rendah 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 20 A | 147.000 VA | 3 x 225 A |
| 3900 VA | 3 x 6 A | 164.000 VA | 3 x 250 A |
| 6600 A | 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 20 A | 279.000 VA | 3 x 425 A |
| 165.000 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 |

Sumber: standar PLN

Setting pengaman pada SDP

Total daya tersambung dan terpasang pada MEE Condotel sebesar 224580 VA, maka dipilih setting pengaman (MCCB) → 3 fasa 355 A.

Total daya tersambung dan terpasang pada MEE Apartemen sebesar 156117 VA, maka dipilih setting pengaman (MCCB) → 3 fasa 250 A.

Total daya tersambung dan terpasang pada MEE 1 sebesar 126000 VA, maka dipilih setting pengaman (MCCB) → 3 fasa 200 A.

Total daya tersambung dan terpasang pada MEE 2 sebesar 124560 VA, maka dipilih setting pengaman (MCB) → 3 fasa 200 A.

Setting pengaman pada SSDP

Total daya tersambung dan terpasang pada SSDP MEE Condotel sebesar 21040 VA, maka dipilih setting pengaman (MCCB) → 3 fasa 35 A.

Total daya tersambung dan terpasang pada SSDP MEE Apartemen sebesar 16953 VA, maka dipilih setting pengaman (MCCB) → 3 fasa 35 A.

Total daya tersambung dan terpasang pada SSDP MEE 1 sebesar 32500 VA, maka dipilih setting pengaman (MCCB) → 3 fasa 50 A.

Total daya tersambung dan terpasang pada SSDP MEE 2 sebesar 35540 VA, maka dipilih setting pengaman (MCCB) → 3 fasa 63 A.

Pengaman pada panel motor menggunakan MCCB 3 x 63 A. sedangkan pada motor menggunakan 3 x 20 A.

Setting pengaman pada kWh meter

kWh meter dengan kapasitas 900 VA menggunakan MCB 1 fasa 4 A.

kWh meter dengan kapasitas 1300 VA menggunakan MCB 1 fasa 6 A.

kWh meter dengan kapasitas 2200 VA menggunakan MCB 1 fasa 10 A.

4.10. Faktor Keserempakan

Faktor keserempakan adalah daya total yang dihidupkan secara proporsional dalam sehari dibagi daya total yang dihidupkan secara terus menerus dalam sehari. Faktor keserempakan tergantung pada kebutuhan daya bangunan. Yang perlu dihindari adalah faktor keserempakan sama dengan 1, yang berarti beban hidup terus sepanjang hari.

Tahapan yang digunakan untuk menghitung faktor keserempakan adalah:

- Menghitung rekapitulasi beban yang dihidupkan secara proporsional dalam sehari
- Menghitung rekapitulasi beban yang dihidupkan terus dalam sehari

Sesuai dengan *Schneider Electric* tentang panduan keserempakan pada blok apartemen diambil nilai keserempakan sebesar 0,63. Sehingga daya tersambung yang dibutuhkan untuk pengajuan ke PLN yaitu sebesar.

$$0,63 \times 669490 \text{ VA} = 421778,7 \text{ VA}$$

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

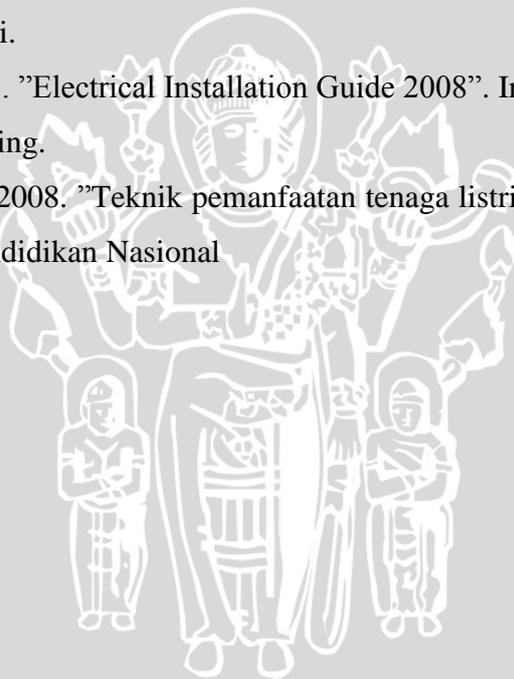
Dari perancangan yang dilakukan pada pembahasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa total daya yang dibutuhkan untuk menyuplai Blok Pasar Modern dan Apartemen gedung kawasan Pasar Terpadu Blimbing Malang sebesar 669490 VA yang dibagi menjadi 5 MEE. MEE Condotel sebesar 224580 VA, MEE Apartemen 156117 VA, MEE 1 sebesar 126000 VA, MEE 2 sebesar 124560 VA dan untuk motor sebesar 37333 VA. Dengan drop tegangan di kWh meter terjauh dari MDP yaitu sebesar 7,41 volt atau sebesar 3,37%.

5.2. Saran

Perlu dipasang genset untuk meningkatkan kehandalan system kelistrikan pada Pasar Modern dan Apartemen. Serta perlu dipasang kapasitor bank pada instalasi ini untuk mengurangi drop tegangan di beban terjauh.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. 2001. "Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung". Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- J. Van Zanten & J. Schotsman. 1993. "Instalasi, edisi ke lima". Jakarta: Erlangga.
- Pabla, A.S. 1994." Sistem Distribusi Daya Listrik", Ir. Abdul Hadi. Jakarta: Airlangga.
- Panitia PUIL, SNI 04-0225-2000. "persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000". Jakarta: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Phillips Lighting. 1997. "*Catalog*". Eindhoven. Philips.
- P. Van Harten, Ir. E. Setiawan. 2002. "Instalasi Listrik Arus Kuat 2". Jakarta: Trimitra Mandiri.
- Schneider Electric 2008. "Electrical Installation Guide 2008". Indonesia: customer Training.
- Sumardjati, Prih. Dkk. 2008. "Teknik pemanfaatan tenaga listrik jilid 1". Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional



LAMPIRAN

