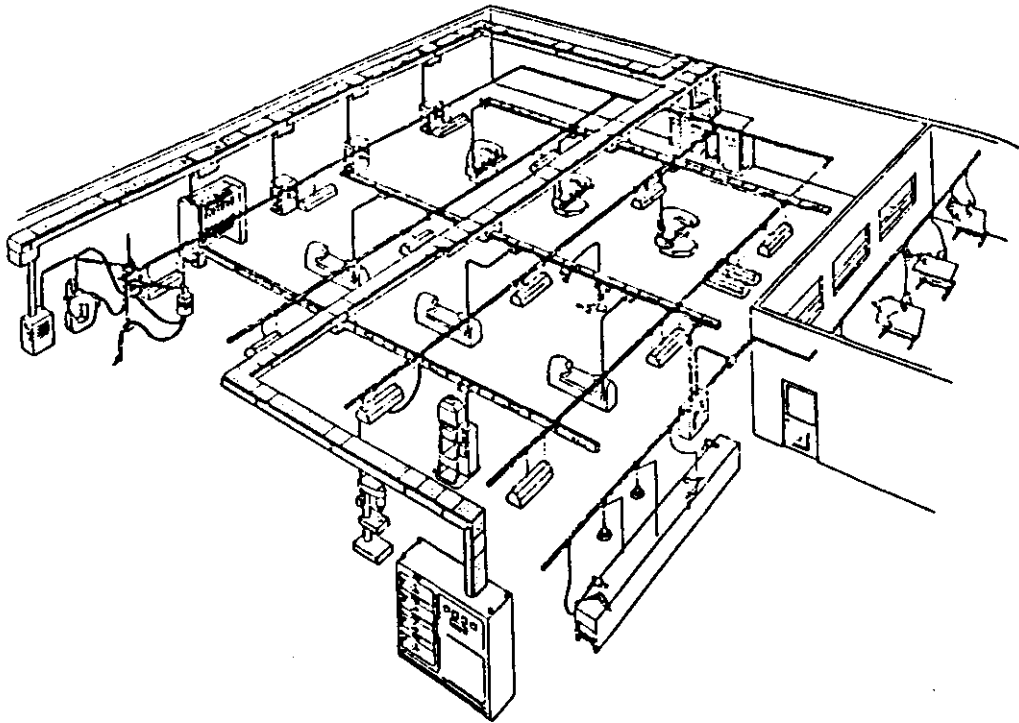


1440/80/91

PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN



oleh:
Drs. Aslimeri

DITERBITKAN OLEH PUSAT MEDIA FPTK
IKIP PADANG
1991

MILIK UPT PERPUSTAKAAN
IKIP. PADANG

KATA PENGANTAR

Akhir-akhir ini sudah banyak usaha penulisan dan pengadaan buku-buku teknik dalam Bahasa Indonesia. Namun untuk teknik Elektro, hal ini masih saja dirasakan keterbatasan-keterbatasan terutama dalam mengungkapkan topik atau materi yang betul-betul sesuai atau mengarah kepada pembahasan perencanaan instalasi penerangan.

Hal inilah yang mendorong penulis untuk menyusun buku ini agar dapat membantu siapa saja yang berminat untuk memperdalam tentang perencanaan instalasi penerangan.

Dalam buku ini dibahas mengenai sistim perencanaan instalasi penerangan untuk rumah dan gedung, instalasi penerangan untuk sarana olahraga, dan penerangan jalan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan-kekurangan baik dalam meteri maupun sistematika penulisannya. Untuk itu saran-saran dan kritik yang membangun guna perbaikan buku ini akan diterima dengan senang hati.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan buku ini.

Harapan penulis semoga buku ini ada mamfaatnya bagi semua pihak, terutama yang terlibat dalam bidang teknik elektro.

PENULIS.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I . PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN	1
A. Peraturan Instalasi Listrik	1
B. Menentukan Jumlah Titik Lampu	5
1. Penerangan langsung	5
2. Penerangan semi langsung	6
3. Penerangan tidak langsung	6
C. Menentukan Besar Kekuatan Lampu	7
D. Menentukan Efisiensi Penerangan	8
1. Indek ruangan	8
2. Faktor refleksi	8
3. Faktor penyusutan penerangan	9
E. Menentukan Kelompok Beban	9
BAB II PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN RUMAH DAN GEDUNG	10
A. Perencanaan Instalasi Penerangan Rumah	10
1. Menentukan jumlah titik lampu dan stopkontak	12
2. Menentukan besar kekuatan lampu	12
3. Menentukan meterial yang diperlukan	15
B. Perencanaan Instalasi Penerangan Perkantoran	18
1. Menentukan jumlah titik lampu	20
2. Menentukan daya terpasang	20
3. Menentukan meterial yang diperlukan	24
C. Perencanaan Instalasi Penerangan Sekolah	25
1. Studio gambar	26
2. Studio tari	28
D. Perencanaan Instalasi Penerangan Rumah Sakit	31

1. Ruang pasien	31
2. Ruang operasi	32
3. Contoh perencanaan	35
E. Perencanaan Penerangan Industri	37
1. Perencanaan	41
2. Menentukan material yang diperlukan	44 ✓

BAB III. PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN SARANA

OLAHRAGA	46
A. Perencanaan Instalasi Penerangan Lapangan Sepakbola	46
1. Menentukan tinggi menara	46
2. Menentukan jumlah titik lampu	47
3. Menghitung meterial yang diperlukan	49
4. Contoh perencanaan	49
B. Perencanaan Instalasi Penerangan Lapangan Tenis	56
1. Menentukan tinggi tiang	56
2. Menentukan jumlah fluk cahaya	57
3. Menghitung meterial yang diperlukan	58
4. Contoh perencanaan	59
C. Perencanaan Instalasi Penerangan Gedung Olahraga	63
1. Menentukan jumlah fluk cahaya	63
2. Menghitung meterial yang diperlukan	64
3. Contoh perencanaan	64
D. Perencanaan Instalasi Kolam Renang	69
1. Perencanaan	70
2. Menentukan material yang diperlukan	75
E. Perencanaan Instalasi Penerangan Ring Tinju	76
1. Menentukan jumlah titik lampu	76
2. Besar arus nominal	78
3. Menentukan penampang kabel yang digunakan	78

4. Menentukan material yang diperlukan	78
BAB IV. PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN JALAN. . .	79
A. Pendahuluan	79
1. Faktor teknis	79
2. Pola lalu lintas.	79
3. Bentuk kota	79
4. Keandalan sumber dan jaringan listrik. .	80
B. Pemasangan Armatur Penerangan Jalan	80
1. Pemasangan armatur satu sisi	80
2. Pemasangan armatur berhadapan	80
3. Pemasangan armatur selang seling	81
4. Pemasangan armatur pada median	81
5. Pemasangan armatur menggantung pada kabel sepanjang median	81
6. Pemasangan armatur pakai tiang khusus	82
C. Faktor-Faktor Yang Menentukan Penerangan Jalan	82
D. Intensitas Cahaya Pada Penerangan Jalan . .	83
1. Intensitas cahaya pada satu titik	83
2. Intensitas cahaya rata-rata	85
E. Standar Penerangan Jalan	86

DAFTAR KEPUSTAKAAN

LAMPIRAN

MILIK UPT PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
NO.
SURUH M. A
KELAS
NO.
TANGGAL

MILIK UPT PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
DITERIMA TGL OKTOBER 1991
SURUH M. A HADIAH
KELAS KKI
NO. INVENTARIS 1440/HO/91-PD(2)
CALL NO 621.32 ASL PD

B A B I

PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN

Penerangan yang baik akan mempengaruhi hasil kerja dan kenyamanan bekerja seseorang di dalam ruangan. Fungsi pokok penerangan di dalam gedung adalah untuk menciptakan lingkungan visual yang nyaman dan berpengaruh baik kepada prestasi kerja.

Sejak dari awal perencanaan suatu gedung sudah perlu dipikirkan hubungan timbal balik antara penerangan alami siang hari dengan penerangan buatan. Ada kalanya penerangan buatan digunakan untuk menunjang dan melengkapi penerangan alami secara seimbang. Untuk ruangan yang sangat lebar sehingga hanya sebahagian saja yang terjangkau oleh penerangan alami siang hari, atau ruangan yang berjendela hanya untuk memandangi keluar atau ruangan yang tidak berjendela perlu dibuat penerangan buatan yang permanen. Juga penerangan buatan diperlukan untuk penerangan pada malam hari, sehingga suasana kerja sama dengan suasana di siang hari.

Sebelum instalasi penerangan direncanakan terlebih dahulu kita harus tahu untuk apa instalasi tersebut digunakan, sebab perencanaan instalasi akan ditentukan sekali oleh kegunaan instalasi tersebut. Juga instalasi listrik harus dibuat sedemikian rupa sehingga harga keseluruhan dari instalasi itu, ongkos pemasangan dan ongkos pemeliharaannya harus semurah mungkin, tapi harus memenuhi syarat-syarat dan peraturan instalasi listrik yang berlaku.

A. Peraturan Instalasi Penerangan.

Didalam pemasangan instalasi listrik kita harus berpedoman kepada Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Yang berlaku sekarang adalah PUIL 1987. Selain PUIL kita juga harus memperhatikan peraturan lainnya

seperti peraturan instalasi listrik. Peraturan instalasi listrik yang terbaru yang ditetapkan oleh Departemen PUIL No.023 tahun 1978, yang berisikan antara lain :

1. Untuk setiap instalasi, baik yang akan maupun yang tidak akan disambung pada jaring listrik perusahaan, harus memenuhi peraturan menteri ini dan peraturan-peraturan lainnya mengenai instalasi yang berlaku di Indonesia.
2. Instalasi di dalam dan/atau di luar bangunan harus dikerjakan oleh instalatir, kecuali untuk instalasi sementara dan/atau untuk hal-hal khusus antara lain perlistrikan desa, gedung-gedung atau rumah-rumah kedutaan negara asing, gedung-gedung dan peralatan listrik khusus akan diatur dan ditetapkan tersendiri oleh Perusahaan.
3. Dalam suatu instalasi antara meter milik perusahaan dan pengaman arus dipasang saklar.
4. Bagi suatu instalasi untuk penerangan dengan jumlah kelompok sebanyak-banyaknya 6, jumlah titik cahaya pada suatu kelompok tidak boleh lebih dari 15 (lima belas).
5. Suatu instalasi untuk penerangan dengan jumlah kelompok lebih dari 6, jumlah titik cahaya tiap kelompok hanya dibatasi oleh nilai beban penghantar yang diperbolehkan dan nilai pengaman arus kelompok yang bersangkutan, dengan memperhatikan kerapian kontruksi dan keselamatan jiwa manusia.
6. Suatu instalasi untuk penerangan, dimana terdapat stopkontak-stopkontak, dengan jumlah titik cahaya kurang dari 15, sedapat-dapatnya dibagi dalam sekurang-kurangnya 2 kelompok.
7. Suatu instalasi untuk penerangan, dimana terdapat stopkontak-stopkontak, yang kelompoknya diamankan dengan pengaman arus setinggi-tingginya 16 A jumlah

- daya semua lampu-lampu berikut perlengkapannya pada kelompok tersebut, tidak boleh lebih dari 1200 VA.
8. Pengaman arus dari suatu instalasi harus mempunyai nilai setinggi-tingginya satu tingkat lebih rendah dari nilai pengaman arus milik perusahaan.
 9. Ketentuan-ketentuan tersebut dalam ayat 4, 6, dan 7 pasal ini, tidak berlaku untuk penerangan reklame, penerangan pesta dan lainnya yang bersifat khusus.
 10. Peralatan listrik yang memerlukan pengaman arus dengan nilai nominal lebih dari 16 A harus diberi pengaman arus kelompok tersendiri.
 11. Pada tiap ruangan tertutup atau bagian ruangan sampai dengan luas 9 m^2 , harus terdapat sekurang-kurangnya satu titik cahaya dan dengan luas sampai dengan 20 m^2 harus terdapat sekurang-kurangnya 2 titik cahaya.
 12. Nilai sambungan tiap titik cahaya diperhitungkan 60 VA dan untuk stopkontak 200 VA.
 13. Dalam instalasi suatu gedung bertingkat harus dipasang pengaman instalasi sebagai berikut :
 - a. Pada tempat dimana suplai dihubungkan dengan papan pembagi utama, harus dipasang setidak-tidaknya sakelar utama pada sisi masuk dan pengaman arus utama pada masing-masing sisi keluar.
 - b. Pada tiap tingkat harus dipasang papan pembagi tingkat dengan sakelar dan pengaman arus susunannya seperti dimaksud dalam ayat (13) huruf a, pasal ini.
 - c. Pada papan pembagi kelompok harus dipasang sakelar dan pengaman arus yang susunannya seperti dalam ayat (13) huruf a dan b pasal ini.
 14. a. Kotak sakelar pembagi kelompok dan pengaman arus kelompok harus dipasang pada dinding atau tembok kurang lebih 1,50 meter diatas lantai.

- b. Sakelar (pelayanan) harus dipasang pada dinding atau tembok sekurang-kurangnya 1,20 meter di atau lantai.
 - c. Stopkontak harus dipasang pada dinding/tembok sekurang-kurangnya 1,20 meter diatas lantai, kecuali stopkontak tertutup.
 - d. Stopkontak yang dipasang di bawah jarak tersebut dalam ayat (14) huruf b dan c pasal ini dan/atau yang dipasang diruangan lembab/basah/panas/eksplorisip harus stopkontak dengan konstruksi khusus.
15. Pengaman arus yang berbentuk sekring dapat diganti dengan pemutus otomatis yang bekerja secara termis dan/atau electro-magnetis serta mampu memutuskan arus hubungan singkat. Bila pemutus otomatis ini tidak mampu memutus arus hubungan singkat, maka pemasangannya harus seri dengan sekring.
16. a. Instalasi dalam ruangan khusus yang membahayakan keamanan dan keselamatan harus dipasang secara khusus dan menggunakan alat khusus sesuai dengan keadaan ruangan yang dipergunakan.
- b. Ketentuan pemasangan instalasi dalam ruangan khusus seperti dimaksud dalam ayat (16) huruf a pasal ini, diatur dalam peraturan mengenai instalasi yang berlaku di Indonesia.
17. Perusahaan menetapkan fasa/fasa-fasa mana suatu instalasi, suatu bagian dari instalasi, suatu peralatan listrik harus disambung.
18. Dalam instalasi yang disambung pada 3 fasa, pada bagian instalasi, antara lain sekring-sekring, peralatan listrik, papan pembagi dan jepitan-jepitan, harus diberi tanda warna yang terang.
19. Nilai tahanan isolasi suatu instalasi tegangan rendah, baik antara fasa dengan nol maupun antara penghantar, sekurang-kurangnya harus 1 M Ω .

20. Motor dengan daya 0,5 KW, diharuskan mempunyai pengamanan arus kelompok tersendiri terpisah dari penerangan.

B. Menentukan Jumlah Titik Lampu.

Setiap ruangan membutuhkan jumlah titik lampu yang berbeda . Jumlah dan kekuatan lampu yang dibutuhkan oleh suatu ruangan tergantung kepada :

1. macam penggunaan dari ruang tersebut .
2. luas dan ukuran dari ruang tersebut .
3. warna dari ruangan tersebut yang meliputi warna dinding , warna plafon dan warna bidang kerja.

Letak dan banyaknya lampu untuk suatu ruangan yang memerlukan penerangan merata tergantung kepada sistim penerangan yang diperlukan yaitu

1. Penerangan langsung

Pada sistim ini 90% sampai 100% dari cahaya diarahkan secara langsung kepermukaan yang diterangi. Sistim ini paling efektif dalam pengadaan penerangan, namun juga mengakibatkan adanya bayang-bayang yang mengganggu. Menurut A. Rida Isnu (1979: 24)

Untuk menentukan jumlah titik lampu digunakan rumus sebagai berikut

- a. Dengan reflektor cermin

$$\frac{h_n}{a} = \frac{1}{0,7}$$

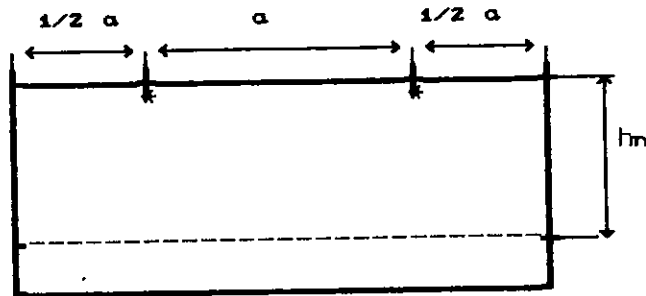
- b. Dengan reflektor email

$$\frac{h_n}{a} = \frac{1}{1} \text{ sampai } \frac{1}{1,5}$$

Dimana :

h_n = tinggi lampu ke bidang kerja

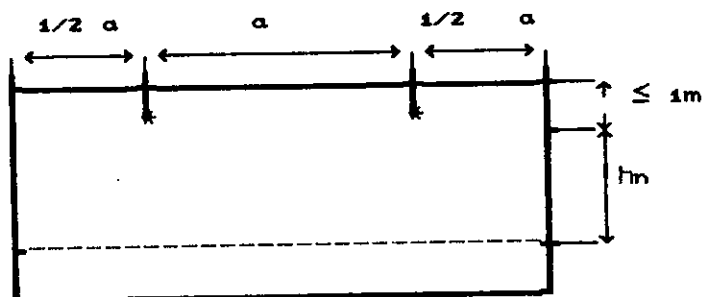
a = jarak antar lampu



Gambar 1.1 Sistim penerangan langsung

2. Penerangan semi langsung.

Pada sistim penerangan semi langsung 60% sampai 90% dari cahaya diarahkan langsung kepada permukaan yang perlu diterangi. Sedangkan selebihnya menerangi langit-langit dan dinding, efek kesilauan dari sistim ini tidak begitu besar.



Gambar 1.2 Penerangan semi langsung

a. Penerangan semi langsung yang digantungkan

$$\frac{hn}{a} = \frac{1}{2}$$

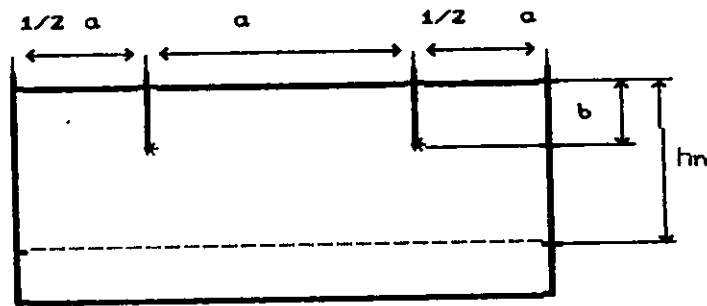
b. Penerangan semi langsung dengan lampu baur

$$\frac{hn}{a} = \frac{1}{1,5}$$

3. Penerangan tidak langsung.

Pada sistim penerangan tidak langsung 90% sampai 100% dari cahaya, diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas, untuk dipantulkan kemudian menerangi seluruh langit-langit menjadi sumber cahaya, maka perlu diberi finising dan pemeliharaan yang baik. Pada sistim ini lampu

harus dibersihkan secara berkala, karena lapisan debu dan kotoran dapat menyerap lebih dari 25% cahaya.



Gambar 1.3 Penerangan tidak langsung

$$a = (3 \text{ s/d } 5) b$$

$$b = (1 \text{ s/d } 1,5) \text{ meter}$$

Dengan telah ditetapkannya jarak antara lampu, maka jumlah lampu seluruhnya dalam suatu ruangan dapat dihitung.

C. Menentukan Besar Kekuatan Lampu.

Kekuatan lampu yang dibutuhkan untuk suatu ruangan bisa ditentukan berdasarkan peraturan instalasi listrik yaitu semua lampu dihitung rata-rata 60 VA dan stopkontak dihitung 200 VA.

Untuk mendapatkan penerangan yang sesuai dengan kebutuhan penerangan masing-masing ruangan digunakan rumus :

$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d}$$

Neidle Michael (1989). 250

Dimana :

Φ = Fluk cahaya yang diperlukan oleh semua sumber cahaya yang ada dalam ruangan (lumen).

F = Intensitas penerangan yang diperlukan dibidang kerja (Lux)

A = Luas ruangan yang diterangi (m^2)

η = Efisiensi penerangan yang dipakai

d = Faktor penyusutan penerangan

Setelah fluk cahaya yang diperlukan untuk suatu

ruangan diketahui langkah selanjutnya adalah menentukan jenis lampu yang dibutuhkan. Masing-masing lampu mempunyai sifat, fluk cahaya dan indek cahaya yang berbeda. Fluk cahaya untuk masing-masing lampu dapat dilihat pada lampiran 1.

D. Menentukan Efisiensi Ruangan.

Efisiensi ruangan ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

1. Indek ruangan

Indek ruangan atau indek bentuk (K) menyatakan perbandingan antara ukuran utama suatu ruangan.

$$K = \frac{P \cdot L}{h_n (P + L)} \quad \text{Hadinoto (1978. 21)}$$

Dimana :

P = panjang ruangan. L = Lebar ruangan

h_n = Tinggi sumber cahaya ke bidang kerja

2. Faktor refleksi

Refleksi dalam teknik penerangan ada 3 macam yaitu :

a. Refleksi dinding (r_v)

Biasanya dinding dibuat dengan warna putih atau warna muda. Masing-masing warna tersebut mempunyai faktor refleksi sebagai berikut :

Warna putih atau sangat muda 0,7

Warna muda 0,5

Warna sedang 0,3

Warna gelap 0,1

b. Refleksi langit-langit (r_p)

Langit-langit biasanya dibuat dengan warna muda atau sedang.

c. Refleksi bidang kerja

Bidang kerja dibuat dengan warna sedang atau gelap.

Dengan diketahui indek ruangan dan faktor

refleksi maka efisiensi penerangan bisa didapat dari tabel efisiensi.

3. Faktor penyusutan.

Makin lama lampu digunakan maka cahaya yang dihasilkan oleh lampu akan makin berkurang hal ini disebabkan karena sifat dari lampu dan pengotoran pada lampu.

Faktor penyusutan ini juga ditentukan oleh kegunaan ruangan yang mana antara laboratorium tidak sama faktor penyusutannya dengan industri. faktor penyusutan ini dapat ditulus sebagai berikut :

$$d = \frac{\text{intensitas penerangan dalam keadaan dipakai}}{\text{intensitas penerangan dalam keadaan baru}}$$

Seliovan. E. Instalasi Arus Kuat II (1981. 49)

E. Menentukan Kelompok Beban

Sesuai dengan peraturan instalasi listrik bahwa daya listrik terpasang lebih dari 4400 VA pada tegangan 220 V harus dibuat dengan sistim tiga fasa, apabila kurang dari 4400 VA bisa dibuat dengan sistim satu fasa.

Jumlah lampu untuk instalasi satu kelompok maksimum 9 titik lampu dan kalau lebih dari satu kelompok, tiap kelompok bisa dibuat 15 titik lampu.

Dalam pembagian kelompok kita harus mengusahakan beban tiap kelompoknya seimbang dan daya tiap kelompok tidak lebih dari 1200 VA.

B A B II

PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN RUMAH DAN GEDUNG

A. Perencanaan Instalasi Penerangan Rumah.

Penerangan buatan di dalam perumahan perlu bersifat luwes, maka disamping titik-titik cahaya yang tetap perlu disediakan stopkontak-stopkontak dalam jumlah yang cukup, bahkan dianjurkan memasang stopkontak kembar karena lebih rapi dan aman dari pada memakai stekker cabang tiga. Jumlah stopkontak yang diperlukan khusus untuk penerangan buatan di :

- | | |
|--------------------------|---------------|
| 1. ruang tamu/duduk | 2 atau 3 buah |
| 2. ruang makan | 1 buah |
| 3. ruang tidur | 1 atau 2 buah |
| 4. ruang bekerja/belajar | 2 buah |
| 5. serambi | 1 buah |

Untuk perumahan tidak diperlukan penerangan umum yang merata dengan taraf illuminasi yang tinggi, sebagai ancar-ancar ialah 50 - 100 lux, dengan cahaya lampu berwarna sedang atau hangat. Penerangan umum dengan tingkat illuminasi rendah, dilengkapi oleh penerangan-penerangan setempat, sudah cukup.

Penerangan setempat ini sering juga berfungsi untuk memberikan efek dekoratif. Saklar untuk penerangan umum dipasang di samping pintu utama.

Ruang tamu/duduk lazim diberi lebih dari satu titik cahaya untuk bisa menambah atau mengurangi illuminasi keseluruhan ruangan, menyebarkan cahaya ke bagian-bagina tertentu dari ruangan (seperti meja, lukisan, dan sebagainya), meningkatkan efek dekoratif dan sebagainya. Menurut Yoseph F MC Portland (1980. 2. 84)

Ruang makan memerlukan penerangan yang memusatkan perhatian ke permukaan meja makan. Dapat pula

ditambah dengan penerangan umum untuk keseluruhan ruangan, dengan saklar tersendiri.

Dapur memerlukan penerangan dengan illuminasi lebih tinggi dari 100 lux, misal 200 lux, yang memusatkan perhatian ke permukaan tempat kerja. Lampu tabung fluorescent sangat cocok karena kurang menimbulkan bayangan, namun perlu dipilih lampu dengan indeks efek warna sekurang-kurangnya 70. Dapat pula ditambah dengan penerangan merata untuk keseluruhan ruangan dapur, dengan saklar tersendiri.

Kamar tidur sebaiknya diberi lampu dan saklar di atas ujung kepala tempat tidur. Pula diperlukan lampu dengan illuminasi tinggi di atas cermin tempat berhias, di atas meja tulis dan di atas wastafel. Berhubung penempatan tempat tidur dan meja-meja kadang-kadang belum pasti, diperlukan beberapa stop-kontak dalam kamar tidur. Di atas jendela dapat dipasang lampu-lampu tabung fluorescent.

Kamar mandi sebaiknya diberi illuminasi lebih tinggi dengan penerangan merata minimum 100 lux. Terutama diperlukan lampu di atas wastafel dengan illuminasi 200 lux, untuk mana dianjurkan lampu fluorescent dengan indeks efek warna diatas 85.

Juga perlu diperhatikan lampu-lampu di muka pintu keluar masuk, garasi, gedung, almari yang dalam, loteng tempat penyimpanan barang, jalan dan pekarangan disekitar rumah, jalan keluar darurat, kesemuanya dengan saklar yang ditempatkan dekat pintu yang bersangkutan. Lampu tabung fluorescent yang kecil sangat ekonomis untuk keperluan ini. Untuk jalan masuk mobil ke garasi dianjurkan illuminasi 10 lux.

Didalam merencanakan instalasi perumahan terlebih dahulu kita harus mempunyai denah ruangan

yang akan kita rencanakan instalasinya seperti gambar 2.1.

Langkah-langkah perencanaan instalasi perumahan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jumlah titik lampu dan stopkontak

Untuk menentukan jumlah titik lampu dan stopkontak kita bisa mengikuti ketentuan instalasi penerangan rumah dengan melihat gambar denah Kita bisa menentukan jumlah titik lampu dan stop kontak yang ada seperti gambar.2.2.

2. Menentukan besar keuan lampu

Kekuatan lampu yang dibutuhkan dalam suatu ruangan bisa ditentukan berdasarkan peraturan instalasi listrik yaitu; disemua lampu dihitung rata-rata 60 VA dan stopkontak dihitung 200 VA.

Untuk mendapatkan penerangan yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing ruangan bisa digunakan rumus :

$$\phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d}$$

Untuk menghitung fluk cahaya ini, dihitung untuk masing ruangan, misal ruang tamu.

Yang mempunyai data sebagai berikut :

Ukuran ruangan 3 x 4 meter

Warna flafon putih

Warna dinding warna muda

Warna bidang kerja sedang

Tinggi ruangan 3,25 meter

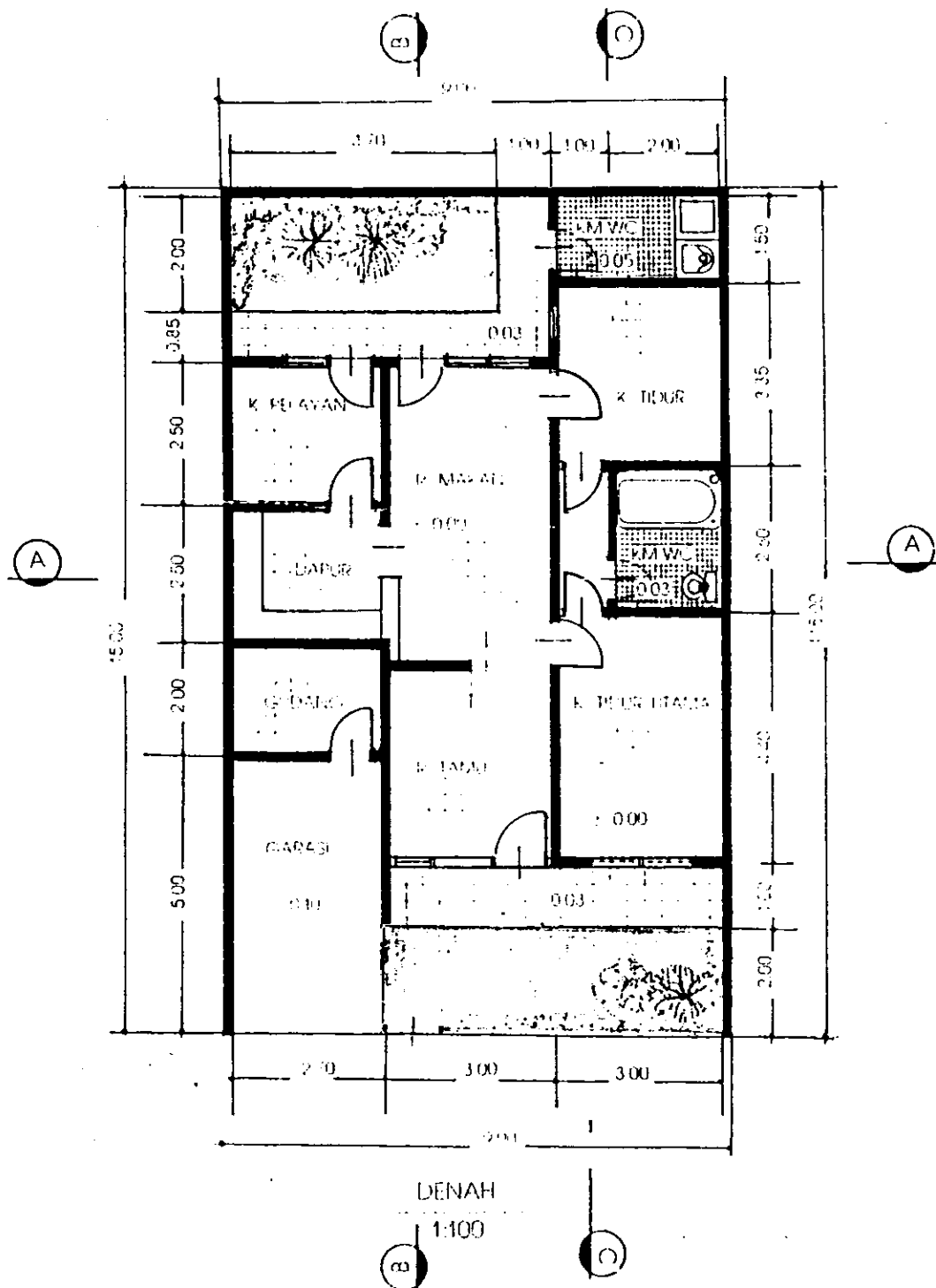
Tinggi lampu ke bidang kerja 2,85 meter

Inetensitas cahaya yang diperlukan 50 lux

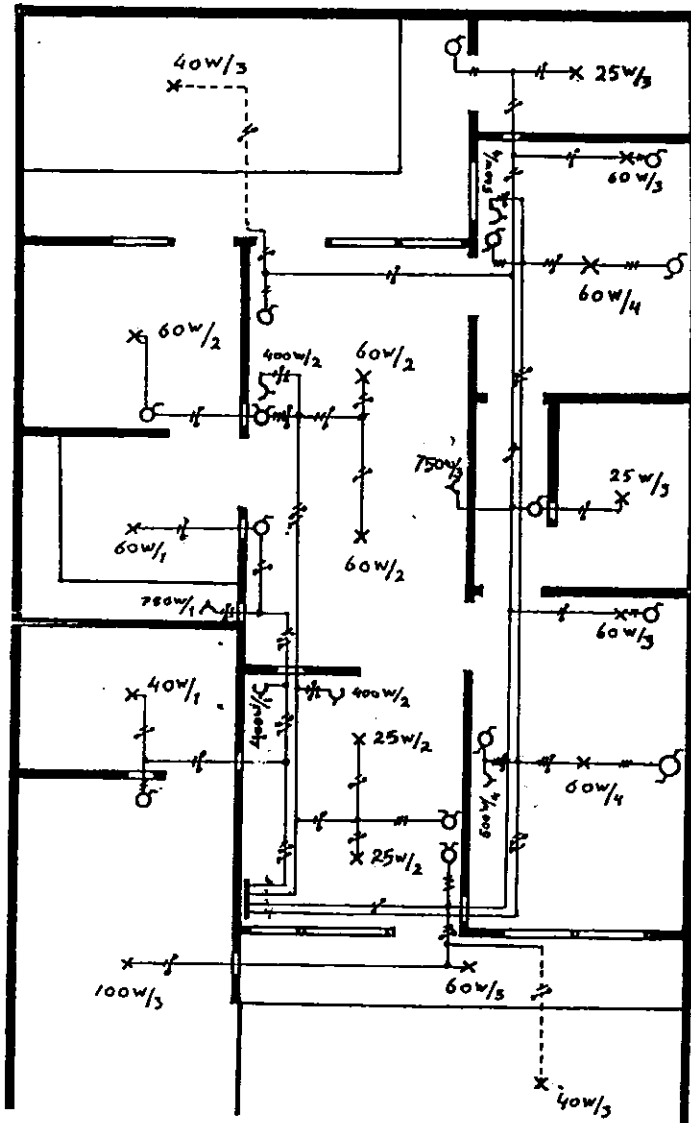
Perencanaan :

Indek ruangan,

$$\begin{aligned} K &= \frac{P \cdot L}{h_n (P + L)} \\ &= \frac{4 \times 3}{2,85 \times (4 + 3)} = 0,6 \end{aligned}$$



Gambar 2.1 Denah rumah



	×	×	×	×	⌒	⌒	⌒	BEBAN GROUP (W)	ARUS TIAP GROUP (A)
	100W	60W	40W	25W	750W	500W	400W		
		1	1		1		1	1250	5,68
				2			2	850	3,86
	1	3	2	2	1			1160	5,27
		2				2		1120	5,09
JML	1	6	3	4	2	2	3	4380	19,9

Gambar 2.2 Instalasi rumah, diagram pengawatan dan rekapitulasi

Berdasarkan tabel.1 didapat efisiensi = 0,38

Karena pengotoran ruangan termasuk ringan
maka faktor depresiasi untuk dua tahun = 0,8

Fluk cahaya yang diperlukan

$$\begin{aligned} \Phi &= \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d} \\ &= \frac{50 \times 12}{0,38 \times 0,8} \\ &= 1973,6 \text{ lumen} \end{aligned}$$

Karena jumlah titik lampu yang diperlukan 2 buah
maka fluk cahaya tiap lampu = 986,8 lumen.

Jadi lampu yang cocok digunakan untuk ruang tamu
ini adalah SL 25 W, yang bisa menghasilkan fluk
cahaya 1050 lumen, (lihat lampiran 1).

Untuk ruang lainnya kita bisa menghitung
besarnya fluk cahaya untuk ruang tamu seperti di
atas.

3. Menentukan material yang diperlukan

Dari gambar instalasi dan gambar diagram
instalasi kita bisa menghitung meterial yang
diperlukan.

a. Kotak sekring lengkap

Kotak sekring yang diperlukan bisa dilihat
pada diagram instalasi. Pada gambar 2.2 dapat
dilihat jumlah group 4 buah jadi diperlukan
sekring 4 kelompok.

b. Menentukan jumlah kabel.

Untuk menentukan jumlah kabel yang diper-
lukan kita bisa mengukur pada gambar denah
dikali dengan skala gambar dan ditambah 10%
untuk sambungan kabel dan kabel yang tidak bisa
digunakan.

c. Menentukan jumlah pipa dan isolator

Dalam pemasangan instalasi penerangan kita mengenal dua macam sistim pemasangan yaitu; dengan pipa dan rol isolator.

Untuk pemasangan dengan pipa, jumlah pipa yang diperlukan bisa dihitung dari gambar instalasi, sedangkan untuk instalasi yang pakai isolator juga bisa dihitung dari gambar instalasi yang mana jarak antara isolator kita buat maksimum 100 cm. Jumlah pipa dan isolator ini juga ditambah 10% dari jumlah seluruhnya.

TABEL 1
Efisiensi Penerangan Lampu SL
(Lighting Manual 1986)

LBS 213		SL 25 W											
efisiensi penerangan untuk keadaan baru													
r _p		5	7	7	7	7	5	5	5	5	3	3	0
r _w		5	5	5	3	3	5	5	3	3	3	1	0
r _m		3	3	1	3	1	3	1	3	1	1	1	0
V	0.5	.32	.32	.31	.28	.27	.32	.31	.27	.27	.27	.24	.23
	0.6	.39	.38	.36	.33	.32	.37	.36	.33	.32	.32	.30	.28
%	0.8	.48	.47	.45	.43	.41	.46	.44	.42	.41	.40	.38	.37
	1.0	.55	.54	.50	.49	.47	.52	.49	.48	.47	.46	.44	.43
⊙	1.2	.58	.57	.53	.53	.50	.56	.52	.52	.50	.49	.48	.46
	k=1.5	.63	.61	.56	.57	.54	.59	.55	.56	.53	.52	.51	.50
⊠	2.0	.67	.66	.59	.62	.57	.63	.58	.60	.56	.56	.54	.53
	2.5	.70	.68	.61	.65	.59	.65	.60	.63	.59	.58	.57	.55
	3.0	.72	.70	.63	.67	.61	.67	.61	.64	.60	.59	.58	.57
⊙	4.0	.75	.73	.64	.70	.63	.69	.63	.67	.62	.61	.60	.59
	5.0	.77	.74	.65	.72	.64	.70	.64	.69	.63	.62	.61	.60

faktor depresiasi

untuk masa pemeliharaan	pengotoran ringan	pengotoran sedang	pengotoran berat
1 tahun	x	.85	.80
2 tahun	x	.80	.70
3 tahun	x	.70	.65

d. Kebutuhan lainnya dapat kita lihat pada gambar rencana.

Material yang dibutuhkan untuk instalasi penerangan adalah sebagai berikut :

No	Bahan	Ukuran	Jumlah
1	Kotak hubungan bagi lengkap	4 kelompok	1 buah
2	Kabel NYA	2,5 mm ²	270 meter
		1,5 mm ²	50 meter
3	Pipa listrik	5/8 inc	50 meter
4	Snur		6 meter
5	Klem	5/8 inc	-
6	Bengkokan normal	5/8 inc	-
7	Knle	5/8 inc	-
8	Doos jalan	2-3-4	-
9	Rol isolator		200 buah
10	Las dop		40 buah
11	Tali benang	1 mm	200 buah
12	Isolator pita		
13	Saklar seri	6A 250V	3 buah
14	Saklar tunggal	6A 250V	7 buah
15	Saklar tukar	6A 250V	4 buah
16	Fiting gantung	6A 250V	3 buah
17	Fiting duduk	6A 250V	11 buah
18	Stopkontak	6A 250V	7 buah
19	Sekrup kayu		-
20	Kayu roset		14 buah
21	Soket		20 buah
22	Lampu SL	Watt	4 buah
23	Lampu TL	Watt	-
24	Lampu pijar	Watt	10 buah

B. Perencanaan Instalasi Penerangan Perkantoran.

Lazimnya ada variasi dalam penerangan buatan untuk ruang kantor pejabat, ruang kantor yang besar/ umum dan sebagainya. Penerangan itu tergantung pula dari ada tidaknya dinding-dinding penyekat di dalam ruangan yang bersangkutan. Jikalau tidak ada dinding-dinding penyekat atau penyekat-penyekat itu sudah pasti penempatannya, dapatlah direncanakan titik-titik cahaya yang tetap berikut saklar-salkarnya. Jikalau dinding-dinding penyekat belum diketahui penempatannya, ataupun masih dapat diubah, instalasi penerangannya perlu bersifat fleksibel agar penempatan armatur-armatur dapat disesuaikan kemudian kepada letaknya penyekat-penyekat. Fleksibilitas ini dapat tercapai dengan jalan :

1. Memasang titik-titik cahaya secara tetap dalam jumlah yang cukup menurut sistim modul, sehingga armatur-armatur dapat disebarakan secara memuaskan tanpa tergantung dari penyekatan ruangan.
2. Menggunakan rel-rel penyambung lampu, sehingga armatur-armatur dapat digeserkan sesuai dengan penyekatan ruangan.

Saklar-saklar kadang-kadang juga perlu dibagi menurut penyekatan ruangan, yaitu dipasang pada dinding-dinding penyekat atau memakai tali-tali penarik yang tergantung dari langit-langit.

Untuk perkantoran lazimnya cukup dipasang penerangan di langit-langit dalam baris-baris yang lurus. Ruang kantor yang lebar tidak seluruhnya terjangkau oleh penerangan alami siang hari, sehingga diperlukan integrasi antara penerangan alami siang hari dengan penerangan buatan secara berimbang, dengan tetap mempertahankan suasana/efek penerangan secara alami. Juga perlu diperhatikan kecendrungan untuk memasang

meja-meja tulis di dekat jendela.

Illuminasi yang dianjurkan untuk perkantoran ialah 300 lux atau lebih. Illuminasi ini terutama diperlukan pada permukaan meja kerja, yaitu kira-kira 75 cm di atas lantai.

Ada armatur-armatur yang jumlah lampu yang menyala di dalamnya dapat diatur. Warna cahaya lampu yang dianjurkan ialah "sedang". Timbulnya kesilauan langsung perlu dicegah, pula kesilauan karena pemantulan cahaya oleh permukaan-permukaan perabot, mesin yang mengkilap, dinding-dinding penyekat yang berkaca dan lain-lain.

Dalam perkantoran modern, penerangan buatan lazim diintegrasikan dengan sistim tata udara dan sistim akustik (integrated environmental design). Keputusan untuk ini sebaiknya diambil sedini mungkin dalam tahap rancangan bangunan.

Tiga jenis instalasi penerangan yang lazim ialah :

1. Armatur-armatur dipasang pada langit-langit atau digantungkan dari langit-langit.
2. Armatur-armatur ditanamkan ke dalam langit-langit.
3. Keseluruhan langit-langit dijadikan cahaya.

Armatur-armatur yang ditanamkan ke dalam plafond kurang cocok untuk interior yang tidak cerah permukaannya, lagi pula kurang menerangi plafondnya sendiri.

Jikalau keseluruhan plafond dijadikan sumber cahaya, luminasi dibatasi sampai 500 cardela per² untuk sudut-sudut pandangan yang normal, supaya tidak menimbulkan ketidaknyamanan karena kesilauan. Supaya tercapai pemanfaatan cahaya yang baik, langit-langit seyogyanya mempunyai pementulan 70% dan dinding 50%. Begitupun perabot-perabot dan lantai seyogyanya berwarna muda dan cerah. Di dalam hal ini perlu diterap-

kan warna-warna yang tua, sebaiknya ditambahkan penerangan tambahan secara terarah pada obyek-obyek yang bersangkutan.

Dari segi ekonomi dianjurkan memakai lampu-lampu tabung fluorescent untuk penerangan umum dalam perkantoran. Jikalau diperlukan penerangan ekstra secara lokal dapat dipilih lampu pijar atau lampu tabung fluorescent lagi.

Untuk ruangan kantor dengan perabot dan hiasan-hiasan bermutu (misalnya ruangan kantor penjabat), ataupun ruang kantor dengan banyak karyawan berpakaian warna-warni, perlu dipilih lampu fluorescent dengan indeks efek warna yang tinggi, di atas 70. Jikalau penerangan buatan perlu diintegrasikan dengan penerangan alami siang hari, maka warna cahaya lampunya juga harus tepat, misalnya day light. Ruang sidang cukup diberi illuminasi 200lux, karena terutama dimanfaatkan untuk diskusi. Penerangan ini harus dapat diredupkan atau dikurangi, untuk menunjukkan slides, film dan sebagainya. Koridor diberi illuminasi 50 lux atau sekurang-kurangnya 1/5 dari illuminasi ruangan kantor.

Rencanakanlah instalasi penerangan sebuah kantor seperti gambar 2.3.

1. Menentukan jumlah titik lampu

Untuk ruang kantor diharapkan penerangan merata keseluruhan ruangan dan sistim penerangannya digunakan sistim semi langsung, dengan mempergunakan rumus

$$\frac{hn}{a} = \frac{1}{1,5}$$

didapat jumlah titik lampu untuk semua ruangan.

2. Menentukan besar daya terpasang

Untuk mendapatkan penerangan yang sesuai de-

ngan kebutuhan masing-masing ruangan digunakan rumus :

$$\phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d}$$

Untuk menghitung fluk cahaya ini dihitung untuk masing-masing ruangan misalnya ruang rapat yang mempunyai data sebagai berikut :

Ukuran ruangan 4 x 4

Warna plafond putih, warna dinding muda

Warna bidang kerja sedang

Jenis lampu yang digunakan TL 2 x 40 W

Fluk cahaya lampu 2 x 3000 = 6000 lumen

Tinggi ruangan 3 meter

Intensitas cahaya yang diperlukan 200 lux

Perencanaan :

Indeks ruangan

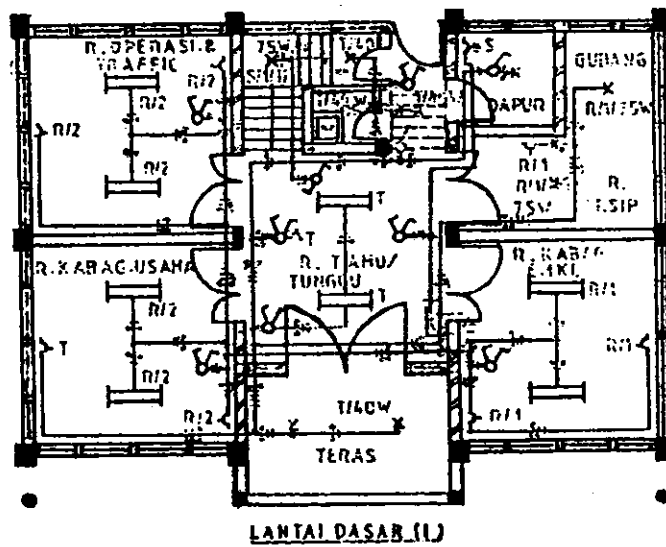
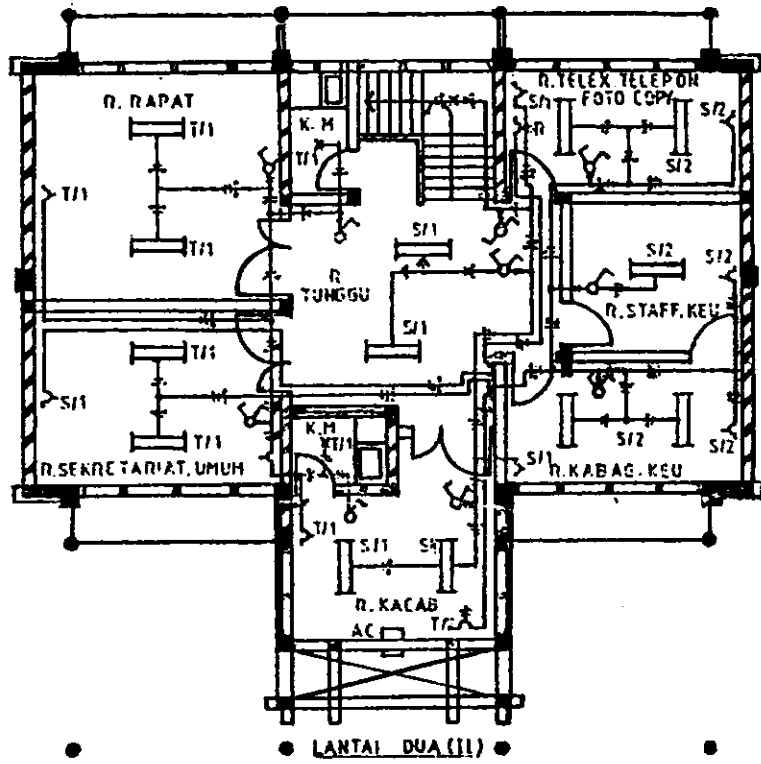
$$\begin{aligned} K &= \frac{P \cdot L}{h_n (F + L)} \\ &= \frac{4 \times 4}{2,25 (4 + 4)} \\ &= 0,8 \end{aligned}$$

Karena cahaya yang terarah ke bidang kerja hanya 65% maka efisiensi =

$$\begin{aligned} &= \frac{65}{75} \times 0,38 \\ &= 0,329 \end{aligned}$$

Pengotoran ruangan ini termasuk sedang, maka faktor depresiasinya untuk 1 tahun = 0,8

$$\begin{aligned} \phi_t &= \frac{200 \cdot 4 \cdot 4}{0,329 \cdot 0,8} \\ &= 12158 \text{ lumen} \end{aligned}$$



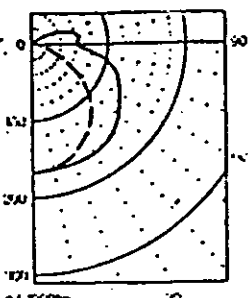
Gambar 2.3 Denah sebuah kantor

$$N = \frac{\phi_t}{\phi_l}$$

$$= \frac{12158}{6000} = 2,02$$

Jadi jumlah titik lampu adalah 2 buah titik lampu
 Berdasarkan tabel.2 didapat efisiensi = 0,38

Tabel 2
 Efisiensi Penerangan Lampu TL 40 W RS
 (Lighting Manual 1980)

TCW 075		2 TL 40 W RS											
armatur semi langsung 		faktor depresiasi											
		untuk masa pemeliharaan	pengotoran ringan	pengotoran sedang							pengotoran berat		
		1 tahun	x	.85							.80		
		2 tahun	x	.80							.70		
		3 tahun	x	.70							.65		
efisiensi penerangan untuk keadaan baru													
r p.		.6	.7	.7	.7	.7	.5	.5	.5	.5	.3	.3	0
r w		.5	.5	.5	.3	.3	.5	.5	.3	.3	.3	.1	0
r m		.3	.3	.1	.3	.1	.3	.1	.3	.1	.1	.1	0
v	0.5	.26	.25	.24	.19	.18	.23	.23	.18	.17	.17	.13	.12
%	0.6	.30	.29	.29	.23	.22	.27	.26	.22	.21	.20	.17	.15
	0.8	.36	.37	.35	.30	.29	.35	.33	.29	.28	.25	.23	.20
	1.0	.45	.44	.41	.36	.35	.40	.38	.34	.33	.32	.28	.25
⊙	1.2	.50	.48	.45	.41	.39	.45	.42	.39	.37	.35	.32	.29
	k = 1.5	.55	.54	.49	.47	.44	.49	.46	.44	.42	.40	.36	.33
□	2.0	.63	.60	.54	.54	.49	.55	.51	.50	.47	.45	.42	.38
↓	2.5	.68	.65	.58	.59	.54	.59	.55	.54	.51	.48	.46	.42
⊙	3.0	.71	.68	.61	.62	.56	.62	.57	.58	.54	.51	.49	.45
⊙	4.0	.76	.73	.64	.58	.61	.66	.61	.62	.58	.55	.53	.48
⊙	5.0	.79	.76	.66	.71	.63	.69	.63	.65	.60	.57	.55	.51

Untuk ruangan lainnya juga dihitung seperti ruang kantor di atas.

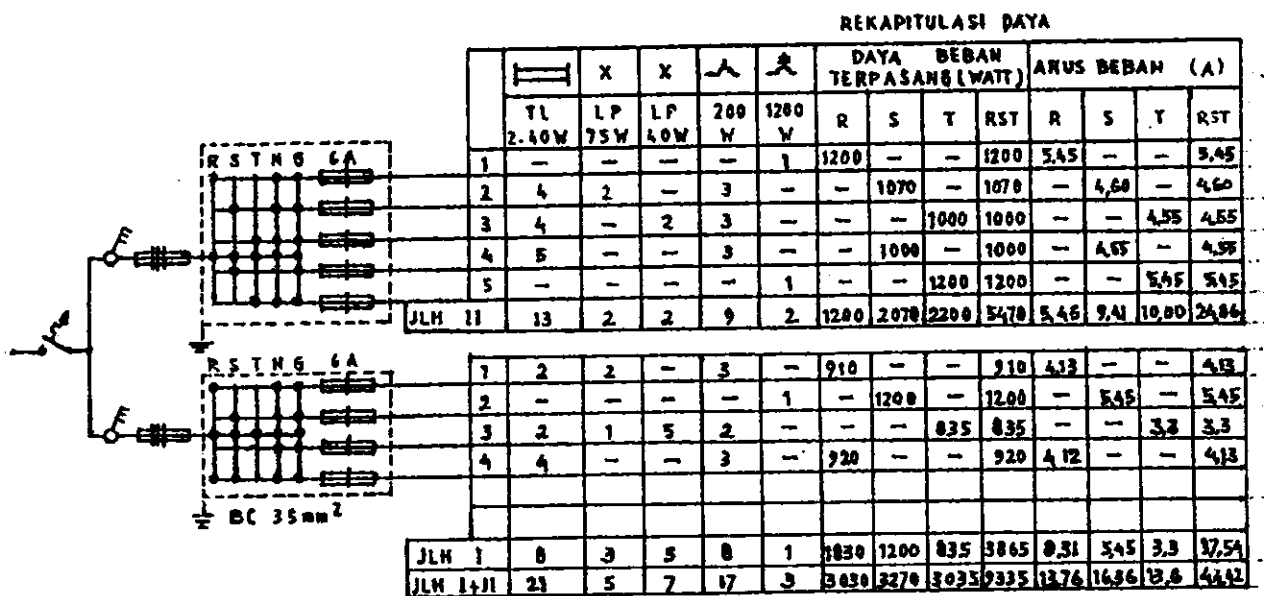
Setelah daya tiap lampu kita dapatkan langkah selanjutnya adalah membuat diagram instalasi dan rekapilasi dari instalasi yang kita rencanakan seperti gambar 2.4 .

3. Menentukan material yang diperlukan

Darin gambar instalasi dan diagram instalasi kita bisa menghitung material yang diperlukan sebagai berikut :

No	Bahan	Ukuran	Satuan	Banyak
1	Kotak hubungan bagi lengkap		buah	
2	Kabel NYM	2,5 mm ²	meter	
		1,5 mm ²	meter	
3	Pipa listrik	5/8 inc	meter	
4	Snur		meter	
5	Klem	5/8 inc	buah	
6	Bengkakan normal	5/8 inc	buah	
7	Knie	5/8 inc	buah	
8	Doos jalan	2-3-4	buah	
9	Rol isolator		buah	
10	Las dop		buah	
11	Tali benang	1 mm	buah	
12	Isolator pita			
13	Saklar seri	6A 250V	buah	
14	Saklar tunggal	6A 250V	buah	
15	Tule	5/8 inc	buah	
16	Fiting gantung	6A 250V	buah	
17	Fiting duduk	6A 250V	buah	
18	Stopkontak	6A 250V	buah	
19	Sekrup kayu			

No	Bahan	Ukuran	Satuan	Banyak
20	Kayu roset		buah	
21	Soket		buah	
22	Lampu SL	Watt	buah	
23	Lampu TL	Watt	buah	
24	Lampu pijar	Watt	buah	



Gambar 2.4 Diagram instalasi dan rekapitulasi kantor

C. Perencanaan Instalasi Penerangan Sekolah.

Ruang sekolah harus dapat dipergunakan untuk beraneka tugas visual, seperti membaca, menulis, menggambar, menari, percobaan-percobaan laboratarium, kerajinan tangan dan sebagainya. Untuk ruang sekolah dipergunakan penerangan yang merata dan pada tempat tertentu diperlukan penerangan lokal seperlunya misalnya

untuk papan tulis, meja kerja dan lain-lain.

Pada saat pelaksanaan pelajaran guru berusaha memusatkan perhatian murid ke depan kelasa dengan menggunakan alat bantu pendidikan seperti slide, flim, transference dan sebagainya. Untuk itu penerangan dalam ruangan harus dapat diredupkan dan diterangkan, sehingga didapat penerangan yang diperlukan sesuai dengan yang diharapkan.

Untuk ruangan belajar dianjurkan penerangan merata 200 lux dan pada papan tulis diperlukan penerangan 500 lux. Untuk laboratorium dan ruangan gambar diperlukan penerangan merata keseluruhan ruangan sebesar 500 lux.

Di dalam perencanaan instalasi penerangan sekolah kita harus mengusahakan untuk satu ruangan sebaiknya dilayani lebih satu kelompok dengan fase yang berbeda, sebab kalau dibuat satu kelompok seandainya sekering kelompoknya putus maka ruangan tidak dapat penerangan.

Untuk mengurangi efek kesilauan dan bayangan yang mengganggu untuk ruangan sekolah dianjurkan menggunakan penerangan dengan sistim semi langsung. Untuk penerangan suatu sekolah kita harus merencanakan untuk masing-masing ruangan.

Contoh perencanaan

1. Studio gambar

Rencanakanlah penerangan ruangan gambar seperti data berikut ini :

Ukuran ruangan 8 x 10 meter

Warna flapon putih

Warna dinding warna muda

Tinggi ruangan 3,5 meter

Warna bidang kerja sedang

Tinggi lampu ke bidang kerja 2,75 meter

Jenis lampu yang digunakan TL 2X 40 Watt yang bisa menghasilkan fluk cahaya 5000 lumen.

Perencanaan

a. Indek ruangan

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{P \cdot L}{h_n (P + L)} \\
 &= \frac{8 \times 10}{2,75 (8 + 10)} \\
 &= \frac{80}{49,5} = 1,61
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 2 didapatkan efisiensinya adalah

$$K = 1,5 \quad \text{efisiensi} = 0,56$$

$$K = 2 \quad \text{efisiensi} = 0,63$$

Untuk $K = 1,61$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi} &= 0,56 + \frac{1,61 - 1,5}{2 - 1,5} (0,63 - 0,56) \\
 &= 0,575
 \end{aligned}$$

Karena cahaya yang terarah ke bidang kerja hanya 65 % maka efisiensi adalah $\frac{65}{75} \times 0,575 = 0,498$

Karena pengotoran ruangan termasuk sedang maka faktor depresi untuk 2 tahun = 0,8

b. Menentukan besarnya fluk cahaya

$$\begin{aligned}
 \phi &= \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d} \\
 &= \frac{500 \times 8 \times 10}{0,49 \times 0,8} = \frac{40000}{0,398} = 100334,49
 \end{aligned}$$

$$\phi_l = 5000 \text{ lumen}$$

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{\phi_t}{\phi_l} \\
 &= \frac{100334,49}{5000} \\
 &= 20,066 \text{ titik}
 \end{aligned}$$

Jumlah titik lampu dibulatkan menjadi 20 titik.

2. Studio tari

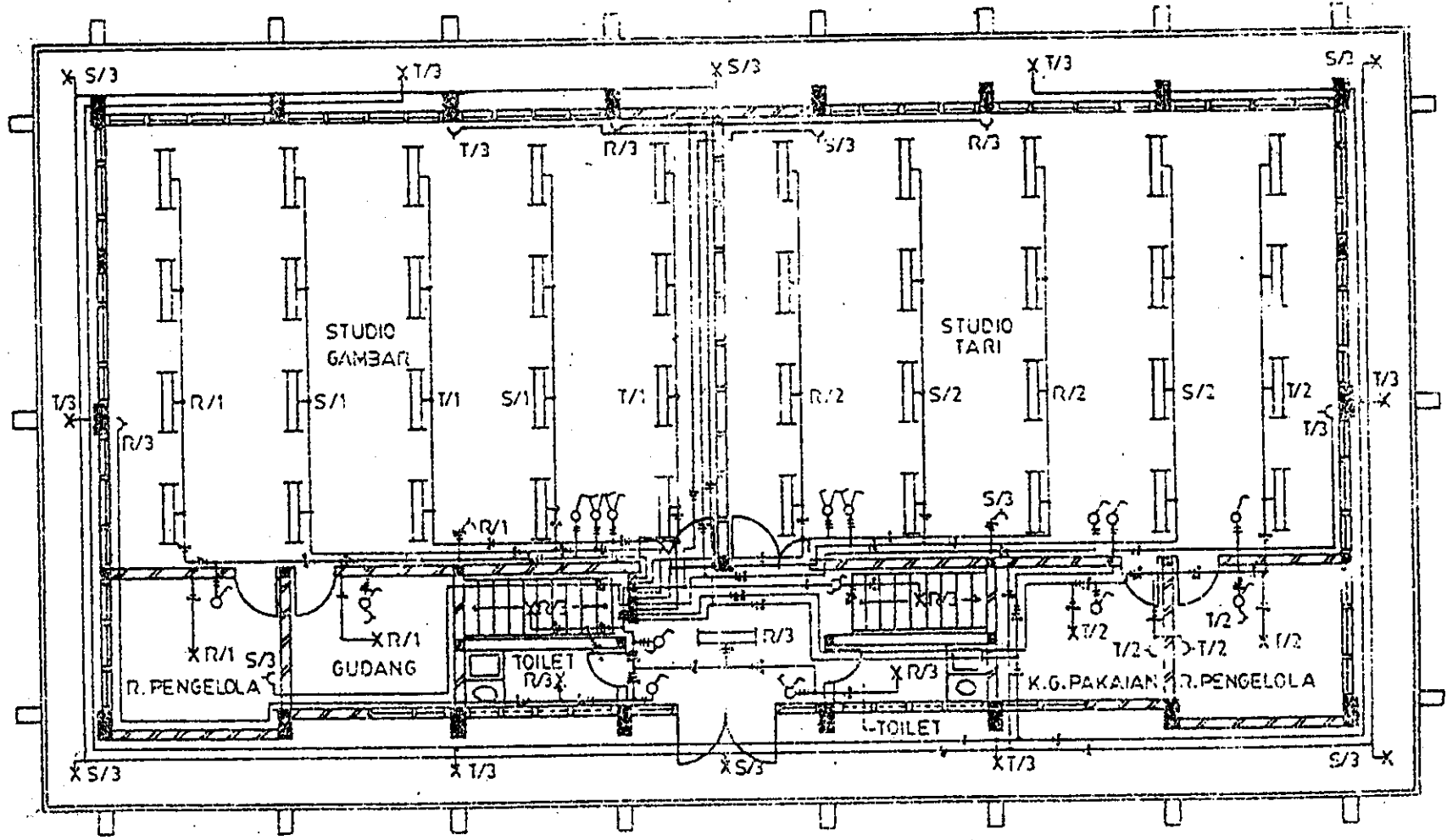
Karena ukuran studio gambar dan studio tari sama dan intensitas penerangannya juga sama maka jumlah titik lampu untuk studio tari juga 20 titik

Setelah jumlah titik lampu untuk semua ruangan kita dapatkan kita bisa membuat gambar instalasi dan diagram instalasi seperti gambar 2.4 dan gambar 2.5

Dari gambar 2.4 dan gambar 2.5 kita bisa menghitung material yang diperlukan sebagai berikut:

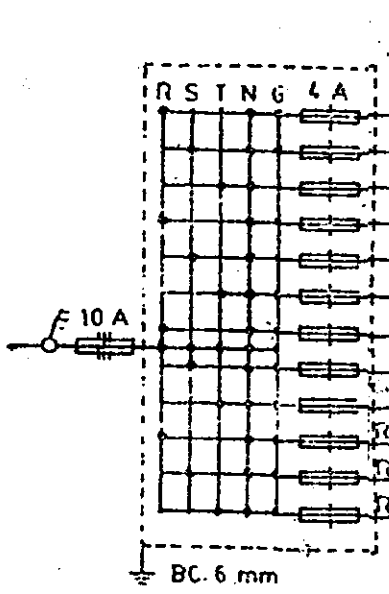
No	Bahan	Ukuran	Jumlah
1	Kotak hubungan bagi lengkap	4 kelompok	buah
2	Kabel NYA	2,5 mm ²	meter
		1,5 mm ²	meter
3	Pipa listrik	5/8 inc	meter
4	Snur		meter
5	Klem	5/8 inc	-
6	Bengkokan normal	5/8 inc	-
7	Knie	5/8 inc	-
8	Doos jalan	2-3-4	-
9	Rol isolator		buah
10	Las dop		buah
11	Tali benang	1 mm	buah
12	Isolator pita		
13	Saklar seri	6A 250V	buah
14	Saklar tunggal	6A 250V	buah
15	Saklar tukar	6A 250V	buah
16	Fiting gantung	6A 250V	buah
17	Fiting duduk	6A 250V	buah

No	Bahan	Ukuran	Jumlah
18	Stopkontak	6A 250V	buah
19	Sekrup kayu		-
20	Kayu roset		buah
21	Soket		buah
22	Lampu SL	Watt	buah
23	Lampu TL	Watt	-
24	Lampu pijar	Watt	buah



Gambar 2.4 Instalasi penerangan ruang sekolah

REKAPITULASI DAYA



No	X		~	ARUS BEBAN (A)			
	TL 2x40W	P 50W		100W	R	S	T
1	4	2	2	2,91	-	-	2,91
2	6	-	-	-	2,91	-	2,91
3	8	-	-	-	-	2,91	2,91
4	8	-	-	2,91	-	-	2,91
5	8	-	-	-	2,91	-	2,91
6	4	2	3	-	-	3,35	3,35
7	1	4	3	3,05	-	-	3,05
8	-	6	3	-	3,00	-	3,00
9	-	6	2	-	-	2,55	2,55
Reserve							
Reserve							
Reserve							
Jumlah (W) II				1950	1940	1940	5830

Gambar 2.5 Diagram instalasi dan rekapitulasi ruangan sekolah

D. Perencanaan Instalasi Penerangan Rumah Sakit.

Rumah sakit mempunyai tata letak yang kompleks, masing-masing ruangan mempunyai persyaratan penerangan tersendiri. Pada dasarnya ruangan rumah sakit bisa dibagi atas dua kelompok besar yaitu :

1. Ruang pasien.
2. Ruang operasi, ruang pemeriksaan, laboratorium apotik dan lain-lain.

1. Ruang pasien

Ruang untuk pasien lazimnya diperuntukkan tidak lebih dari 6 tempat tidur, namun taraf penyembuhan masing-masing pasien dapat berbeda-beda, maka penerangan umum dalam ruangan harus mencakupi untuk pasien-pasien yang lebih sembuh tanpa mengganggu pasien-pasien yang masih sakit. Untuk itu cukup dipasang penerangan dengan intensitas cahaya 100 lux

dengan lampu tabung fluorecent dan indeks warna di atas 70.

Untuk ruangan yang lebih kecil dengan kapasitas 2 atau 3 tempat tidur. Sistem penempatan armatur cukup ditarok di dinding atas ujung kepala tempat tidur, sehingga lampu dapat dinyalakan oleh pasien. Lampu yang dipasang dengan intensitas cahaya 100 lux.

Pada malam hari sewaktu pasien tidur, masih perlu ada penerangan untuk perawat memeriksa di ruangan. Untuk ruangan anak-anak diterangi dengan intensitas cahaya 0,5 lux dan untuk orang dewasa 0,1 lux dan tidak boleh langsung menyinari pasien.

Pada setiap ruangan perlu dipasang stopkontak untuk pemasangan alat-alat pemeriksa yang menggunakan listrik.

Koridor perlu diberi penerangan yang seimbang dengan kamar pasien, agar supaya perawat tidak mengalami kesulitan untuk pindah dari satu kamar ke kamar lainnya. Intensitas cahaya pada koridor saat siang hari 100 lux dan malam hari cukup 5 lux.

2. Ruang operasi

Persyaratan-persyaratan terpenting untuk ruang operasi kemampuan untuk memeriksa aneka detail dari kulit, jaringan dan organ-organ tubuh, serta kemampuan mengendalikan instrumen-instrumen beban di meja operasi.

Ukuran kritis dari pada detail yang perlu diamati sangatlah kecil dan kontrasnya juga sedikit sekali, sehingga iluminasi yang diperlukan pada daerah operasi luas (sekitar 500cm^2) sangat tinggi yaitu 10.000 lux dan bahkan sampai 20.000 lux. Iluminasi ini harus dapat divariasikan.

Untuk meja operasi dikenal 2 sistem penerangan :

- a. Armatur yang mengandung sistim optis tergantung dari langit-langit dengan cantilever suspension dan dapat diatur oleh ahli bedah atau assistennya. Armatur itu berisi satu atau lebih lampu pijar yang mudah diganti lampunya, dan sederhana pengaturannya. Cahaya harus mencapai daerah operasi dari sudut yang lebar supaya tidak menimbulkan bayang-bayang yang mengganggu.

Kritik utama terhadap sistim ini ialah bahwa keberihan armatur sukar dijamin dan bahwa armatur itu menghasilkan radiasi panas yang terpusat secara lokal.

- b. Beberapa proyektor tertutup dipasang pada langit-langit yang transparant, serta dapat diatur dari kejauhan (remote control) untuk mengarahkan berkas-berkas cahaya ke meja operasi. Sistim penerangan ini fleksibel sekali, dan bermanfaat untuk teaching hospital kerana tidak menutupi pemandangan para peninjau. Namun lebih kompleks dan memerlukan keterampilan untuk mengatur proyektor-proyektor itu dari kejauhan.

Mengingat tingginya illuminasi pada meja bedah, maka keseluruhan ruang operasi diberi penerangan umum dengan illuminasi 300 lux. Ini diperlukan untuk melakukan tugas-tugas bantuan dan menjalankan peralatan lainnya. Peralatan eletronik yang peka terhadap cahaya, perlu dilindungi secara khusus.

Armatur untuk ruang operasi harus tertutup sepetuhnya, agar memenuhi persyaratan-persyaratan kebersihan yang ketat dan mencegah jatuhnya pecahan lampu ke meja operasi andaikata terjadi kerusakan.

Untuk penerangan langsung meja operasi dipilih lampu pijar tungsten karena efek warnanya mendekati sinar matahari, dan lebih penting lagi sudah dikenal

benar-benar oleh para dokter bedah.

Untuk penerangan umum bagi keseluruhan ruang operasi dipilih lampu-lampu tabung fluorescent dengan warna cahaya *sejuk* dan indek warna di atas 85. Suatu keuntungan lampu fluorescent ialah kurang menghasilkan panas.

Penerangan umum dalam ruang-ruang anaesthetika, recovery, plaster, endoskopi dan laboratorium harus sama dengan ruang operasi, yaitu dengan iluminasi 300 lux dan efek warna yang sama (85). Dalam ruang recovery perlu tersedia stopkontak-stopkontak guna menyambung lampu khusus untuk pemeriksaan, sedang lampu di atas masing-masing tempat tidur harus dapat diredup maupun ditingkatkan iluminasi sampai 300 lux. Demikian juga dalam ruang anaesthetika perlu disediakan lampu untuk pemeriksaan, yaitu spotlight yang permanen atau yang dapat dipindah-pindahkan; di sini lampu-lampu penerangan umum harus juga dapat diredupkan guna menciptakan kondisi lingkungan yang paling cocok.

Untuk penerangan umum dalam ruangan-ruangan tempat melakukan pemeriksaan; dipilih lampu tabung fluorescent jenis *white de luxe*. Ruangan X-ray cukup diberi penerangan umum dengan iluminasi 75 - 100 lux, misalnya dengan lampu-lampu dinding yang menciptakan suasana tenang.

Sistim penerangan amat penting bagi ruang-ruang operasi, anaesthetika, recovery dan sterilisasi. Sistim ini harus terpercaya, aman serta permanen. Khusus untuk meja operasi sistim penerangan dalam keadaan bahaya harus mampu menyediakan penerangan yang sepenuhnya sama dengan sistim penerangan normal, tanpa terputus penerangannya. Semua daerah lalu lintas dan pintu-pintu ke luar juga harus diterangi

oleh sistim dalam keadaan bahaya tersebut.

Di dalam perencanaan instalasi penerangan rumah sakit kita harus merencanakan untuk masing ruangan.

3. Contoh perencanaan

Rencanakanlah instalasi penerangan sebuah ruang operasi seperti gambar 2.6 , dengan ketentuan sebagai berikut:

Ukuran ruangan 6 x 6 meter

Warna plafon putih

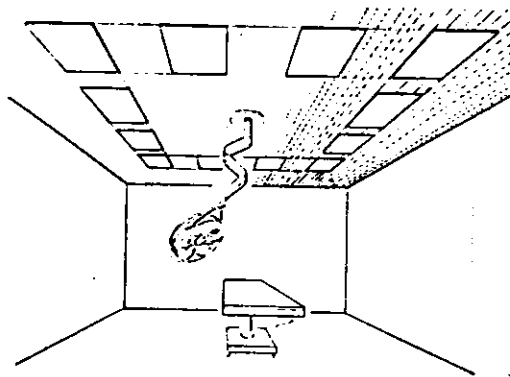
Warna dinding warna muda

Warna bidang kerja sedang

Jenis lampu yang digunakan untuk ruangan TL 2 x 40 W dengan fluk cahaya lampu 3 x 3000 = 6000 lumen.

Intensitas cahaya untuk ruangan 300 lux dan untuk daerah operasi (sekitar 500 cm²) = 20.000 lux. Jenis

lampu yang digunakan lampu pijar tungsten 1000 Watt. Tinggi ruangan 3,75 meter dan tinggi meja operasi 45 cm.



Gambar 2.6 Ruang operasi

Hadinoto (1978. 00)

Perencanaan

a. Indek ruangan

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{P \cdot L}{h_n (P + L)} \\
 &= \frac{6 \times 6}{3 (6 + 6)} \\
 &= \frac{36}{36} = 1
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 2 didapat efisiensinya 0,44

Karena cahaya yang terarah ke bidang kerja hanya 65% maka efisiensi =

$$\begin{aligned}
 &= \frac{65}{75} \times 0,44 \\
 &= 0,38
 \end{aligned}$$

Pengotoran ruangan termasuk ringan maka faktor depresiasi untuk 2 tahun adalah 0,9

b. Menentukan jumlah titik lampu

Berdasarkan fluk cahaya yang diperlukan ruangan ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \theta &= \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d} \\
 &= \frac{300 \times 6 \times 6}{0,38 \times 0,9} \\
 &= 31.468,54
 \end{aligned}$$

$$\theta_l = 6000$$

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{\theta}{\theta_l} \\
 &= \frac{31.468}{6000} = 5,244
 \end{aligned}$$

Jadi jumlah titik lampu untuk ruangan adalah 6 titik.

Untuk penerangan meja operasi cukup dipasang 1 buah lampu 1000 Watt.

Setelah daya tiap lampu kita dapatkan langkah selanjutnya membuat gambar instalasi, diagram instalasi dan menghitung material yang diperlukan. Untuk menghitungnya sama cara dengan menghitung material untuk instalasi rumah.

E. Perencanaan Penerangan Industri.

Persyaratan-persyaratan penerangan buatan dalam industri ditentukan oleh tugas visuil dan oleh kondisi lingkungannya. Tugas-tugas visuil itu juga lebih beraneka ragam dari pada dalam kantor atau sekolah, dengan detail yang besar ataupun sangat gelap, dengan detail berwarna terang ataupun sangat kabur. Makin berat tugas visuilnya, makin tinggi iluminasi yang diperlukan dan makin ketat persyaratan penghindaran kesilauan.

Untuk penerangan umum dipasang armatur-armatur dalam beris-baris teratur di seluruh langit-langit. Baris-baris lampu sebaiknya tegak lurus kepada baris-baris meja atau mesin (agar mengurangi bayangan dan kesilauan), namun dapat juga dipasang sejajar (agar lebih santai).

Kalau dalam bagian-bagian ruangan tertentu dilakukan pekerjaan yang lebih teliti, iluminasi dapatdiper-tinggi dengan pemasangan lampu-lampu yang kuat dan/atau memperkecil jarak antara armatur-armatur pada satu baris ataupun antara baris-baris, atau dengan menambahkan penerangan lokal.

Di dalam merencanakan sistim penerangan buatan, peranan penerangan alami siang hari perlu diperhitungkan. Lazimnya penerangan alami siang hari masuk dari

jendela-jendela di dinding dan tidak cukup menerangi seluruh ruangan yang lebar; maka penerangan buatan perlu menunjang dan melengkapinya, dan sebaiknya dapat dinyatakan baris demi baris yang sejajar dengan jendela.

Untuk pekerjaan-pekerjaan kasar dan rutin, pekerjaan-pekerjaan dengan detail berukuran besar, dan pekerjaan-pekerjaan dengan bahan yang jelas kontrasnya, cukup dengan iluminasi 100 lux - 200 lux. Untuk pekerjaan sedang, tanpa konsentrasi yang besar diperlukan iluminasi 200 lux - 500 lux.

Makin halus pekerjaannya dan menyangkut inspeksi seta quality control, ataupun makin halus detailnya dan kurang kontrasnya, makin tinggi iluminasi yang diperlukan yaitu 500 lux - 1000 lux. Pekerjaan yang amat halus, tepat dan teliti seyogyanya diberi penerangan dengan iluminasi 1000 lux - 2000 lux.

Bagian pabrik yang memerlukan pengamanan visuil sewaktu tidak dioperasikan, dapat diberi iluminasi merata 20 lux. Untuk ruangan atau bagian ruangan tempat pemeriksaan warna secara teliti, sebaiknya diberi iluminasi 750 lux dengan lampu yang kualitas efek warnanya tinggi, di atas 85.

Tinggi randahnya pemasangan armatur dan langit-langit mempengaruhi penyebaran dari pada sumber cahaya-sumber cahaya itu serta pemilihan jenis reflektornya. Kalau armatur-armatur dipasang dalam baris-baris teratur, maka jarak diantara baris-baris itu tidak boleh lebih dari 1,5 kali tinggi armatur dari meja-kerja, supaya tercapai iluminasi yang seragam. Kalau tinggi langit-langit dari 7 m lazimnya dipilih reflektor yang menyebarkan cahaya. Kalau langit-langit dari 7 m tingginya, lebih ekonomis memilih reflektor yang memusatkan cahaya ke bawah dalam berkas sempit. Reflektor-reflektor ini perlu memancarkan sebagian cahayanya seperti dalam

terowongan, dan untuk mengurangi kontras antara armatur dengan langit-langit. Lebih baik lagi kalau langit-langit itu rata dan berwarna putih.

Di dalam industri dapat ditemui kondisi lingkungan yang mengakibatkan perlunya dipilih lampu, armatur dan tindakan-tindakan pengaman yang khusus.

Kondisi-kondisi termaksud ialah :

1. Banyak debu
2. Banyak air
3. Banyak cairan atau uap yang korrosif
4. Banyak debu atau uap yang memungkinkan ledakan
5. Bersuhu tinggi atau rendah.

Armatur-armatur lazim digantung pada balok-balok atap. Perlu ditinjau kemungkinan pemasangan rel-rel penyambung lampu, demi fleksibilitas di dalam penyebaran maupun di dalam jumlah armatur. Dengan memilih lampu yang lebih kuat maka jumlah armatur yang diperlukan dapat dikurangi. Armatur harus mudah dipasang dan dipelihara serta lampunya mudah diganti.

Saklar-saklar jangan tersebar di seluruh ruangan melainkan dipusatkan pada beberapa tempat yang memungkinkan pengawasan secara menyeluruh. Jikalau penerangan buatan hanya dimaksudkan untuk menunjang penerangan alami siang hari apabila cuaca sedang gelap, dapat dipertimbangkan penggunaan photo-cell untuk menyalakan lampu secara otomatis.

Lampu dan armatur harus mudah dicapai tanpa mengganggu proses produksi dalam industri. Untuk ruangan-ruangan yang sangat tinggi dapat dipertimbangkan penggunaan *catwalk* (atau sarana lain jenis) untuk memudahkan pemeliharaan dan pengantian lampu. Dengan demikian akan menekan biaya pemeliharaan lampu, meningkatkan mutu penerangan, dan pula lebih aman, sehingga dalam jangka panjang dapat mengimbangi biaya investasinya.

Lazimnya dipilih lampu-lampu pelepasan listrik karena efisiensi tinggi dan umurnya panjang. Kalau tinggi langit-langit di atas 7 m dapat dipertimbangkan penggunaan metal halide, lampu sodium bertekanan tinggi, atau lampu mercury bertekanan tinggi dengan koreksi warna, lampu-lampu ini cocok, baik dari segi teknik maupun dari segi pemeliharaan dan ekonomi.

Pada lampu-lampu pelepasan listrik dapat timbul efek stroboskopis berpengaruh kurang baik, dan bahkan membahayakan sehingga perlu diambil tindakan-tindakan untuk mengatasinya.

Untuk melaksanakan tugas-tugas visuil yang khusus, ditambah penerangan lokal yang ditempatkan secara khusus pula yaitu sesuai dengan persyaratan visuilnya. Penerangan tambahan ini berfungsi untuk menonjolkan kontras antara detail yang perlu diamati dengan latar belakangnya dan antara detail itu sendiri. Tugas-tugas seperti memeriksa obyek-obyek kecil atau merakit onderdil halus, mengecek ukuran/dimensi, memeriksa obyek yang bergerak/berputar, memeriksa bahan-bahan seperti kaca, dan lain-lain, memerlukan perlatan penerangan yang khas. Misalnya kaca pembawa dengan lampu di dalamnya, proyektor untuk membesarkan gambar obyek, stroboskop yang melihat obyek berputar seolah-olah diam, cahaya monokromatis seperti dari lampu sodium bertekanan rendah, dan lain-lain.

Rencanakanlah instalasi sebuah industri triplek dengan data-data sebagai berikut:

Panjang ruangan = 70 meter

Lebar ruangan = 30 meter

Lampu yang digunakan HPI 400 Watt

Fluk cahaya = 36.000 lumen, $\text{Cos } \phi = 0,55$

Intensitas cahaya yang diperlukan = 200 lux

Lampu digantung 1 meter di bawah atap ruangan

1. Perencanaan

a. Indek ruangan

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{P \cdot L}{hn (P + L)} \\
 &= \frac{70 \times 30}{11 (70 + 30)} \\
 &= \frac{2100}{1000} = 1,9
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel pada lampiran 6 didapat

$$K = 1,5 \quad , \quad \text{Efisiensi} = 0,64$$

$$K = 2 \quad , \quad \text{Efisiensi} = 0,68$$

Untuk $K = 1,9$, ditentukan dengan interpolasi

$$\begin{aligned}
 \eta &= 0,64 + \frac{(1,9 - 1,5)}{(2 - 1,5)} (0,68 - 0,64) \\
 &= 0,672
 \end{aligned}$$

Karena pengotoran ruangan termasuk berat maka faktor depresiasi untuk 1 tahun = 0,8

b. Fluk cahaya yang diperlukan

$$\begin{aligned}
 \emptyset &= \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d} \\
 &= \frac{200 \times 70 \times 30}{0,672 \times 0,8} \\
 &= 781.250 \\
 N &= \frac{\emptyset_t}{\emptyset_l} \\
 &= \frac{781.250}{36.000} = 21,7
 \end{aligned}$$

Jumlah titik lampu dibulatkan menjadi 21 titik.

Sistim pemasangan lampunya dan diagram pengawatannya dapat dilihat pada gambar 2.7.

c. Menentukan besarnya arus nominal

Untuk menentukan arus nominal besarnya arus nominal digunakan rumus

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi}$$

Besarnya arus nominal tiap lampu adalah

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{V \cdot \cos \phi} \\ &= \frac{400}{220 \cdot 0,55} = 3,305 \text{ A} \end{aligned}$$

Karena sumber tegangan yang digunakan sistim tiga fase maka masing-masing fase melayani 7 buah lampu maka arus yang mengalir tiap fase adalah $7 \times 3,305 = 23,14 \text{ A}$

d. Menentukan besarnya penampang kabel

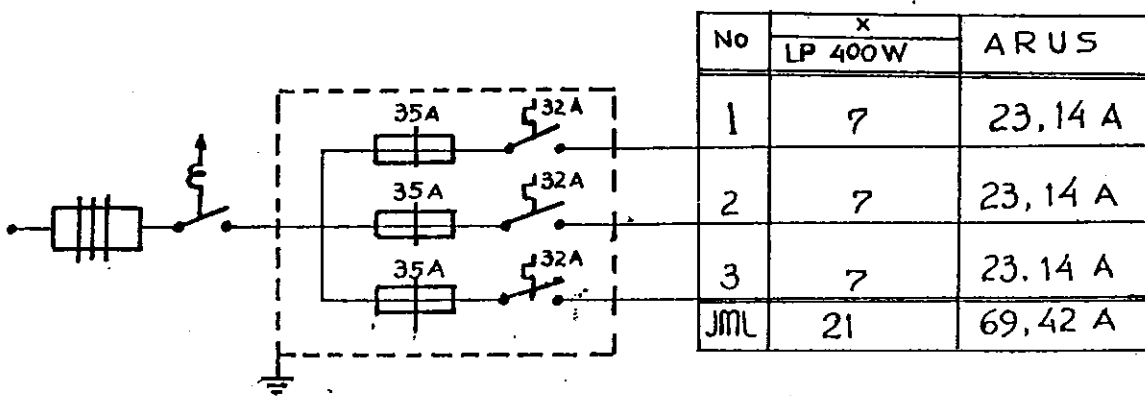
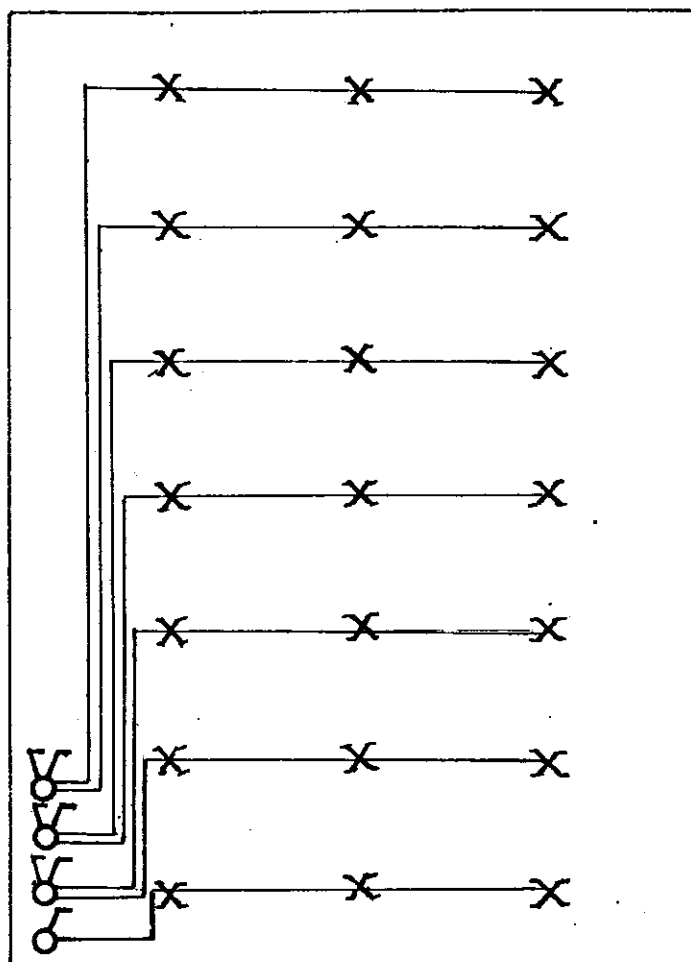
$$\begin{aligned} \text{Besarnya arus penampang kabel} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 23,14 = \\ &= 28,92 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel kemampuan kabel untuk instalasi tersebut cukup digunakan kawat NYA 2,5 mm² dengan panjang 420 meter.

e. Menentukan besarnya kemampuan MCB

$$\begin{aligned} \text{Untuk penghubung dan pengaman beban lebih} \\ \text{digunakan MCB yang kemampuannya} &= 1,25 \times I_n \\ &= 1,25 \times 23,14 = 28,92 \text{ A} \end{aligned}$$

Untuk itu digunakan MCB 32 A



Gambar 2.7 Instalasi Penerangan Industri

- f. Menentukan besarnya kemampuan pengaman hubungan singkat cabang

Pengaman hubung singkat cabang untuk arus 28,92 Amper, untuk itu digunakan sekring 35 A.

- g. Menentukan besarnya kemampuan pengaman hubung singkat utama.

Pengaman hubung singkat utama yang digunakan harus mampu untuk arus

$$= 1,25 \times I_{n \text{ terbesar}}$$

$$= 1,25 \times 23,14 = 28,92 \text{ A}$$

Untuk itu digunakan sekring 35 A.

- h. Menentukan besarnya kemampuan kontaktor

Kontaktor yang digunakan harus mampu untuk arus $1,25 \times 23,14 \text{ A} = 28,92 \text{ A}$.

Untuk itu digunakan kontaktor 3 TB 4417 yang mampu untuk arus 32 A.

- i. Menentukan jumlah pipa

Untuk menentukan jumlah pipa bisa diukur dari gambar instalasi. Berdasarkan hasil pengukuran didapat jumlah yang diperlukan = 226 meter.

- j. Menentukan jumlah saklar

Untuk industri digunakan saklar dengan sistim terpusat yang mana satu deret lampu dilayani oleh saklar, untuk itu digunakan 7 buah saklar.

2. Menentukan meterial yang diperlukan

Dari data di atas dapat dihitung material yang dibutuhkan sebagai berikut

No	Nama Material	Jumlah
1	Lampu HPI 400 W	21 buah
2	Armatur lampu	21 buah
3	MCB 32 A	3 buah

No	Nama Material	Jumlah
4	Sekring cabang 35 A	3 buah
5	Sekring utama 50 A	3 buah
6	Kontaktor 32 A	1 buah
7	Saklar 5 A 220 V	7 buah
8	Pipa PVC 5/8 inc ²	226 meter
9	Kabel NYA 2,5 mm ²	420 meter
10	Panel utama	1 buah

B A B III

PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN SARANA OLAHRAGA

Olahraga merupakan kebutuhan jasmani seorang, olahraga bisa dilakukan pada siang hari, sore hari dan malam hari, juga olahraga ada yang dilakukan di dalam gedung dan di luar gedung. Olahraga yang dilakukan pada sore hari dan malam hari memerlukan penerangan buatan. Untuk mendapatkan penerangan yang baik diperlukan perencanaan yang baik.

Masing-masing cabang olahraga mempunyai persyaratan yang berbeda-beda, selanjutnya juga perlu dipenuhi keperluan visual para penonton.

Pada perencanaan penerangan olahraga jenis penempatan armatur harus diperhitungkan terutama efek kesilauannya pada pemain juga pemeliharaan lampu harus mudah dan murah

Penerangan sarana olahraga ini bisa dibagi atas :

A. Perencanaan Instalasi Penerangan Lapangan Sepakbola.

Lapangan sepakbola pada umumnya dibuat pada ruangan terbuka, untuk mendapatkan penerangan yang merata kita memerlukan menara untuk tempat meletakkan lampu.

Langkah-langkah perencanaan instalasi lapangan sepakbola:

1. Menentukan tinggi menara

Untuk menentukan tinggi menara kita menggunakan rumus

$$H = (D + 1/3 L) \operatorname{Tgn} 30^{\circ}$$

Dimana : Syamsuarnis. Teknik Penerangan (1989. 100)

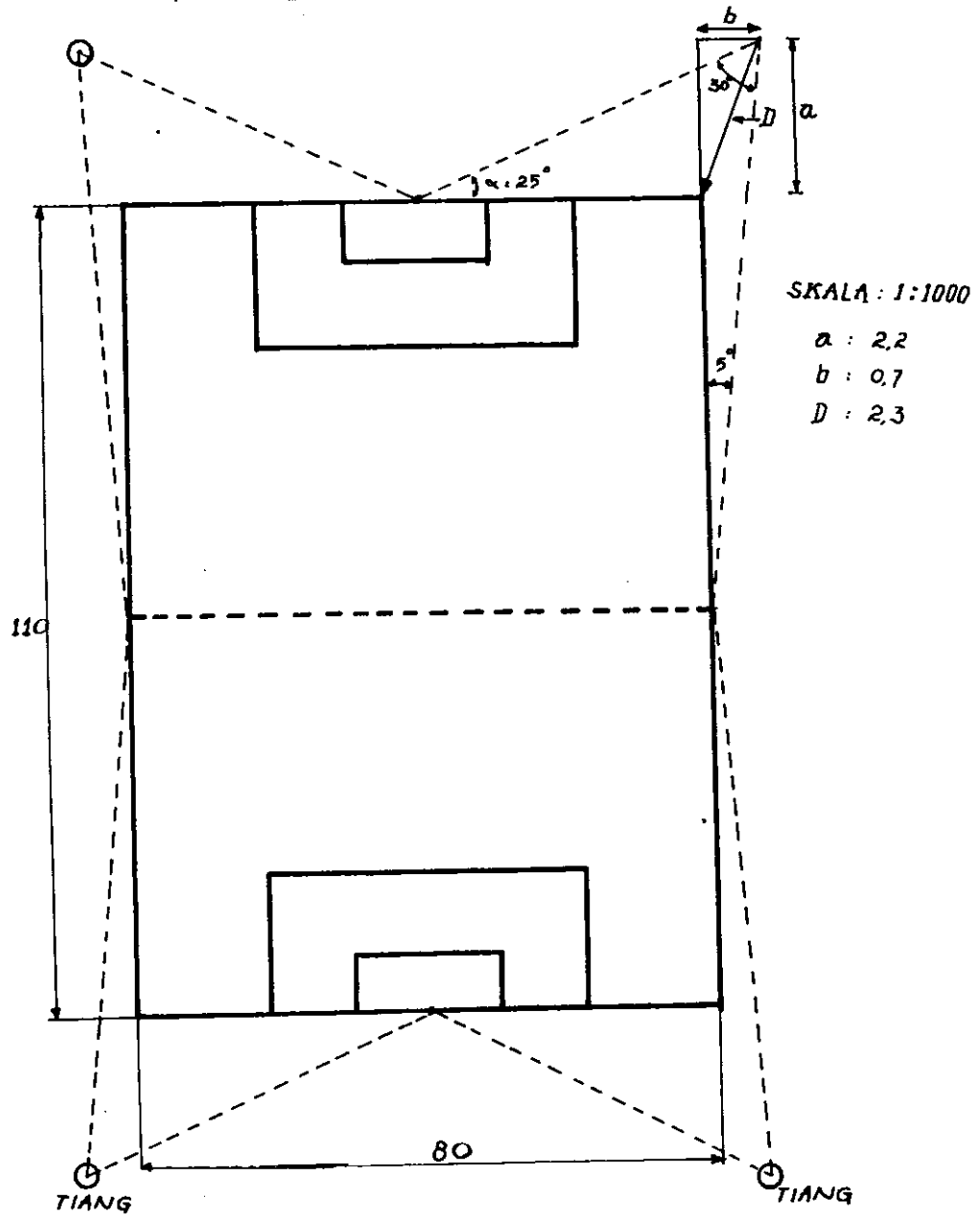
H = Tinggi tiang lampu (meter)

D = Jarak tiang dengan sudut lapangan (meter)

L = Lebar lapangan (meter)

Menurut buku Lighting manual dari Philips untuk mendapatkan penerangan yang merata jarak tiang dengan

tengah-tengah tiang gawang harus membentuk sudut 25° . Dan dengan tengah-tengah panjang lapangan dengan sudut 5° seperti gambar 3.1



Gambar 3.1 Denah lapangan sepakbola

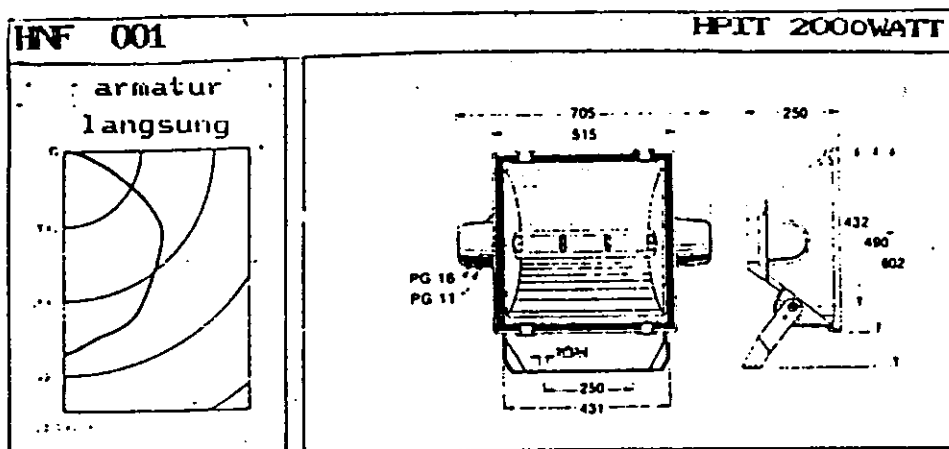
2. Mentukan jumlah titik lampu

Untuk menentukan flux cahaya yang diperlukan digunakan rumus :

$$\phi = \frac{E \cdot A}{\text{eff} \cdot d}$$

Berdasarkan standar, penerangan untuk lapangan sepakbola diperlukan intensitas penerangan sebesar 500 Lux. Sedangkan untuk menentukan efisiensi penerangan dapat dilihat pada tabel 3, yang mana untuk penerangan luar efek dari refleksi dinding, plafon dan bidang kerja diabaikan.

Tabel 3
Efisiensi Penerangan Lampu Mercury
(Lighting Manual 1986)



efisiensi penerangan untuk keadaan baru													
rp		8	7	7	7	7	5	5	5	5	3	3	0
rw		5	5	5	3	3	5	5	3	3	3	1	0
ra		3	2	1	3	1	3	1	3	1	1	1	0
V %	0.5	.29	.29	.27	.23	.22	.28	.27	.22	.22	.22	.18	.17
	0.6	.34	.34	.32	.28	.27	.33	.31	.27	.26	.26	.23	.21
	0.8	.44	.43	.40	.36	.35	.41	.39	.36	.35	.34	.31	.29
	1.0	.51	.50	.47	.44	.42	.48	.46	.43	.41	.41	.38	.36
	1.2	.56	.55	.51	.49	.46	.52	.49	.47	.45	.45	.42	.40
	1.5	.62	.60	.55	.55	.51	.58	.54	.53	.50	.50	.47	.45
	2.0	.68	.66	.60	.61	.56	.63	.59	.59	.56	.55	.52	.51
	2.5	.72	.70	.63	.66	.60	.67	.62	.63	.59	.58	.56	.54
	3.0	.76	.73	.65	.69	.63	.69	.64	.66	.61	.60	.59	.57
	4.0	.80	.77	.68	.74	.66	.73	.67	.70	.65	.63	.62	.60
5.0	.82	.80	.70	.77	.68	.75	.68	.72	.67	.65	.64	.62	

faktor depresiasi

untuk masa pemeliharaan	pengotoran ringan	pengotoran sedang	pengotoran berat
1 tahun	x	.85	.80
2 tahun	x	.80	.70
3 tahun	x	.70	.65

Jenis lampu yang digunakan untuk lapangan sepakbola adalah lampu mercury, dengan jenis metal holide lamp. Yang menurut katalog mempunyai data seperti tabel 4.

Tabel 4
Flux Cahaya Lampu

Kode	Flux (lumen)	Faktor daya
HPIT 250 W	17.000	0,55
HPIT 400 W	31.000	0,55
HPIT 1000 W	81.000	0,55
HPIT 2000 W	189.000	0,55

3. menghitung material yang diperlukan

Untuk menghitung material yang diperlukan kita bisa berpedoman kepada gambar instalasi dan gambar diagram instalasi yang direncanakan .

Karena daya yang digunakan untuk penerangan lapangan sepakbola cukup besar ,maka untuk mengoperasikan lampu digunakan kontaktor . Dengan menggunakan kontaktor kita bisa menghidupkan dan mematikan lampu pada panel lampu atau pada panel kontrol :

4. Contoh perencanaan .

Rencanakanlah instalasi penerangan sebuah lapangan sepakbola dengan data-data sbb:

Panjang lapangan = 110 meter

Lebar lapangan = 80 meter

Jenis lampu yang digunakan metal holide lamp.

HPIT 2000 W / 220 V

Flux cahaya lampu = 189.000 lumen

Cos θ lampu = 0,55

Intensitas cahaya = 500 Lux

Perencanaan.

a. Menentukan tinggi tiang yang digunakan.

Sebelum tinggi tiang ditentukan terlebih dahulu ditentukan jarak tiang dengan sudut lapangan. Berdasarkan gambar 3.1 didapat panjang " a " = 22 meter dan " b " = 7 meter, maka jarak tiang dengan sudut lapangan dapat ditentukan

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{a^2 + b^2} \\ &= \sqrt{22^2 + 7^2} \\ &= \sqrt{533} \\ &= 23 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= (D + 1/3 L) \operatorname{Tgn} 30^\circ \\ &= 23 + (1/3 \cdot 80) \cdot 0,577 \\ &= 28,6 \text{ meter} \end{aligned}$$

b. Indek ruangan

$$\begin{aligned} K &= \frac{P \cdot L}{h_m \cdot (P + L)} \\ &= \frac{110 \cdot 80}{28,6 (110 + 80)} \\ &= \frac{8800}{5434} = 1,62 \end{aligned}$$

Dari tabel.3 didapat effesiensi penerangan dengan nilai r_p , r_v , r_m diabaikan.

Untuk $K = 1,5$ effesiensi = 0,45

$k = 2$ effesiensi = 0,51

Untuk $K = 2,3$ ditentukan dengan interpolasi

$$\begin{aligned} \text{eff} &= 0,45 + \frac{1,62 - 1,5}{2 - 1,5} (0,51 - 0,45) \\ &= 0,464 \end{aligned}$$

Karena pengotoran ruangnya termasuk sedang maka faktor depresiasi untuk 2 tahun = 0,8

c. Penentuan jumlah titik lampu

$$\begin{aligned}\phi_l &= \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d} \\ &= \frac{500 \cdot 110 \cdot 80}{0,464 \cdot 0,8} \\ &= 11.956.521 \text{ lumen}\end{aligned}$$

$$\phi_l = 189.000 \text{ lumen}$$

$$\begin{aligned}N &= \frac{\phi_l}{\phi_l} \\ &= \frac{11.956.521}{189.000} \\ &= 63,2 \text{ titik}\end{aligned}$$

Titik lampu digenapkan menjadi 64 titik

Karena jumlah tiang ada 4 maka jumlah lampu tiap tiang = $64/4 = 16$ titik

d. Menentukan besarnya arus nominal tiap tiang

Untuk menentukan besarnya arus nominal yang mengalir tiap tiang digunakan rumus :

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \theta}$$

Besar arus tiap lampu :

$$\begin{aligned}I &= \frac{P}{V \cdot \cos \theta} \\ &= \frac{2000}{220 \cdot 0,55} = 16,52 \text{ A}\end{aligned}$$

Besar arus tiap tiang $16 \times 16,52 \text{ A} = 264,32 \text{ A}$

Karena sistim instalasi yang digunakan sistim tiga fasa maka besarnya arus nominal tiap tiang adalah

$$I_n = \frac{264,32}{3}$$

$$= 88 \text{ A}$$

- e. Menentukan penampang kabel yang digunakan.

Kabel yang digunakan tidak boleh dibebani maksimum, besar arus kemampuan kabel

$$= 1,25 \times I_n$$

$$= 1,25 \times 88$$

$$= 110 \text{ A}$$

Kalau kita gunakan kawat NYY, berdasarkan tabel kawat NYY (lampiran 2) kawat yang digunakan kabel NYY 4 x 35 mm². Dan panjang kabelnya bisa diukur dari gambar 3.2.

Berdasarkan gambar 2.2 panjang kabel yang dipergunakan $(484 \text{ m} + (4 \times 28,6)) + 10 \% = 658,24$ meter.

- f. Panjang pipa

Karena instalasi dipasang didalam tanah maka kawat NYY harus dipasang didalam pipa, yang panjangnya sama dengan kabel yang di dalam tanah tambah 10 % = $484 + 10\% = 532,4$ meter.

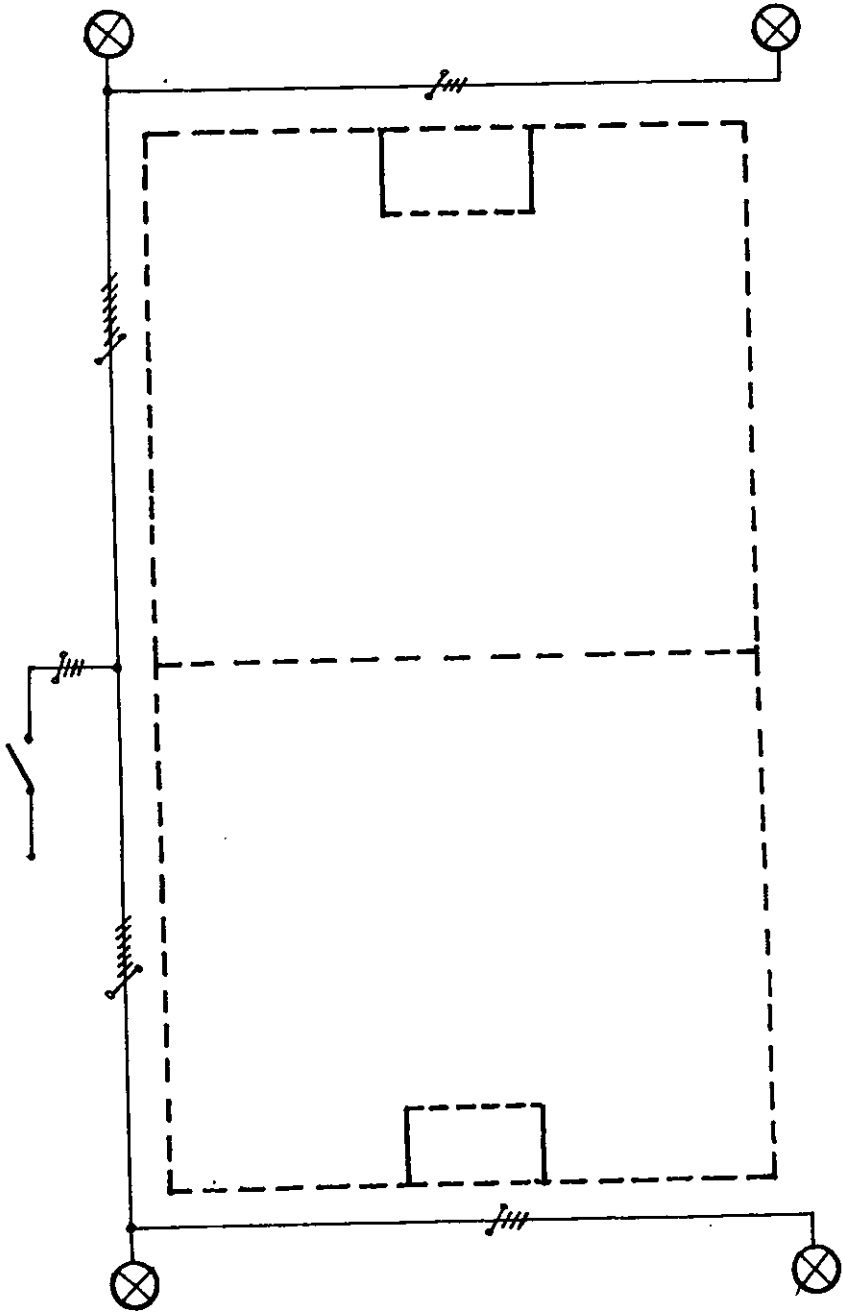
- g. Besarnya kemampuan kontaktor

Kontaktor yang digunakan minimal mampu mengalirkan arus $1,25 \times I_n = 1,25 \times 88 \text{ A} = 110 \text{ A}$. Berdasarkan lampiran 3, kontaktor yang digunakan adalah tipe 3 TB 5014, yang mampu untuk arus 110 A

- h. Besarnya kemampuan pengaman beban lebih

Pengaman beban lebih yang digunakan maksimal bisa diatur pada arus $1,25 \times I_n = 1,25 \times 88 \text{ A} = 110 \text{ A}$.

Berdasarkan lampiran 4, pengaman beban lebih yang digunakan dengan tipe 3 UA 4300 - 8 AR yang bisa diseting dari 90 A - 110 A.



Gambar 3.2 Instalasi lapangan sepakbola

i. Besarnya kemampuan sekering cabang

Sekring digunakan sebagai pengaman hubung singkat, besar kemampuan sekring 88 A. Digunakan sekering 100 A.

j. Besarnya disconnection switch

Sebagai pemutus digunakan disconnection switch besar kemampuannya minimal $1,15 \times I_n = 1,25 \times 88 \text{ A}$ sama dengan 92 A.

Digunakan disconnection switch 110 A sebagai pengganti disconnection switch, boleh juga digunakan MCB yang mampu untuk arus 110 A.

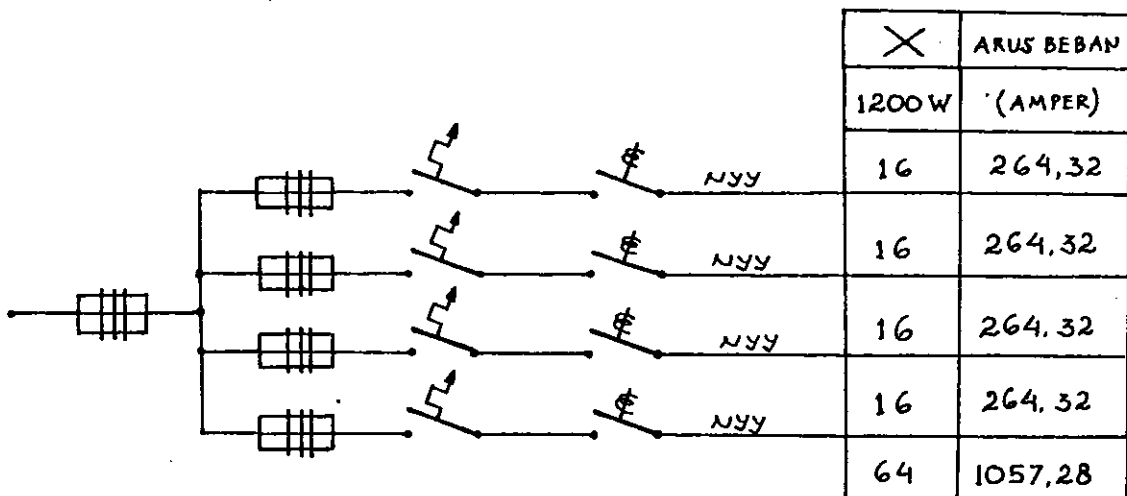
k. Besarnya sekring utama

Besarnya sekring utama = $1,25 \times$ arus nominal terbesar + arus nominal lainnya.

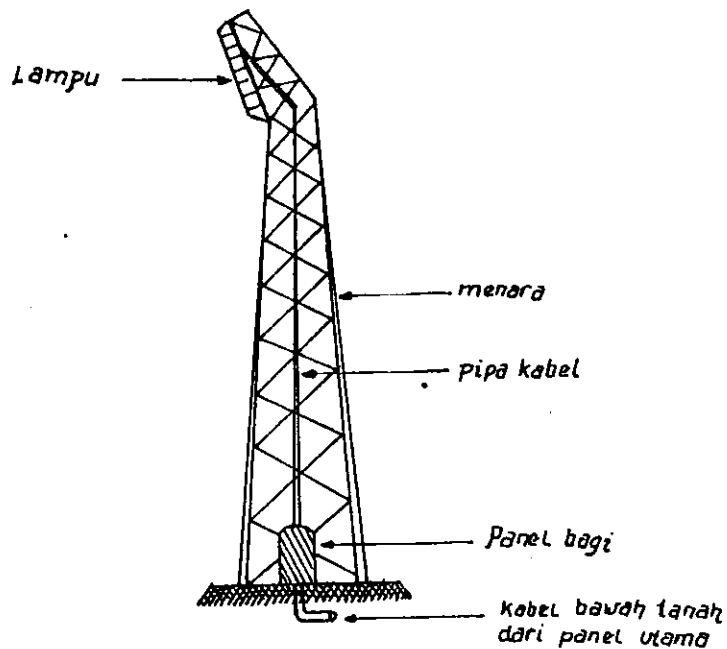
$$= (1,25 \times 88 \text{ A}) + (3 \times 88 \text{ A}) = 372 \text{ A.}$$

Digunakan sekring 400 A.

Gambar diagram pengawatan lapangan sepakbola ini dan bentuk tiang lampu dapat dilihat pada gambar 3.3 dan 4.4 .



Gambar 3.3 Diagram pengawatan lapangan sepakbola



Gambar 3.4 Bentuk tiang lampu lapangan sepakbola

1. Material yang digunakan

Dengan data yang telah terkumpul maka dapat disusun jumlah material yang dibutuhkan sebagai berikut :

No	Nama material	Jumlah
1	Lampu HPIT 2000 W / 220 V	64 buah
2	Armatur Lampu SNF 026	64 buah
3	Tiang lampu setinggi 28,6 m	4 buah
4	Panel box tiap tiang	4 buah
5	Panel box utama	1 buah
6	Sekring 100 A	12 buah
7	MCB 3 fasa 110 A	4 buah
8	Sekring utama 400 A	3 buah
9	Termal over load relay	4 buah
10	Kontaktor 3 fasa 110 A	4 buah
11	Kabel NYY 4 x 35	658,24 m

No	Nama material	Jumlah
12	Kabel NYY untuk kontrol 2 x 1,5	600 meter
13	Pipa PVC tebal	meter
14	Sambungan pipa	buah

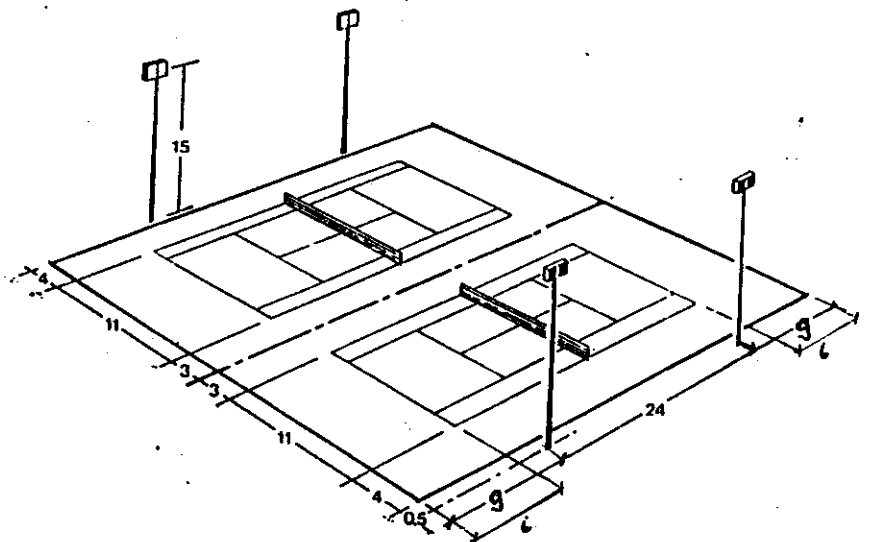
B. Perencanaan Instalasi Penerangan Lapangan Tenis.

Lapangan tenis pada umumnya dibuat di lapangan terbuka, untuk permainan yang dilakukan pada sore hari dan malam hari diperlukan penerangan buatan.

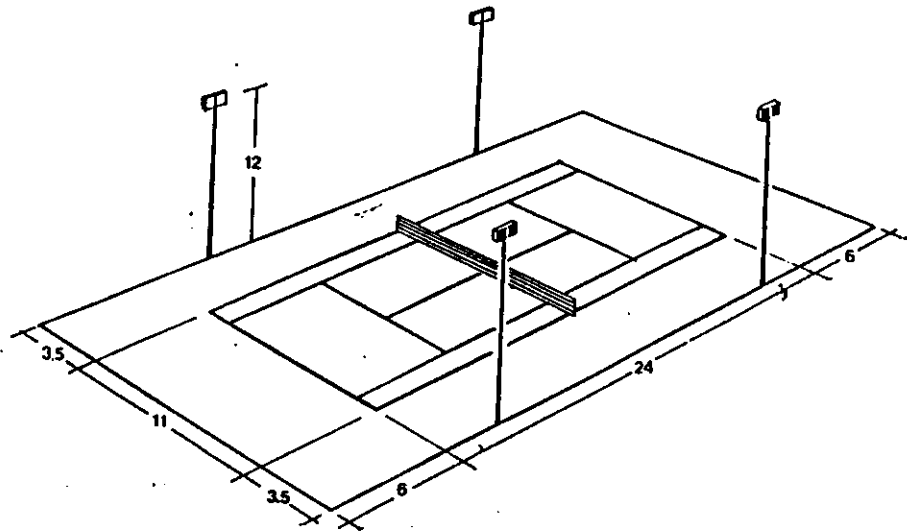
Langkah perencanaan instalasi lapangan tenis :

1. Menentukan tinggi tiang.

Berdasarkan lighting manual dari Philips, untuk mendapatkan penerangan yang merata, untuk sebuah lapangan tenis dapat dipasang posisi tiang seperti gambar 3.5 .



Gambar 3.5a Posisi tiang penerangan lapangan tenis untuk dua lapangan
(Philips Lighting Manual 1975.171)



Gambar 3.5b Posisi tiang penerangan lapangan tenis untuk satu lapangan.

Dari gambar 3.5a dapat dilihat bahwa untuk dua lapangan tenis cukup di pasang 4 buah tiang dengan tinggi 15 meter, sedangkan untuk satu lapangan cukup di pasang 4 buah tiang setinggi 12 meter.

2. Menentukan jumlah fluk cahaya.

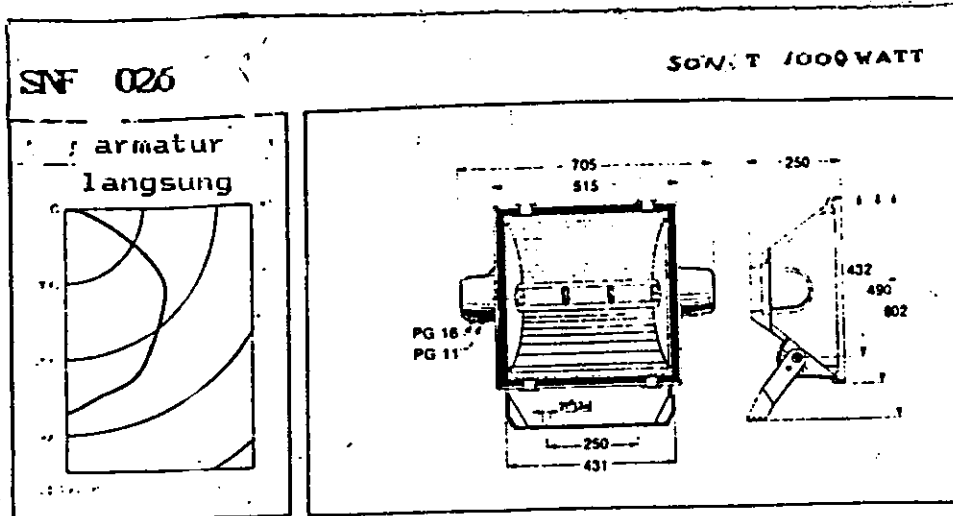
Untuk menentukan fluk cahaya yang diperlukan, digunakan rumus :

$$\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d}$$

Berdasarkan standar penerangan dalam gedung-gedung intensitas penerangan untuk lapangan tenis 300 - 500 Lux, dan efisiensi penerangannya dapat dilihat pada tabel 5.

Jenis lampu yang digunakan adalah lampu mercury, dengan jenis metal halide lamp atau lampu sodium (sox). Kalau menggunakan lampu sodium pemain tenis harus berpakaian putih.

Tabel 5
Efisiensi Penerangan Lampu Sodium
(Lighting Manual 1980)



efisiensi penerangan untuk keadaan baru

rp		.8	.7	.7	.7	.5	.5	.5	.5	.3	.3	0	
rw		.5	.5	.3	.3	.5	.5	.3	.3	.3	.1	0	
r'		.3	.3	.1	.3	.1	.3	.1	.3	.1	.1	0	
V	0.5	.39	.35	.37	.33	.33	.38	.37	.33	.32	.32	.29	.28
	0.6	.46	.45	.43	.40	.39	.44	.43	.39	.38	.38	.35	.34
%	0.8	.56	.56	.53	.50	.49	.54	.52	.50	.48	.48	.45	.44
	1.0	.64	.63	.59	.58	.56	.61	.58	.57	.55	.55	.52	.51
⊙	1.2	.69	.68	.63	.63	.59	.65	.62	.61	.59	.58	.56	.55
	k=1.5	.73	.72	.66	.67	.63	.69	.65	.66	.62	.62	.60	.58
75	2.0	.79	.77	.70	.73	.67	.73	.68	.70	.66	.65	.64	.62
	2.5	.82	.80	.72	.76	.70	.76	.70	.73	.69	.68	.66	.65
75	3.0	.84	.82	.73	.79	.71	.78	.72	.75	.70	.69	.68	.66
	4.0	.87	.85	.75	.82	.73	.80	.73	.78	.72	.71	.70	.68
	5.0	.89	.87	.76	.84	.75	.82	.75	.80	.74	.72	.71	.70

faktor depresiasi

untuk masa pemeliharaan	pengotoran ringan	pengotoran sedang	pengotoran berat
1 tahun	x	.85	.80
2 tahun	x	.80	.70
3 tahun	x	.70	.65

3. Menghitung material yang diperlukan.

Pada umumnya instalasi lapangan tenis dipasang di dalam tanah dan jenis kabel yang digunakan adalah NYY, NYFGbY atau kabel yang sejenis dengan itu.

Cara menghitung materialnya sama dengan menghitung material untuk instalasi penerangan lapangan sepakbola.

4. Contoh perencanaan.

Rencanakanlah instalasi penerangan dua lapangan tenis yang diketahui sebagai berikut :

Panjang areal yang harus diterangi	= 28 meter
Lebar areal yang harus diterangi	= 24 meter
Jumlah tiang	= 4 buah
Tinggi tiang	= 15 meter
Pemasangan tiang seperti gambar 2.5a	
Intensitas penerangan	= 475 lux
Lampu yang digunakan	Son/T 1000 W / 220 V
Fluk lampu	= 130.000 lumen
Cos θ lampu	= 0,45

Perencanaan :

a. Indek ruangan

$$K = \frac{P \cdot L}{h_n (P+L)} = \frac{24 \cdot 28}{15 (24 + 28)} = 0,8$$

Dari tabel.5 didapat efisiensi penerangan dengan nilai r_p , r_v , dan r_m tidak diperhitungkan.

Untuk $K = 0,8$ $\eta = 0,44$, karena pengotoran ruangan termasuk sedang, maka faktor depresiasi untuk 3 tahun sama dengan 0,7 .

b. Penentuan jumlah titik lampu

Untuk menentukan jumlah titik lampu digunakan rumus :

$$\begin{aligned} \theta_t &= \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d} \\ &= \frac{475 \cdot 28 \cdot 24}{0,44 \cdot 0,7} \\ &= 1036363,6 \text{ lumen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\theta_t &= 130.000 \\ N &= \frac{\theta_t}{\theta_l} \\ &= \frac{1036363,6}{130.000} \\ &= 7,972\end{aligned}$$

Jumlah titik lampu dibulatkan menjadi 8 titik yang berarti 2 lampu tiap tiang.

c. Besarnya arus nominal tiap tiang

$$\begin{aligned}I &= \frac{P}{V \cdot \cos \theta} \\ &= \frac{1000}{220 \cdot 0,45} = 10 \text{ A}\end{aligned}$$

Besar arus nominal tiap tiang = $2 \times 10 \text{ A} = 20 \text{ A}$.

d. Menentukan penampang kabel yang digunakan

Sistim pemasangan lampu dilapangan tenis ini masing-masing disuplay dengan sistim satu fasa, karena tiang ada empat buah maka ada salah satu fasa melayani dua tiang. Untuk menyeimbangkan beban, beban pada fasa yang lainnya digunakan untuk penerangan lain

Karena satu tiang disuplay dengan sistim satu fase maka arus kemampuan kabel = $1,25 \times I_n$
 $= 1,25 \times 20 = 25\text{A}$

Berdasarkan lampiran 2 kawat yang digunakan adalah NYY $2 \times 2,5 \text{ mm}$

Dari gambar instalasi, dan gambar diagram pengawatan seperti gambar 3.6 dan gambar 3.7 didapatkan panjang kabel yang dibutuhkan yaitu
 $206 + 10 \% = 220,6 \text{ meter}$.

e. Menentukan jumlah pipa

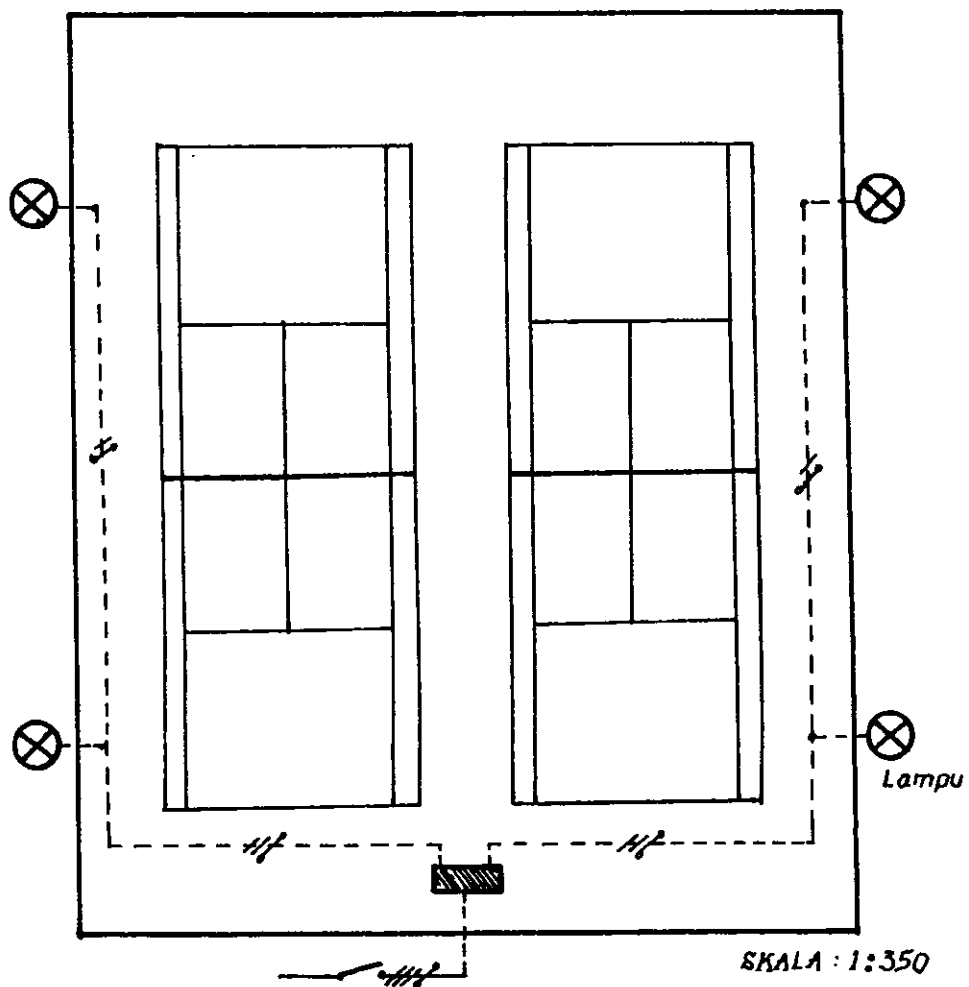
Untuk menentukan jumlah pipa kita bisa

mengukur gambar instalasi dan berdasarkan hasil pengukuran didapat panjang yang diperlukan $146 + 10\% = 160,6$ meter.

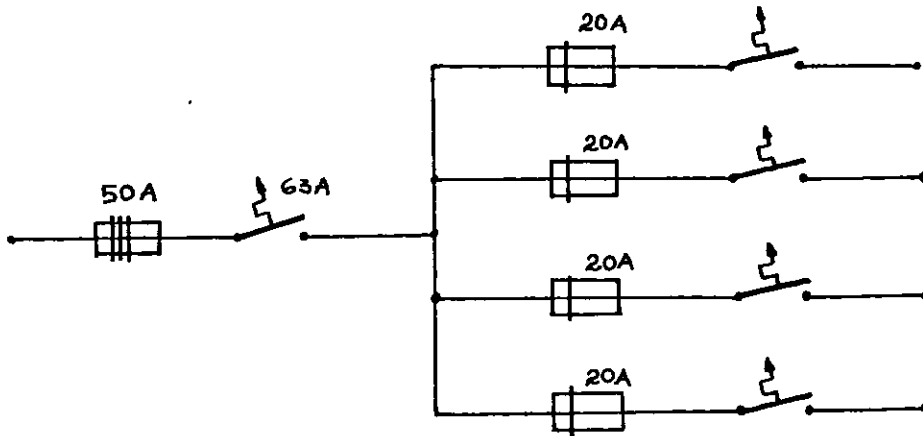
f. Menentukan besar kemampuan kontaktor

Karena sistim instalasi yang digunakan sistim 3 fasa dan arus fasa terbesar 40 Amper, maka kontaktor yang digunakan minimal harus mampu untuk arus $1,25 \times 40 = 50$ A.

Besarkan lampiran 3 kontaktor yang digunakan adalah 3 TB 4617 yang mampu untuk arus 63 A.



Gambar 3.6 Gambar instalasi lapangan tenis



Gambar 3.7 Diagram pengawatan lapangan tenis

- g. Menentukan besar kemampuan pengaman hantaran cabang

Masing-masing tiang mempunyai pengaman hubung singkat, karena arus yang mengalir tiap tiang 20 A maka arus sekering cabang yang dipasang adalah 20 A

- h. Menentukan besarnya circuit breaker

Circuit breaker dipasang sebagai pemutus dan penghubung untuk masing-masing cabang. Kemampuan MCB yang dipasang = $1,25 \times 20 \text{ A} = 25 \text{ A}$.

Berdasarkan lampiran 5 MCB yang dipasang adalah 30 Amper.

- i. Menentukan besarnya pengaman hantaran utama

Karena saluran utama merupakan sistim 3 fasa besar arus fasa yang terbesar 40 A, maka arus sekering utama yang dipasang 50 A.

Dari gambar instalasi dan gambar diagram pengawatan dapat disusun material yang diperlukan sebagai berikut :

No	Nama material	Jumlah
1	Lampu SON T 1000 W / 220 V	8 buah
2	Armatur Lampu SNF	8 buah
3	Tiang lampu setinggi 15 m	4 buah
4	Panel box utama	1 buah
5	Sekring cabang 20 A	4 buah
6	Sekring utama 50 A	3 buah
7	MCB 1 fasa 30 A	4 buah
8	Kontaktor 3 fasa 63 A	1 buah
9	Pipa PVC tebal 5/8 inc	94,6 m
10	Kabel NYY 2 x 2,5 mm ²	160,6 m

C. Merencanakan instalasi penerangan gedung olahraga

Gedung olahraga bisa digunakan untuk bermacam-macam cabang olahraga seperti, bulutangkis, bola voli, bola basket, sepak takraw dan sebagainya. Selain untuk pertandingan olahraga, gedung olahraga juga bisa digunakan untuk keperluan lain seperti rapat umum, acara kesenian dan lain-lain.

Karena sifat kegunaannya yang umum tersebut maka perencanaan instalasi gedung olahraga harus bisa digunakan untuk semua keperluan tersebut.

Langkah-langkah perencanaan instalasi gedung olahraga adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jumlah fluk cahaya.

Untuk menentukan jumlah fluk cahaya digunakan rumus :

$$\phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d}$$

Intensitas cahaya untuk olahraga bola voli, bola basket, bulutangkis dan lain-lain diperlukan 300 sampai 500 lux dan jenis lampu yang digunakan adalah

Fluorescent atau lampu sorot (lampu tungsten halogen, metal halide), sedangkan untuk pertemuan umum cukup dengan intensitas cahaya sebesar 200 lux.

2. Menghitung material yang diperlukan.

Untuk menghitung material yang diperlukan sama dengan menghitung material untuk instalasi lapangan sepakbola.

3. Contoh perencanaan.

Rencanakan instalasi penerangan sebuah gedung olahraga sebagai berikut :

Panjang gedung = 70 meter

Lebar gedung = 25 meter

Tinggi ruangan = 15 meter

Jenis lampu yang digunakan metal halide lamp
400 W / 220 V = 30.600 lumen

Cos θ = 0,55

Perencanaan.

Karena gedung olahraga ini digunakan serba-guna yang mana bisa digunakan untuk pertandingan olahraga, acara kesenian, pertemuan umum dan lain-lain maka kita merencanakan instalasinya sedemikian rupa supaya lampu yang dipasang bisa digunakan untuk semua keperluan.

a. Efisiensi penerangan.

$$K = \frac{P \cdot L}{h (P + L)}$$

$$= \frac{70 \times 25}{15 (70 + 25)} = 1,2$$

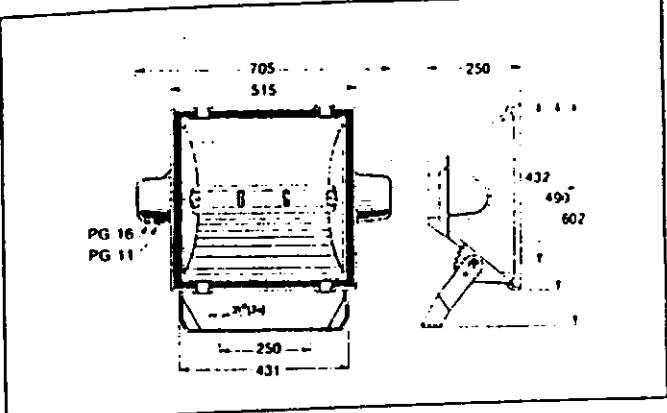
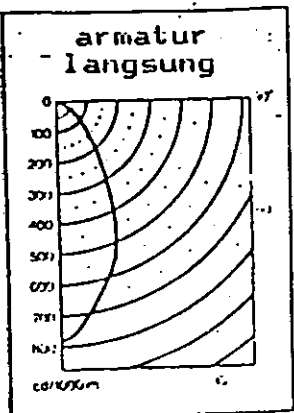
Karena efek warna flapon, dinding dan bidang kerja tidak diperhitungkan maka berdasarkan tabel.6 didapat efisiensi = 0,61.

Disebabkan pengotoran ruangan termasuk sedang maka faktor penyusutan penerangan untuk 1 tahun = 0,85.

Tabel 6
Efisiensi Penerangan Lampu Mercury (HPI 400 W)
(Lighting Manual 1980)

1 HPI 400 W BUS

SNF



efisiensi penerangan untuk keadaan baru

r_p		8	7	7	7	7	5	5	5	5	3	3	0
r_w		5	5	5	3	3	5	5	3	3	3	1	0
r_h		3	3	1	3	1	3	1	3	1	1	1	0
v	0.5	.45	.45	.43	.39	.39	.44	.43	.39	.38	.38	.35	.34
	0.6	.52	.51	.49	.45	.45	.50	.48	.45	.44	.44	.41	.40
	0.8	.63	.62	.59	.57	.55	.61	.58	.56	.54	.54	.51	.50
	1.0	.71	.70	.65	.65	.62	.68	.64	.64	.61	.61	.59	.57
⊙	1.2	.75	.74	.69	.69	.65	.72	.68	.67	.65	.64	.62	.61
	$k = 1.5$.80	.78	.72	.74	.69	.75	.71	.72	.68	.67	.66	.64
⊠	2.0	.85	.83	.75	.79	.73	.80	.74	.76	.72	.71	.69	.68
	2.5	.89	.86	.78	.83	.75	.82	.76	.79	.74	.73	.72	.70
⊙	3.0	.91	.89	.79	.85	.77	.84	.78	.82	.76	.75	.74	.72
	4.0	.94	.92	.81	.89	.79	.87	.79	.84	.78	.77	.76	.74
	5.0	.96	.93	.82	.91	.81	.88	.80	.86	.79	.78	.77	.75

faktor depresiasi

untuk masa pemeliharaan	pengotoran ringan	pengotoran sedang	pengotoran berat
1 tahun	x	.85	.80
2 tahun	x	.80	.70
3 tahun	x	.70	.65

b. Menentukan jumlah kelompok lampu

Jumlah fluk cahaya yang diperlukan

$$\begin{aligned}\theta &= \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d} \\ &= \frac{500 \cdot 70 \cdot 25}{0,61 \cdot 0,85} \\ &= 1687560 \text{ lumen}\end{aligned}$$

Jenis lampu yang dipasang metal holide lamp yang satu kelompoknya sebanyak 7 buah lampu, arah lampu bisa diatur sesuai dengan keperluan. Fluk cahaya untuk satu kelompok = $7 \times 30.600 = 214200$ Lumen
Maka jumlah titik lampu =

$$\begin{aligned}N &= \frac{1687560}{214.200} \\ &= 7,878\end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 8 kelompok

Untuk mengurangi efek kesilauan, lampu harus dipasang sedemikian rupa seperti gambar 3.8. Dari gambar dapat dilihat bahwa gedung ini bisa digunakan untuk 2 lapangan bola voli atau 4 lapangan bulutangkis atau 2 lapangan bola basket.

Untuk keperluan intensitas cahaya yang lebih kecil maka lampu dalam satu kelompok bisa dihidupkan sebahagian.

c. Menentukan besar arus tiap kelompok.

Untuk menentukan besar arus tiap kelompok digunakan rumus :

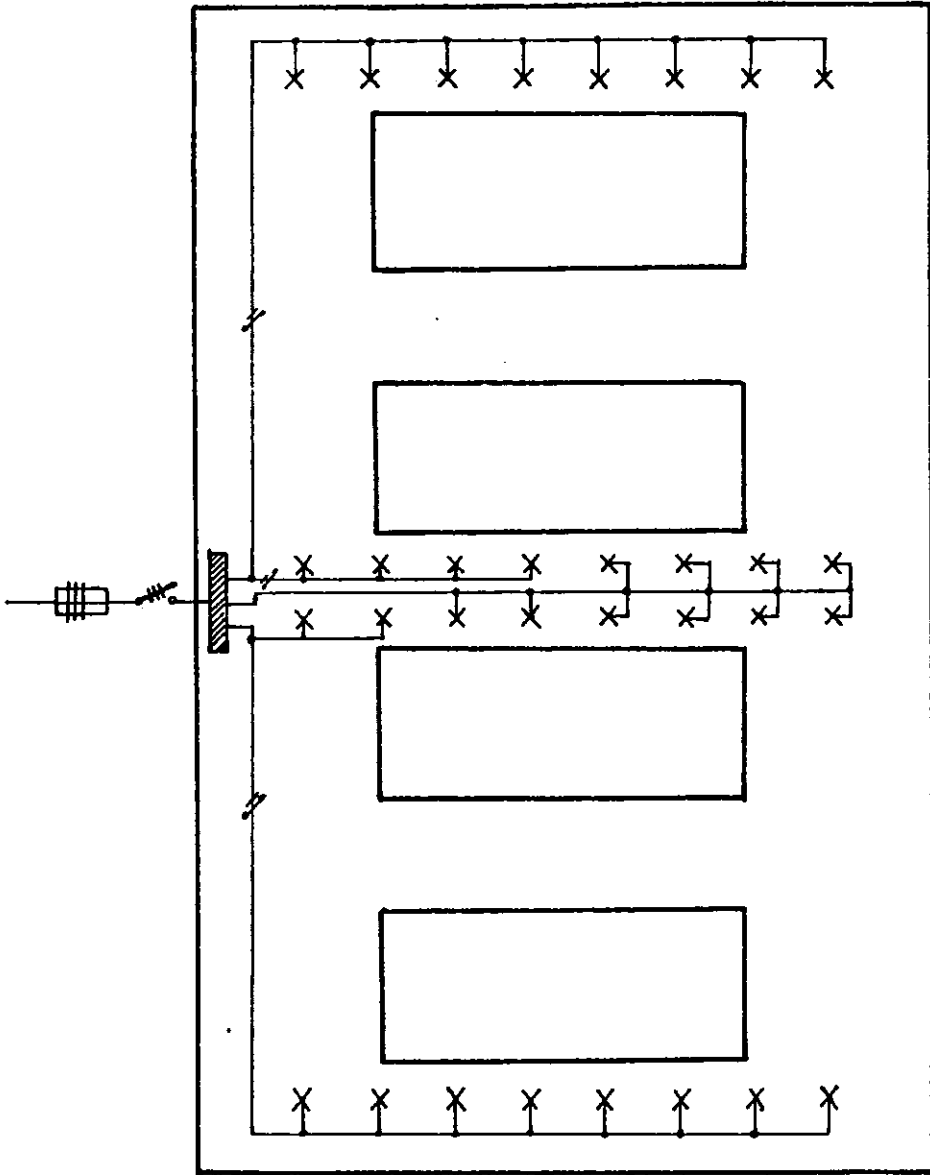
$$\begin{aligned}I &= \frac{P}{V \cos \theta} \\ &= \frac{7 \times 400}{220 \times 0,55} = 23,14 \text{ A}\end{aligned}$$

Karena sistim sumber yang digunakan sistim 3 fasa

maka arus tiap fasa =

$$= \frac{23,14}{3}$$

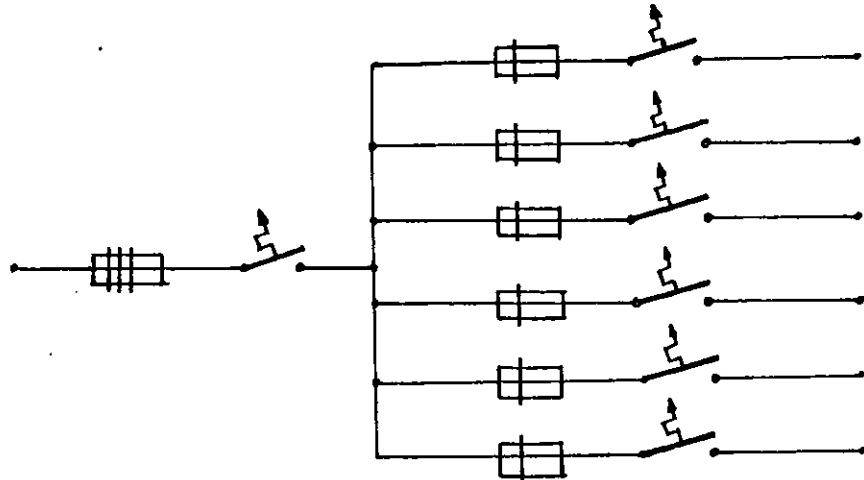
$$= 7,71 \text{ A .}$$



Gambar 3.8 Instalasi gedung olahraga

d. Menentukan jumlah kabel yang digunakan.

Dari gambar instalasi dan gambar diagram instalasi seperti gambar 3.9 bisa dihitung jumlah material yang diperlukan.



Gambar 3.9 Diagram instalasi gedung olahraga

Karena instalasi dipasang di dalam ruangan maka digunakan kawat NYM 3 x 2,5 mm, berdasarkan gambar instalasi didapat jumlah kawat yang diperlukan yaitu 230 meter. Untuk menghitung material lainnya sama dengan penghitungan material untuk instalasi rumah.

Dari gambar instalasi dan diagram instalasi didapat material yang dibutuhkan sebagai berikut :

No	Nama material	Jumlah
1	Lampu HPI Bus 400 W / 220 V	56 buah
2	Armatur Lampu	56 buah
3	Sekring cabang 10 A	6 buah
4	Sekring utama	3 buah
5	Panel Box	1 buah

No	Nama material	Jumlah
6	MCB 3 fasa 10 A	6 buah
7	Kontaktor 3 fasa A	1 buah
8	Pipa PVC tebal 5/8 inc	60 meter
9	Kabel NYM 4 x 2,5 mm ²	230 meter

D. Perencanaan Instalasi Kolam Renang

Kolam renang bisa digunakan pada waktu siang hari dan malam hari, untuk pemakaian malam hari perlu dibuat penerangan buatan .

Penerangan buatan yang diperlukan untuk kolam renang yaitu di bibir kolam renang yang mana lampu dipasang 0,5 sampai 1 meter dibawah permukaan air dengan daya terpasang 10 Watt/m² dengan jenis lampu yang dipasang yaitu lampu sorot dengan armatur tahan kedap air. Penerangan disekitar kolam renang ditempatkan diatas menara dengan tinggi antara 12 sampai 35 meter dengan kuat penerangan 400 Lux dan untuk menara loncat indah dipasang lampu dengan kuat penerangan 400 Lux

Langkah perencanaan instalasi penerangan kolam renang sama dengan langkah perencanaan instalasi penerangan olah raga lainnya

Contoh perencanaan

Rencanakanlah instalasi penerangan kolam renang dengan ketentuan sebagai berikut :

Panjang kolam renang 50 meter

lebar kolam renang 21 meter

tinggi tiang menara 15 meter

Jenis lampu yang digunakan untuk pinggir kolam renang yaitu metal holide lamp 400 watt /220 volt yang bisa menghasilkan fluk cahaya = 30.600 lumen dengan faktor

daya = 0,55.

Jenis lampu yang digunakan untuk lampu sorot disekitar kolam jaitu metal holide lamp 1000 watt /220 volt yang bisa menghasilkan fluk cahaya = 81.000 lumen dengan faktor daya =0,55.

1. Perencanaan ..

a. Menentukan jumlah titik lampu

Pemasangan lampu di kolam renang ada tiga tempat yaitu

1). Jumlah titik lampu dibibir kolam renang

$$\begin{aligned} \text{Luas kolam renang yang kita rencanakan} &= \\ &= 21 \times 50 \text{ meter} = 1050 \text{ M}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan standar penerangan, kuat penerangan dibibir kolam renang 10 W/M^2 . maka untuk bibir kolam renang diperlukan kuat penerangan $1050 \times 10 \text{ Watt} = 10500 \text{ Watt}$. Kalau digunakan lampu HPIT 400 Watt maka jumlah titik lampu disekeliling kolam renang =

$$\begin{aligned} &= \frac{10.500}{400} = 26,25 \text{ titik} \end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 26 titik .

2). Jumlah titik lampu pada tiang

a) Indek ruangan

$$\begin{aligned} K &= \frac{P \cdot L}{hn (P + L)} \\ &= \frac{50 \cdot 21}{15 (50 + 21)} \\ &= 0,981 \end{aligned}$$

Indek ruangan dibutkan jadi 1 .

Berdasarkan tabel 6 efisiensi penerangan = 0,57
 Karena pengotoran ruangan ini termasuk sedang
 maka faktor depresiasi untuk 2 tahun = 0,8

b.) Menentukan jumlah fluk cahaya

Untuk menentukan besarnya fluk cahaya digunakan rumus

$$\begin{aligned} \Phi &= \frac{E \cdot A}{\eta \cdot d} \\ &= \frac{400 \times 50 \times 21}{0,57 \cdot 0,80} \\ &= \frac{420.000}{0,456} \\ &= 921.052,63 \text{ Lumen} \\ &= 81.000. \end{aligned}$$

Di bulatkan menjadi 12 titik lampu, berarti 3 lampu tiap tiang

3) Jumlah lampu pada menara loncat indah cukup dipasang 1 buah lampu HPIT 1000 Watt

Berdasarkan data diatas bisa membuat instalasi kolam renang dan diagram pengawatannya seperti gambar 3.10 dan gambar 3.11.

b. Besar arus nominal

Untuk menentukan arus nominal digunakan rumus :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi}$$

1) Arus nominal di pinggir kolam renang

Jumlah daya terpasang di bibir kolam renang adalah

$$28 \times 400 = 10.400 \text{ Watt}$$

$$\begin{aligned} I_n &= \frac{10.400}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,55} \\ &= 49,6 \text{ A} \end{aligned}$$

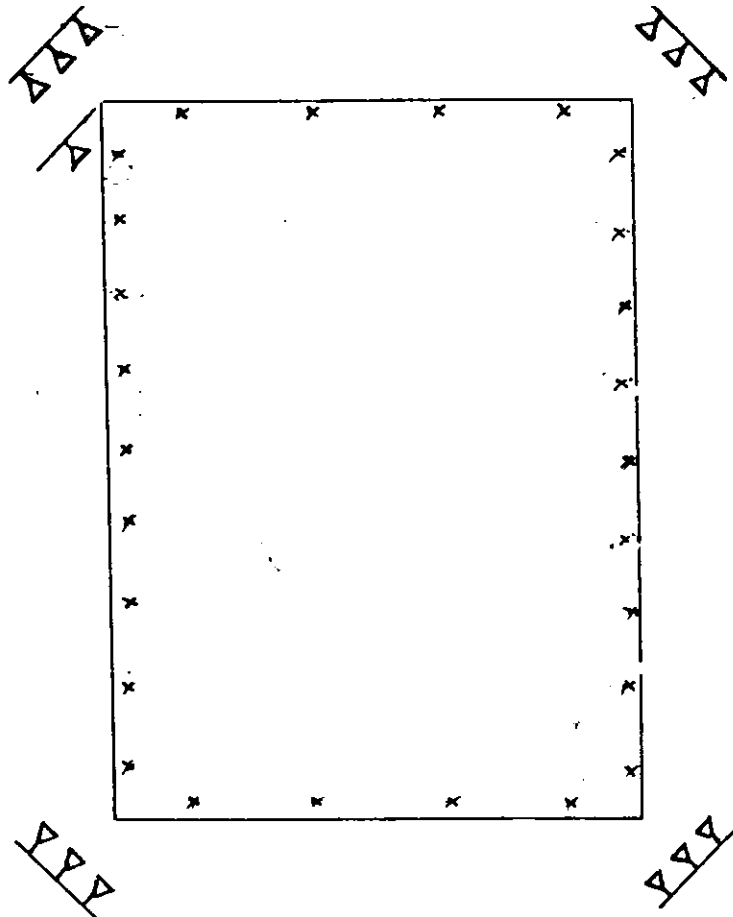
2) Arus nominal pada menara di pinggir kolam renang

Besarnya daya listrik terpasang tiap tiang menara adalah $3 \times 1000 = 3000 \text{ W}$

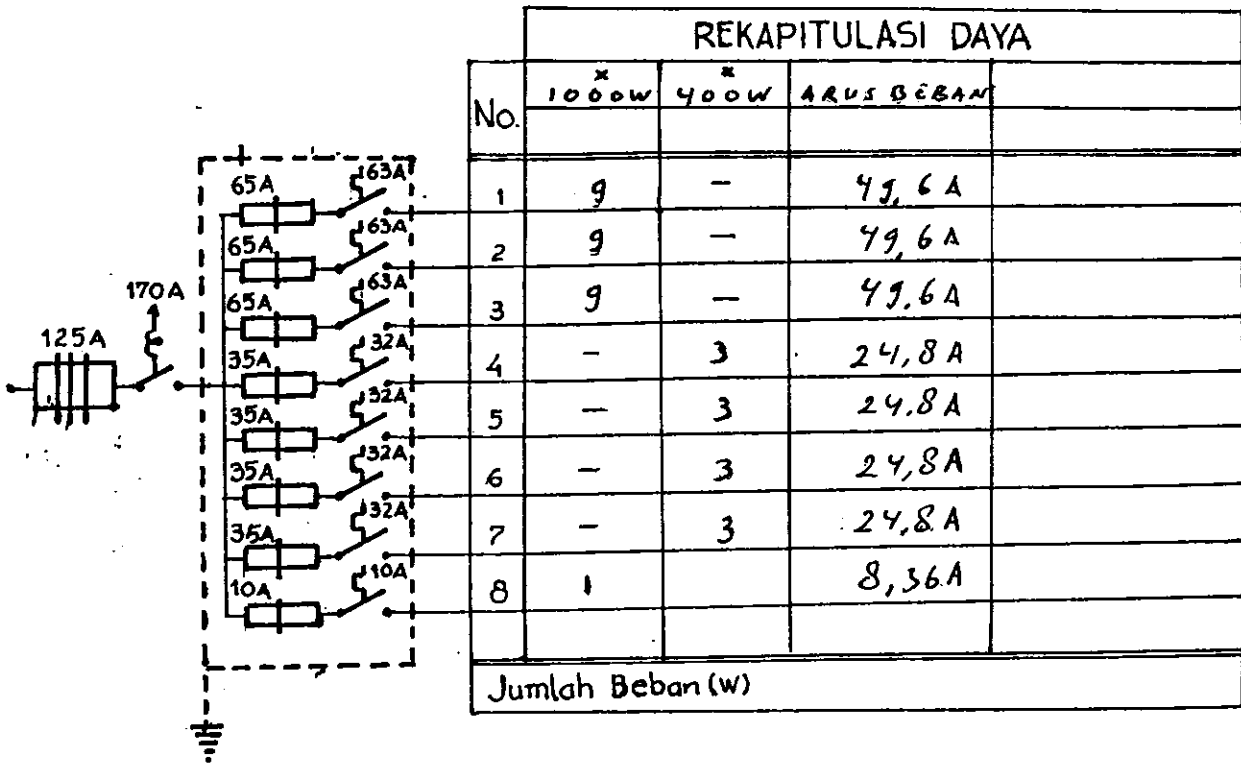
$$\begin{aligned} I_n &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \text{Cos } \varphi} \\ &= \frac{3000}{220 \cdot 0,55} \\ &= 24,8 \text{ A} \end{aligned}$$

3) Untuk menara lonjat indah

$$\begin{aligned} I_n &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \text{Cos } \varphi} \\ &= \frac{1000}{220 \cdot 0,55} \\ &= 8,36 \text{ A} \end{aligned}$$



Gambar 3.10. Instalasi Penerangan kolam renang



Gambar 3.11 Diagram pengawatan kolam renang

c. Menentukan penampang kabel yang digunakan

Sistim pemasangan instalasi pada kolam renang dipasang di dalam tanah, untuk itu digunakan kabel NYY atau kabel yang sejenis dengan itu.

1). Untuk bibir kolam renang

Besar arus kemampuan kabel adalah

$$1,25 \times I_n = 1,25 \times 49,6A = 62 A$$

Berdasarkan tabel arus kemampuan kabel pada lampiran 2 dan kawat yang digunakan adalah NYY $4 \times 10 \text{ mm}^2$.

2). Untuk menara di pinggir kolam renang

Besar arus kemampuan kabel adalah

$$1,25 \times I_n = 1,25 \times 24,8 = 31 A$$

Berdasarkan tabel arus kemampuan kabel pada

lampiran 2 dan kawat yang digunakan adalah NYY $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$.

3) Untuk menara loncat indah

Untuk menara loncat indah cukup digunakan NYY $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$.

Berdasarkan gambar instalasi kolam renang didapat panjang kabel yang digunakan :

$$\text{NYY } 2 \times 2,5 \text{ mm}^2 = 232 \text{ meter}$$

$$\text{NYA } 2 \times 1,5 \text{ mm}^2 = 10 \text{ meter}$$

$$\text{NYA } 4 \times 10 \text{ mm}^2 = 176 \text{ meter}$$

d. Menentukan jumlah pipa

Untuk menentukan jumlah pipa kita bisa mengukur pada gambar instalasi dan berdasarkan hasil pengukuran didapat panjang pipa yang digunakan $260 \times 10\% = 286 \text{ meter}$.

e. Menentukan besar kemampuan pengaman hubungan singkat hantaran cabang

1.) Untuk menara di sekitar kolam renang

Masing-masing tiang mempunyai pengaman hubung singkat, karena arus yang mengalir tiap tiang 24,8 A, maka pengaman yang digunakan adalah 35 A.

2.) Untuk pinggir kolam renang

Besar arus yang mengalir tiap fase pada pinggir kolam renang adalah 49 A, untuk itu cukup digunakan pengaman beban lebih adalah 65 A.

3.) Untuk menara loncat indah cukup digunakan pengaman beban lebih 10 A.

f. Menentukan besarnya kemampuan circuit breaker

Besar kemampuan circuit breaker untuk pemutus edaran cabang adalah $1,25 \times I_n$

- 1) Untuk menara di sekitar kolam renang digunakan MCB yang mampu untuk arus $1,25 \times 24,8 = 31$ untuk itu digunakan MCB 32 A.
- 2) Untuk pinggir kolam renang digunakan MCB yang mampu untuk arus $1,25 \times 49 \text{ A} = 62 \text{ A}$, untuk itu digunakan MCB 63 A.

g. Menentukan besarnya pengaman hantaran utama

Besar kemampuan sekering utama sebagai pengaman hubung singkat = I_n terbesar + arus nominal lainnya. Karena jumlah tiang ada 4 buah berarti salah satu fase melayani 2 buah tiang maka

$$I_n = (1,25 \times 49) + 24,8 + 24,8 = 110,85 \text{ A}$$

untuk itu digunakan sekering yang mampu untuk arus 125 A.

h. Menentukan besarnya kontaktor

Sebagai penghubung utama digunakan kontaktor, besar kemampuan adalah:

$$1,25 (49 + 24,8 + 24,8) = 123,25 \text{ A}$$

Berdasarkan lampiran 4 kontaktor yang digunakan adalah 3 TB 5214 yang mampu untuk arus 170 A.

2. Menentukan meterial yang diperlukan

Berdasarkan gambar instalasi dan perhitungan bahan di atas dapat disusun meterial yang diperlukan untuk instalasi penerangan kolam renang sebagai berikut.

No	Nama Material	Jumlah
1	Lampu HPIT 400 W	26 buah
2	Lampu HPIT 1000 W	13 buah
3	Armatur lampu SNF	13 buah
4	Armatur kedap air	26 buah
5	Tiang lampu setinggi 15 meter	4 buah
6	Box panel utama	1 buah

No	Nama Material	Jumlah
7	Sekring cabang 65 A	3 buah
8	Sekring cabang 35 A	4 buah
9	Sekring cabang 10 A	1 buah
10	MCB 1 fase 63 A	3 buah
11	MCB 1 fase 35 A	4 buah
12	MCB 1 fase 10 A	1 buah
13	Sekring utama 125 A	3 buah
14	Kontakro 170 A	1 buah
15	Pipa PVC tebal 5/8 inc	286 meter
16	Kabel NYY 2 x 2,5 mm ²	232 meter
17	Kabel NYY 2 x 1,5 mm ²	10 meter
18	Kabel NYY 4 x 10 mm	176 meter

E. Perencanaan Instalasi Penerangan Ring Tinju.

Ring tinju bisa ditempatkan di lapangan atau di dalam gedung, untuk di dalam gedung diperlukan penerangan buatan. Berdasarkan standar penerangan dalam gedung-gedung untuk olahraga tinju diperlukan intensitas penerangan sebesar 1000 lux, digantung di atas ring.

Rencanakanlah instalasi penerangan sebuah ring tinju dengan data-data sebagai berikut:

Ukuran ring = 6,1 x 6,1 meter

Intensitas cahaya yang diperlukan = 1000 lux

Jenis lampu yang digunakan adalah metal holide lamp

HPI 400 Watt

Fluk cahaya 36000 lumen

Faktor daya lampu = 0,55

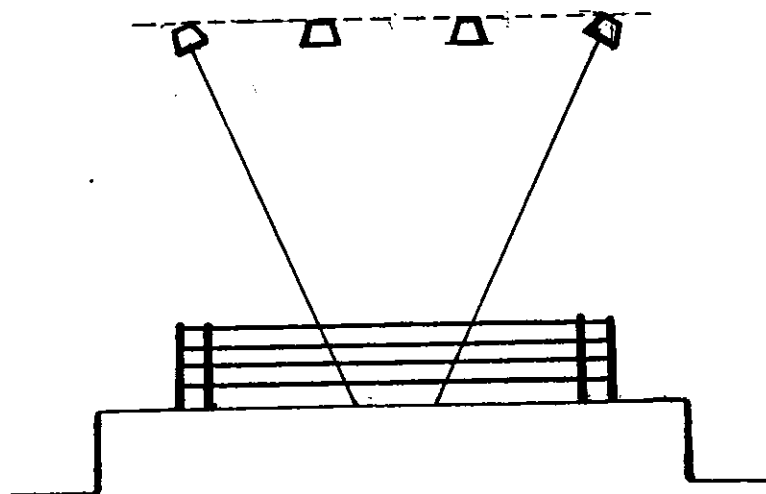
Lampu dipasang 6 meter di atas ring seperti gambar 3.12

Perencanaan

1. Menentukan jumlah titik lampu

Untuk menentukan jumlah titik lampu sebelumnya kita harus tahu indek ruangan dengan rumus :

$$K = \frac{P \cdot L}{hn (CP + L)}$$



Gambar 3.12 Posisi lampu pada ring tinju

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{P \cdot L}{hn (P + L)} \\
 &= \frac{6,1 \times 6,2}{6 (6,1 + 6,1)} \\
 &= \frac{37,21}{73,2} \\
 &= 0,5
 \end{aligned}$$

Dari tabel 6 didapat efisiensi ruangan dengan nilai r_p , r_w dan r_m tidak diperhitungkan.

Untuk $K = 0,5$, efisiensi = 0,34 karena pengotoran ruangan termasuk sedang maka faktor depresiasi 2 tahun adalah 0,8.

Fluk cahaya yang diperlukan adalah :

$$\phi = \frac{E \cdot A}{\eta \cdot a}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1000 \times 6,1 \times 6,1}{0,34 \times 0,8} \\
 &= \frac{37210}{0,272} \\
 &= 136801,46 \text{ lumen}
 \end{aligned}$$

$$\Phi_l = 36000 \text{ lumen}$$

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{133801,46}{36000} \\
 &= 3,8
 \end{aligned}$$

Jumlah titik lampu dibulatkan menjadi 4 titik

2. Besar arus nominal

Untuk menentukan besarnya arus nominal yang mengalir adalah

$$\begin{aligned}
 I_n &= \frac{P}{V \cdot \cos \phi} \\
 &= \frac{4 \times 400}{220 \times 0,55} = 13,22 \text{ A}
 \end{aligned}$$

3. Menentukan penampang kabel yang digunakan

Besarnya arus kemampuan kabel adalah
 $1,25 \times I_n = 1,25 \times 13,22 \text{ A} = 16,52 \text{ A}$

Kalau digunakan kawat NYY berdasarkan tabel kemampuan (lampiran 2) untuk itu digunakan $2,5 \text{ mm}^2$.

4. Menghitung material yang diperlukan

Untuk menghitung material yang diperlukan sama dengan menghitung material untuk instalasi penerangan lainnya.

B A B IV

PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN JALAN

A. Pendahuluan.

Kemajuan dibidang lalu lintas sangat pesat sekali sehingga diperlukan penerangan yang baik. Dengan adanya penerangan jalan yang baik maka suasana jalan pada malam hari bisa seperti suasana di siang hari, sehingga penggunaan penerangan jalan menghasilkan manfaat ekonomis dan manfaat sosial pada masyarakat. Rencana penerangan jalan di dasarkan atas beberapa faktor yaitu :

1. Faktor teknis

Faktor teknis rencana penerangan jalan antara lain :

- a. Derajat keamanan lalu lintas
- b. Prasarana dan sarana pemakai jalan
- c. Kapasitas lalu lintas di waktu malam

2. Pola lalu lintas

Dalam rencana penerangan jalan dalam satu kota harus diperhatikan jenis-jenis jalan antara lain :

- a. Jalan utama
- b. Jalan utama menuju pusat kota
- c. Jalan Penghubung
- d. Jalan lintas
- e. Jalan lokal dan sebagainya.

3. bentuk kota

Dalam rencana penerangan jalan kita juga harus memperhatikan rencana pengelompokkan daerah dalam satu kota seperti daerah industri, daerah pelayanan, daerah perumahan, dan daerah pusat perdagangan. masing daerah ini mempunyai sistim penerangan yang disesuaikan dengan jenis jalan

yang terdapat di daerah tersebut.

4. Keandalan sumber dan jaringan listrik

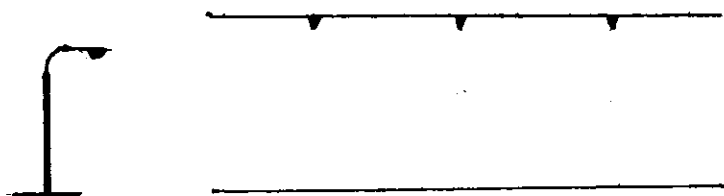
Dalam rencana penerangan jalan kita harus memperhatikan kondisi dan sistem jaringan listrik yang ada.

B. Pemasangan Armatur Penerangan Jalan.

Untuk mendapatkan penerangan jalan yang baik maka perbandingan antara jarak lampu dengan tiang harus dalam daerah distribusi cahaya armatur yang digunakan. Jarak antara lampu ditentukan oleh sistem pemasangan lampu dan lebar jalan. Sistem pemasangan armatur lampu jalan bisa di kelompokkan atas: Menurut Simbolon. *TW. Ir (1979.19)*

1. Pemasangan armatur satu sisi

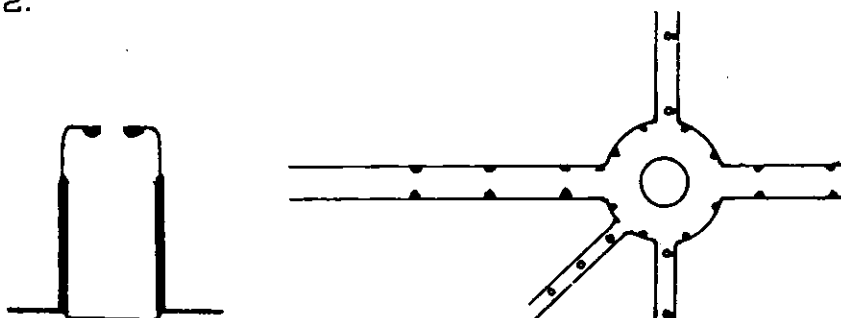
Pada sistem ini armatur di tempatkan pada salah satu sisi jalan seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pemasangan armatur satu sisi

2. Pemasangan armatur berhadapan.

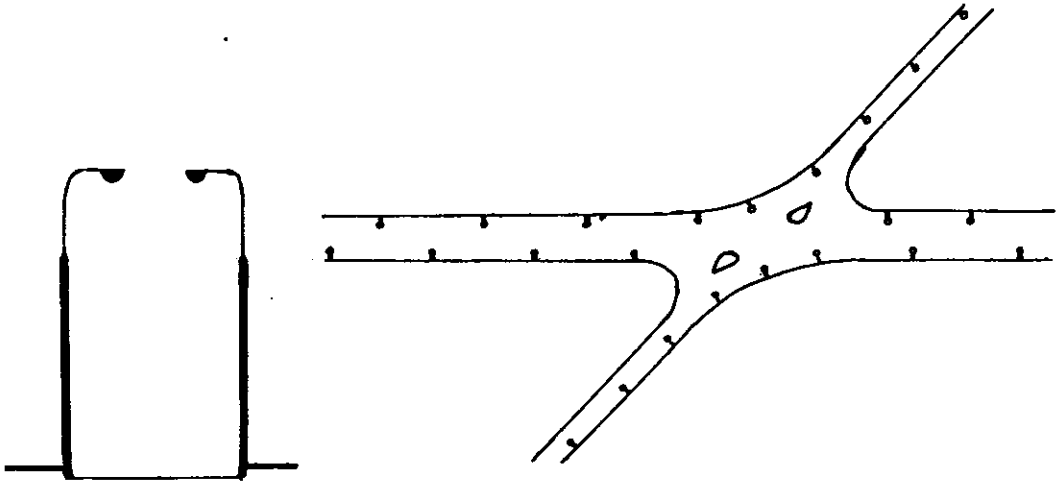
Pada sistem ini armatur di tempatkan secara berhadapan pada kedua sisi jalan seperti gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pemasangan armatur berhadapan

3. Pemasangan armatur selang seling

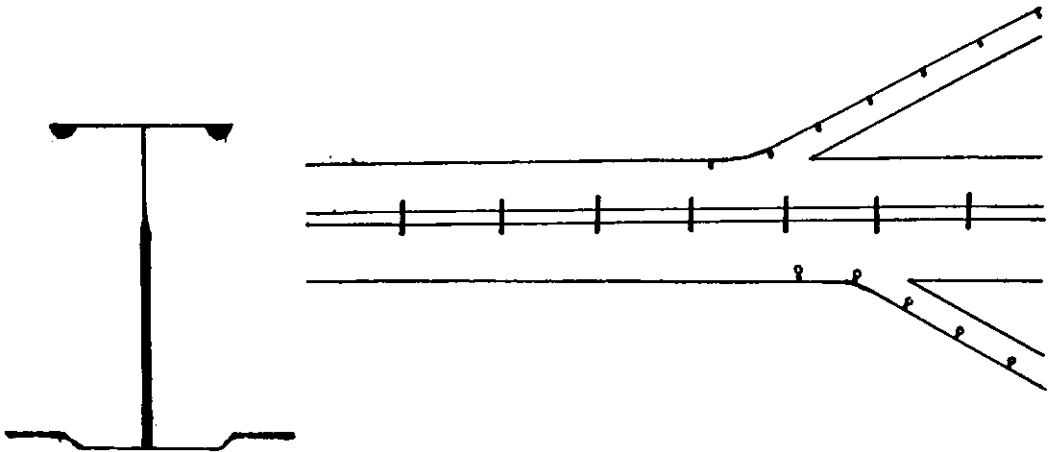
Pada sistim ini armatur di tempatkan secara selang seling pada kedua sisi jalan seperti gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pemasangan armatur selang seling

4. Pemasangan armatur pada median

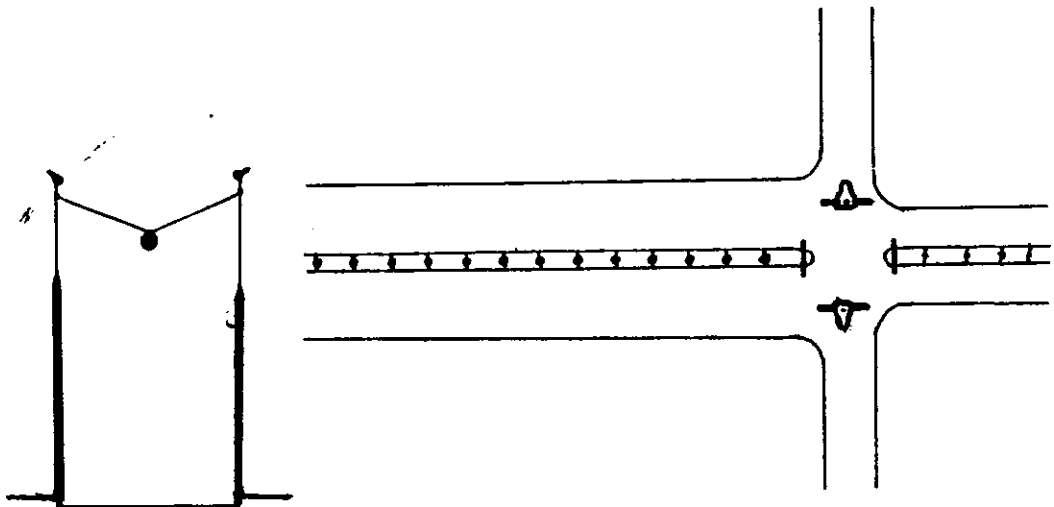
Pada sistim ini armatur di tempatkan di jalur hijau antara dua jalan seperti gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pemasangan armatur pada median

5. Pemasangan armatur mengantung pada kabel sepanjang median

Pada sistim ini armatur di gantung pada kabel di tengah-tengan jalan seperti gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pemasangan armatur menggantung pada kabel sepanjang median

6. Pemasangan armatur pada tiang khusus

Pada sistim ini armatur di tempatkan pada tiang khusus yang diperlukan pada tempat-tempat antara lain:

- a. Persimpangan jalan utama dengan jalan penghubung.
- b. Bundaran-bundaran atau jalan melingkar.
- c. Jembatan penyeberangan.
- d. Taman, monumen dan tempat rekreasi.
- e. Jembatan layang (seperti jembatan semanggi)
- f. Tempat parkir, terminal dan sebagainya.

C. Faktor Yang Menentukan Penerangan Jalan.

Untuk mendapatkan penerangan jalan yang baik kita harus mendasarkan kepada data-data lalu lintas yang meliputi:

1. Keadaan sepanjang kedua sisi jalan
2. Volume arah lalu lintas

3. Kejadian tabrakan pada malam hari
4. Kejadian kejahatan pada malam hari
5. Banyak dan jenis tikungan jalan.
6. Kontruksi jalan .

D. Intensitas Cahaya Pada Penerangan jalan.

Dalam menentukan besarnya intensitas cahaya penerangan jalan ada dua cara yaitu :

1. Intensitas cahaya pada satu titik .

Intensitas cahaya pada suatu titik dipermukaan jalan seperti gambar 4.7 dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut

$$EP = \sum \frac{i j c}{h^2} \cdot \cos^3 \gamma$$

Firman Suud. Ir (1989. 8)

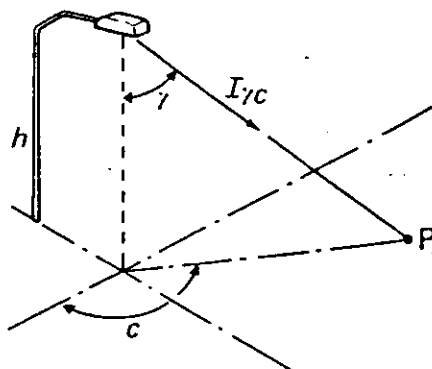
Dimana :

EP = Intensitas cahaya dititik P

h = Tinggi tiang lampu.

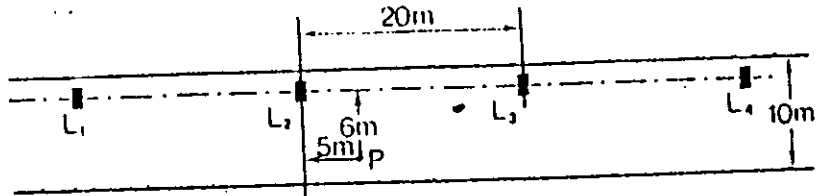
n = Jumlah lampu

Ijc = Intensitas luminous luminair dalam arah titik P



Gambar 4.7. Intensitas cahaya pada titik P
Contoh perhitungan .

Tentukan intensitas cahaya pada permukaan jalan pada titik P pada gambar 4.8 apa bila diketahui
 Tinggi tiang = 10 meter
 Fluk cahaya lampu = 40.000 Lumen



Gambar 4.8 Menentukan intensitas cahaya pada titik P.
 Perhitungan

- Tentukan jarak dari jalur luminair ke titik P pada gambar garis AA pada diagram isolux seperti gambar 4.9 dalam jarak yang sama paralel dengan jalur luminair.
- Tentukan jarak antara sumbu membujur setiap luminair dan titik P dalam " h " dari gambar 4.8 didapat:

L₁ ke titik P = 25 meter = 2,5 h

L₂ ke titik P = 5 meter = 0,5 h

L₃ ke titik P = 15 meter = 1,5 h

Beri tanda sepanjang garis AA dengan jarak L₁ L₁ = 2,5 h , L₂ = 0,5 h dan L₃ = 1,5 h . Dari diagram isolux didapat

E_{1.1} = 3 %

E_{1.2} = 53 %

E_{1.3} = 13 %

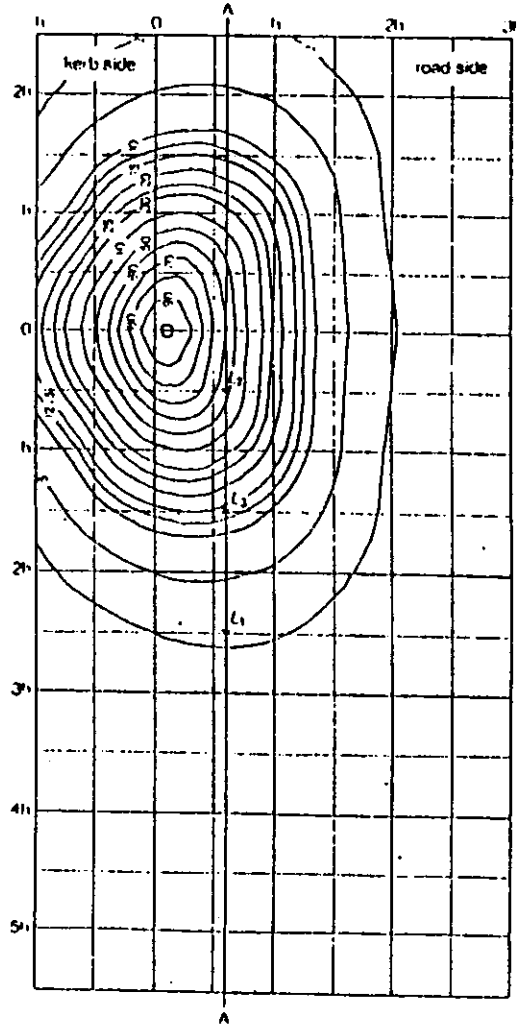
Jumlah fluk cahaya = 69 % . E_{max}

maka

$$E_{\max} = \frac{a \cdot F}{z}$$

$$E_{\max} = \frac{1,87 \cdot 40.000}{10^2} = 74,8 \text{ lux}$$

$$\text{Flux cahaya di titik P} = \frac{69}{100} \cdot 74,8 = 51,6 \text{ lux}$$



Gambar 4.9 Diagram isolux relatif
Firman Suud. Ir (1989. 31)

2. Intensitas cahaya rata-rata

Untuk menghitung intensitas cahaya rata-rata digunakan rumus:

$$E_{av} = \frac{EP}{n}$$

Dimana :

$$E_{av} = \text{intensitas cahaya rata-rata}$$

n = jumlah titik lampu

E_P = intensitas cahaya di titik P

Untuk menghitung intensitas cahaya rata-rata untuk jalan yang lurus dan panjang bisa digunakan rumus:

$$E'_{av} = \frac{\eta \cdot FL \cdot n}{W \cdot S}$$

Firman Suud. Ir (1987. 9)

Dimana :

FL = fluk cahaya lampu

n = jumlah lampu per armatur

S = jarak antar luminair

η = faktor kegunaan

Di dalam penerangan jalan faktor kegunaan yaitu :

$$\eta = \frac{\text{fluk yang digunakan}}{\text{fluk lampu}}$$

E. Standar Penerangan Jalan.

Dalam merencanakan penerangan jalan kita harus tahu jenis jalan yang akan diberi penerangan, dengan mengetahui jenis jalan kita bisa menentukan jarak antar tiang dan tinggi tiang seperti tabel 7.

Tabel 7
Standar Penerangan Jalan

No	Kelas jalan	Jarak antar tiang	Tinggi tiang	Intensitas cahaya
1	Jalan Lintas batas	36 meter	15 meter	15 - 20 lux
2	Jalan utama besar	36 meter	13 meter	15 - 20 lux
3	Jalan penghubung	36 meter	12 meter	7 - 10 lux
4	Jalan lokal	36 meter 70 meter	11 meter	3 - 5 lux
5	Jalan setapak	36 meter 70 meter	9 meter	3 - 5 lux

Firman Suud. Ir (1987. 32)

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- A. Rida Isnu. Ir. (1979) Instalasi Cahaya dan Tenaga Jakarta. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- FG. Thampson. (1978). Electrical Instalation and Workshop Teknologi Volume 1. London Longman.
- Firman Suud. Ir. (1987) Penerangan Jalan. Jakarta, PT. Philip.
- Hadinoto K. (1978). Standar Penerangan Buatan di Dalam Gedung-Gedung. Bandung Dep. PU.
- Jhon. D Lenk. (1972). Hand Book of Simlified Electrical Wiring Design. New Yersey Prentice Hall Inc Englewood.
- L I P I. (1987). Peraturan Umum Instalasi Listrik. Jakarta.
- Naidle Michael. (1989). Teknologi Instalasi Listrik. Jakarta Penerbit Erlangga.
- Syamsuarnis. (1989). Teknik Penerangan. Padang, Pusat Media FPTK IKIP Padang.
- Setiawan. E . Ir. (1981). Instalasi Arus Kuat Jilid 1 dan 2. Bandung. Penerbit Bina Cipta.
- Simbolon. TW. Ir. (1979). Penerangan Jalan Masa Kini. Jakarta, Pemda DKI.
- Yoseph F MC Partland. (1980). Hand Book of Practical Electrical Design. New York. Mc Graw - Hill Book Company Inc.
- Philips . (1988). Compact lighting Catalogue. Nederland.
- Philips. (1975). Lighting Manual. Nederland.
- PLN. (1978). Peraturan Instalasi Listrik. Jakarta, PLN Pusat.

Lampiran. 1.

DAFTAR FLUK CAHAYA LAMPU

Untuk tegangan 220 Volt

Jenis lampu	Daya lampu (Watt)	Kode Lampu	Fluk cahaya lumen
Pijar	15	Clear Lamp	120
Pijar	25	Clear Lamp	230
Pijar	40	Clear Lamp	430
Pijar	60	Clear Lamp	730
Pijar	75	Clear Lamp	960
Pijar	100	Clear Lamp	1380
Pijar	150	Clear Lamp	2440
Pijar	200	Clear Lamp	3150
Pijar	300	Clear Lamp	4850
Pijar	500	Clear Lamp	8400
Pijar	1000	Clear Lamp	18800
Pijar	2000	Clear Lamp	40000
Pijar	25	Argenta K Lamp	190
Pijar	40	Argenta K Lamp	375
Pijar	60	Argenta K Lamp	640
Pijar	75	Argenta K Lump	840
Pijar	100	Argenta K Lump	1200
Pijar	150	Argenta K Lump	1880
Pijar	200	Argenta K Lump	2650
Pijar	40	Argenta Superlux	400
Pijar	60	Argenta Superlux	670
Pijar	75	Argenta Superlux	890
Pijar	100	Argenta Superlux	1280
Pijar	150	Argenta Superlux	2060
Pijar	200	Argenta Superlux	2900
TL	18	TL D 18 W	1450
TL	36	TL D 36 W	3450
TL	20	TL M 20 W RS	1250
JL	40	TL M 40 W RS	3000
TL	40	TL 40 W RS	3250
TL	65	TL X 65 W	4700
Sodium	60	SON 60 W E	3300
Sodium	70	SON 70 W	5800
Sodium	100	SON 100 W	9500
Sodium	150	SON 150 W	13500
Sodium	250	SON 250 W	25000
Sodium	400	SON 47000 W	47000
Sodium	1000	SON 100 W	120000
Sodium	70	SON T 70 W E	6500
Sodium	100	SON T 100 W	10000
Sodium	150	SON T 150 W	14000

Jenis Lampu	Daya Lampu (Watt)	Kode Lampu	Fluk Cahaya Lumen
Sodium	250	SON T 250 W	27000
Sodium	400	SON T 400 W	47000
Sodium	1000	SON T 1000 W	120500
Sodium	18	SOX 18 W	1800
Sodium	35	SOX 35 W	4500
Sodium	55	SOX 55 W	7400
Sodium	90	SOX 90 W	13000
Sodium	135	SOX 135 W	21000
Sodium	180	SOX 180 W	30500
Mercury Lamp	50	HPL N 50 W	1800
sda	80	HPL N 80 W	3700
sda	125	HPL N 125 W	6300
sda	135	HPL N 135 W	8400
sda	250	HPL N 250 W	13000
sda	400	HPL N 400 W	22000
sda	700	HPL N 700 W	44000
sda	1000	HPL N 1000 W	58000
sda	2000	HPL N 2000 W	125000
Metal Holi de lamp	250	HPI 250 W	17500
sda	400	HPI 400 W	36000
sda	250	HPI T 250 W	17000
sda	400	HPI T 400 W	31000
sda	1000	HPI T 1000 W	81000
sda	2000	HPI T 2000 W	183000
SL	9	SL 9 W PRISMATIK	450
SL	13	SL13 W PRISMATIK	650
SL	18	SL18 W PRISMATIK	800
SL	25	SL25 W PRISMATIK	1050
PL	5	PL 5 W	250
PL	7	PL 7 W	400
PL	9	PL 9 W	600
PL	11	PL 11W	900
PL	18	PL 18W	1200
PL	24	PL 24W	1800
PL	36	PL 36W	2900

Lampiran. 2.

DAFTAR KEMAMPUAN DAYA TAHAN KAWAT NYA

Luas Penampang Nominal	Kuat arus maksimum pada suhu keliling maksimum			
	30°C		40°C	
	Dalam pipa	Di udara	Dalam pipa	Di udara
mm ²	Amp	Amp	Amp	Amp
0,5 re	2,5	-	2,5	-
0,75 re	7	-	6	-
1 re	11	10	10	10
1,5 re	15	24	13	21
2,5 re	20	32	17	28
4 re	25	42	22	37
6 re	33	54	29	47
10 rm	45	75	39	64
16 rm	61	96	53	85
25 rm	83	120	72	112
35 rm	103	158	90	138
50 rm	132	197	115	172
70 rm	165	245	144	215
95 rm	197	290	172	255
120 rm	235	345	205	300
150 rm	-	390	-	340
185 rm	-	445	-	390
240 rm	-	525	-	460
300	-	605	-	530
400	-	725	-	630

re : Penghantar padat bulat

rm : Penghantar bulat berkawat banyak

DAFTAR KEMAMPUAN HANTAR KAWAT NYM

Jumlah urat	Luas penampang	Kuat arus maksimum suhu keliling	
		30°C	40°C
	mm ²	Amp	Amp
1	1,5 re	19	16
	2,5 re	25	22
	4 re	34	30
	6 re	44	39
	10 rm	61	53
	16 rm	82	71
2	1,5 re	19	16
	2,5 re	25	22
	4 re	34	30
	6 re	44	39
	10 rm	61	53
	16 rm	82	71
	25 rm	108	94
35 rm	134	117	
3	1,5 re	19	16
	2,5 re	25	22
	4 re	34	30
	6 re	44	39
	10 rm	61	53
	16 rm	82	71
	25 rm	108	94
35 rm	134	117	
4	1,5 re	19	16
	2,5 re	25	22
	4 re	34	30
	6 re	44	39
	10 rm	61	53
	16 rm	82	71
	25 rm	108	94
35 rm	134	117	
5	1,5 re	19	16
	2,5 re	25	22
	4 re	34	30
	6 re	44	39
	10 rm	61	53
	16 rm	82	71

DAFTAR KEMAMPUAN HANTAR KAWAT NYI

Jumlah	Luas penampang	Kuat arus maksimum			
		Di dalam tanah dengan suhu tanah		Di udara pada suhu keliling maksimum	
		20°C	30°C	30°C	40°C
	mm ²	Amp	Amp	Amp	Amp
1	1,5 re	37	33	26	23
	2,5 re	50	45	35	30
	4 re	65	58	46	40
	6 re	83	74	58	50
	10 rm	110	98	80	70
	16 rm	145	129	105	91
	25 rm	190	169	140	122
	35 rm	235	210	175	152
	50 rm	280	250	215	187
	70 rm	350	310	270	235
	95 rm	420	375	335	290
	120 rm	480	425	390	340
	150 rm	540	480	445	385
	185 rm	620	550	510	445
	240 rm	720	640	620	540
	300 rm	820	730	710	620
400 rm	960	855	850	740	
500 rm	1110	990	1000	870	
2	1,5 re	30	27	21	18
	2,5 re	41	36	29	25
	4 re	53	47	38	33
	6 rm	66	59	48	42
	10 rm	88	78	66	57
	16 rm	115	102	90	78
	25 rm	150	134	120	104
	35 rm	180	160	150	131
50 rm	210	187	180	157	
3	1,5 re	27	24	18	16
	2,5 re	36	32	25	22
	4 re	46	41	34	30
	6 re	58	52	44	38
	10 rm	77	69	60	52
	16 rm	100	89	80	70
	25 rm	130	116	105	91
	35 rm	155	138	130	113
	50 rm/sm	185	165	160	139
70 sm	230	205	200	174	

Jumlah	Luas penampang	Kuat arus maksimum			
		Di dalam tanah dengan suhu tanah		Di udara pada suhu keliling maksimum	
		20°C	30°C	30°C	40°C
	mm ²	Amp	Amp	Amp	Amp
	95 sm	275	245	245	215
	120 sm	315	285	285	250
	150 sm	355	315	325	285
	185 sm	400	355	370	320
	240 sm	465	415	435	380
	300 sm	520	465	500	435
4	1,5 re	27	24	18	16
	2,5 re	36	32	25	22
	4 re	46	41	34	30
	6 re	58	52	44	38
	10 rm	77	69	60	52
	16 rm	100	89	80	70
	25 rm	130	116	105	91
	35 rm	155	138	130	113
	50 rm/sm	185	165	160	139
	70 sm	230	205	200	174
	95 sm	275	245	245	215
	120 sm	315	285	285	250
	150 sm	355	325	325	285
	185 sm	400	355	370	320
240 sm	465	415	435	380	
300 sm	520	465	500	435	
5	1,5 re	27	24	18	16
	2,5 re	36	32	25	22
	4 re	46	41	34	30
	6 re	58	52	44	38
	10 rm	77	69	60	52
	16 rm	100	89	80	70
	25 rm	130	116	105	91
	35 rm	155	138	130	113
50 rm	185	165	160	139	

DAFTAR KEMAMPUAN HANTAR KAWAT NYFGbY/NYRgBY

Jumlah urat	Luas penampang	Jumlah minimum	Kuat arus minimum			
			Dalam tanah dengan suhu tanah		Di udara dengan suhu keliling	
			20°C	30°C	30°C	40°C
	mm ²		Amp	Amp	Amp	Amp
2	1,5 re	1	30	27	21	18
	2,5 re	1	41	36	29	25
	4 re	1	53	47	38	33
	6 re	1	66	59	48	42
	10	7	88	78	66	57
	16	7	115	102	90	78
	25	7	150	134	120	104
	35	7	180	160	150	131
	50	19	210	187	180	157
3	1,5	1	27	24	18	16
	2,5	1	36	32	25	22
	4	1	46	41	34	30
	6	1	58	52	44	38
	10	7	77	69	60	52
	16	7	100	89	80	70
	25	7	130	116	105	91
	35	7	155	139	130	113
	50	19	185	165	160	139
	70	19	230	205	200	174
	95	19	275	245	245	215
	120	37	315	280	285	250
	150	37	355	315	325	285
	185	37	400	355	370	320
240	37	465	415	435	380	
300	37	520	465	500	435	
4	1,5	1	27	24	18	16
	2,5	1	36	32	25	22
	4	1	46	41	34	30
	6	1	55	52	44	38
	10	7	77	69	60	52
	16	7	100	89	80	70
	25	7	130	116	105	91
	35	7	155	138	130	113
	50	19	185	165	160	139
	70	19	230	205	200	174
	95	19	275	245	245	215
	120	37	315	280	285	250
	150	37	355	315	325	285

Lampiran. 3.

DATA-DATA KONTAKTOR DARI SIEMENS

No	TYPE	ARUS NOMINAL (A)	DAYA MOTOR (KW) PADA TEGANGAN 380 VOLT	KONTAK BANTU	
				NO	NC
1	3 TB 4010	9	4	1	-
2	3 TB 4011	9	4	-	1
3	3 TB 4012	9	4	1	1
4	3 TB 4017	9	4	2	2
5	3 TB 4110	12	5,5	1	-
6	3 TB 4111	12	5,5	-	1
7	3 TB 4112	12	5,5	1	1
8	3 TB 4117	12	5,5	2	2
9	3 TB 4210	16	7,5	1	-
10	3 TB 4212	16	7,5	1	1
11	3 TB 4213	16	7,5	2	
12	3 TB 4217	16	7,5	2	2
13	3 TB 4310	22	11	1	-
14	3 TB 4312	22	11	1	1
15	3 TB 4313	22	11	2	
16	3 TB 4317	22	11	2	2
17	3 TB 4417	32	15	2	2
18	3 TB 4617	45	22	2	2
19	3 TB 4714	63	30	4	4
20	3 TB 4814	75	37	4	4
21	3 TB 5014	110	55	4	4
22	3 TB 5214	170	90	4	4
23	3 TB 5417	250	132	2	2
24	3 TB 5617	400	200	4	4
25	3 TB 5817	630	325	4	2

Lampiran. 4 .

DATA-DATA TERMAL OVER LOAD RELAY DARI SIEMENS

No	TYPE	SETTING RANGE A	UNTUK KONTAKTOR
1	3 UA 1000 - 0A	0,1 - 0,16	3 TB 40
2	- 0C	0,16 - 0,25	3 TB 40
3	- 0E	0,25 - 0,4	3 TB 40
4	- 0G	0,4 - 0,63	3 TB 40
5	- 0J	0,63 - 1	3 TB 40
6	- 1A	1 - 1,6	3 TB 40
7	- 1C	1,6 - 2,5	3 TB 40
8	- 1E	2,5 - 4	3 TB 40/41
9	- 1G	4 - 6,3	3 TB 40/41
10	- 1J	6,3 - 10	3 TB 40/41
11	- 1K	8 - 12,5	3 TB 41
12	- 2S	10 - 14,5	3 TB 41
13	3 UA 5200 - 2A	10 - 16	3 TB 42
14	- 2C	16 - 25	3 TB 43
15	3 UA 4200 - 7AL	22 - 32	3 TB 44
16	- 7AV	25 - 40	3 TB 46
17	- 7AM	30 - 45	3 TB 46/47
18	- 7AN	40 - 63	3 TB 47/48
19	3 UA 4300 - 8AP	55 - 80	3 TB 48/50
20	- 8AQ	70 - 100	3 TB 50
21	- 8AR	90 - 110	3 TB 50
22	- 8AS	110 - 135	3 TB 52
23	- 8AT	130 - 160	3 TB 52
24	- 8AU	150 - 170	3 TB 52
25	3 UA 6600 - 3B	125 - 200	3 TB 54/56
26	- 3D	200 - 320	3 TB 54/56
27	3 UA 6800 - 3F	320 - 500	3 TB 56/58
28	- 3G	400 - 630	3 TB 58

Lampiran. 5..

DAFTAR KEMAMPUAN MINIATURE CIRCUIT BREAKER

No	ARUS NOMINAL A
1	2
2	4
3	6
4	10
5	16
6	32
7	40
8	50
9	63
10	100
11	125
12	150
13	175
14	200
15	225
16	250
17	300
18	350
19	400
20	500
21	600
22	700
23	800
24	1000

DAFTAR KEMAMPUAN SEKERING

No	ARUS NOMINAL A	WARNA KODE
1	2	Merah muda
2	4	Coklat
3	6	Hijau
4	10	Merah
5	16	Kelabu
6	20	Biru
7	25	Kuning
8	35	Hitam
9	50	Putih
10	65	Warna tembaga
11	75	
12	100	
13	125	
14	150	
15	200	
16	250	
17	300	