

**MODUL PEMBELAJARAN**

**KODE : MKH.LI.(1).06 (80 Jam)**

# **INSTALASI LISTRIK DASAR**

**BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN  
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PEMBANGKITAN**



**PROYEK PENGEMBANGAN PENDIDIKAN BERORIENTASI KETERAMPILAN HIDUP  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
2003**

## KATA PENGANTAR

Bahan ajar ini disusun dalam bentuk modul/paket pembelajaran yang berisi uraian materi untuk mendukung penguasaan kompetensi tertentu yang ditulis secara sequensial, sistematis dan sesuai dengan prinsip pembelajaran dengan pendekatan kompetensi (*Competency Based Training*). Untuk itu modul ini sangat sesuai dan mudah untuk dipelajari secara mandiri dan individual. Oleh karena itu walaupun modul ini dipersiapkan untuk peserta diklat/siswa SMK dapat digunakan juga untuk diklat lain yang sejenis.

Dalam penggunaannya, bahan ajar ini tetap mengharapkan asas keluwesan dan keterlaksanaannya, yang menyesuaikan dengan karakteristik peserta, kondisi fasilitas dan tujuan kurikulum/program diklat, guna merealisasikan penyelenggaraan pembelajaran di SMK. Penyusunan Bahan Ajar Modul bertujuan untuk menyediakan bahan ajar berupa modul produktif sesuai tuntutan penguasaan kompetensi tamatan SMK sesuai program keahlian dan tamatan SMK.

Demikian, mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam mendukung pengembangan pendidikan kejuruan, khususnya dalam pembekalan kompetensi kejuruan peserta diklat.

Jakarta, 01 Desember 2003  
Direktur Dikmenjur,

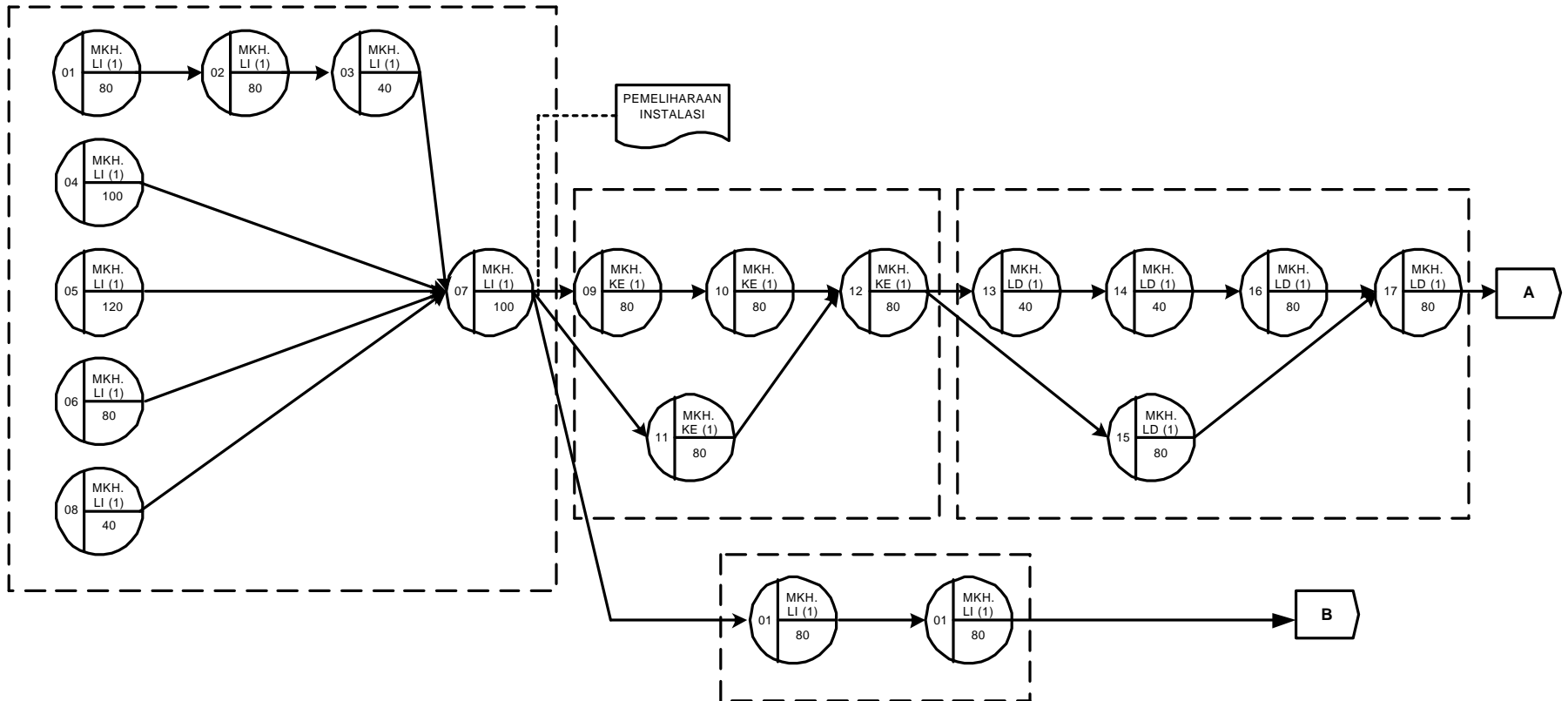
Dr. Ir. Gator Priowirjanto  
NIP 130675814

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
PETA KEDUDUKAN MODUL .....	iv
PERISTILAHAN .....	v
I PENDAHULUAN .....	1
A. Deskripsi .....	1
B. Prasyarat .....	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul .....	2
D. Tujuan Akhir.....	3
E. Standar Kompetensi.....	3
F. Cek Kemampuan .....	5
II PEMBELAJARAN .....	6
A. RENCANA BELAJAR SISWA .....	6
B. KEGIATAN BELAJAR .....	7
<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b> .....	7
A. Tujuan Kegiatan .....	7
B. Uraian Materi .....	7
<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b> .....	18
A. Tujuan Kegiatan .....	18
B. Uraian Materi .....	18
C. Rangkuman .....	40
D. Test Formatif .....	42
E. Kunci Jawaban Tes Formatif .....	43
G. Lembar Kerja .....	44
<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b> .....	45
A. Tujuan Kegiatan .....	45
B. Uraian Materi .....	45
C. Rangkuman .....	63
D. Test Formatif .....	65

E. Kunci Jawaban Tes Formatif .....	66
G. Lembar Kerja .....	67
III EVALUASI .....	68
KUNCI JAWABAN .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	71
LAMPIRAN	

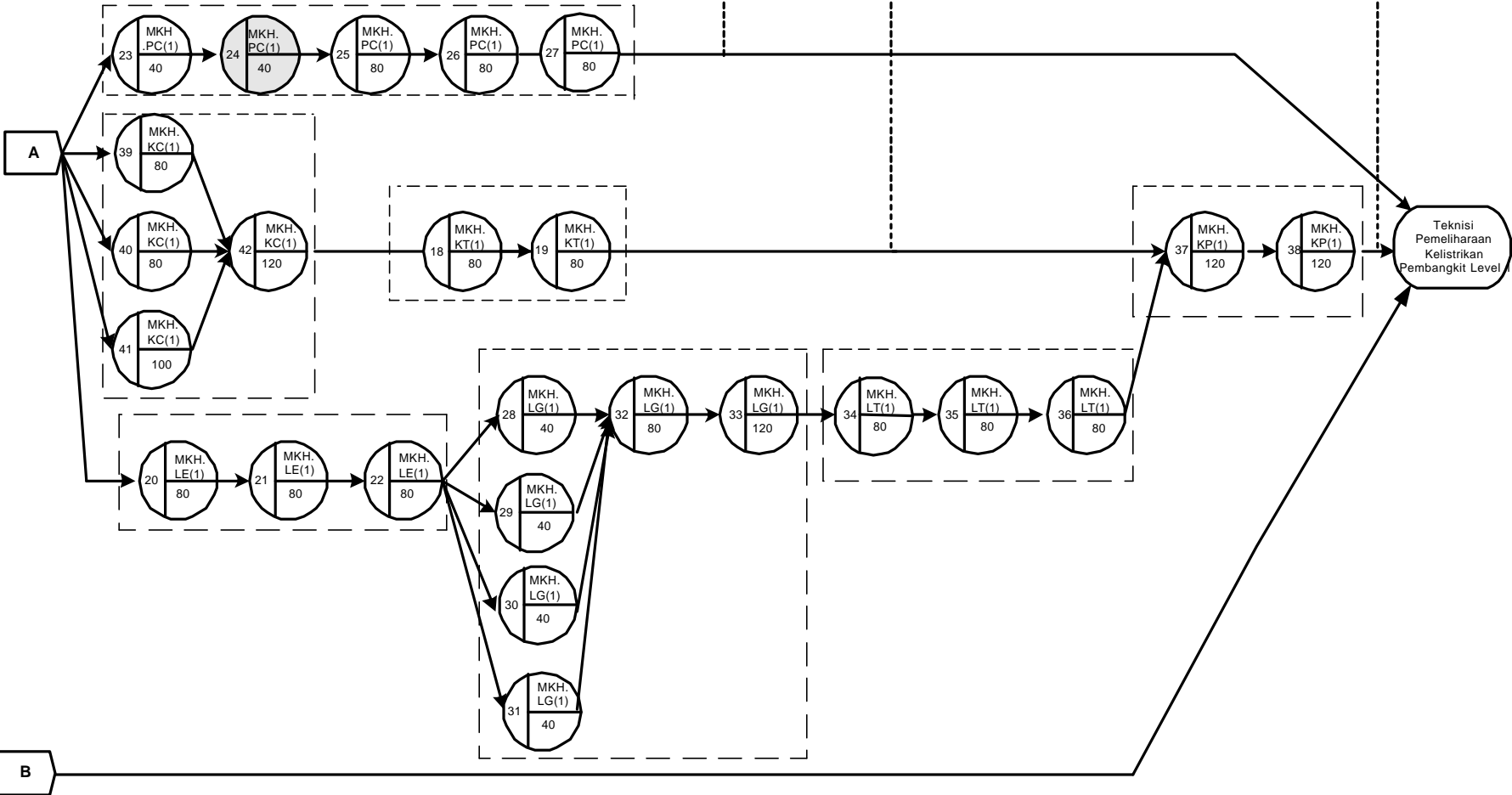
PETA POSISI MODUL KOMPETENSI SMK  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK PEMBANGKITAN TENAGA LISTRIK



PEMELIHARAAN SARANA PENUNJANG

PEMELIHARAAN INSTRUMEN KONTROL

PEMELIHARAAN KELISTRIKAN



## **PERISTILAHAN**

Eternit	: langit-langit rumah atau bangunan
Fiting	: tempat memasang bola lampu listrik
IACS	: International Annealed Copper Standard
LMK	: Lembaga Masalah Kelistrikan
Patron lebur	: bagian pengaman yang memutuskan rangkaian listrik
PHB	: Papan Hubung Bagi
PUIL	: Peraturan Umum Instalasi Listrik
PVC	: Poly Vinyl Clorida, merupakan hasil polimerisasi dari vinilklorida

## **I. PENDAHULUAN**

### **DESKRIPSI MODUL**

Modul ini berjudul “Instalasi Listrik Dasar” merupakan salah satu bagian dari keseluruhan lima judul modul, dimana empat modul lainnya adalah : rangkaian listrik, pengukuran listrik, interpretasi gambar listrik, dan kerja bangku listrik.

Kelima judul modul ini diturunkan melalui analisis kebutuhan pembelajaran dari unit kompetensi memelihara instalasi listrik K.HLI (1) pada sub kompetensi 6 tentang instalasi listrik dasar. Pengembangan isi modul ini diarahkan sedemikian rupa, sehingga materi pembelajaran yang terkandung didalamnya disusun berdasarkan topik-topik selektif untuk mencapai kompetensi dalam memelihara instalasi listrik.

- Pengetahuan : Memahami gambaran umum tentang PUIL, gambar instalasi, komponen, dan prosedur yang akan digunakan dalam teknik listrik.
- Keterampilan : Merancang dan membuat gambar instalasi listrik sesuai dengan ketentuan dan standar yang telah ditetapkan.
- Sikap : Penentuan dan pemilihan gambar dan instalasi listrik yang baik untuk digunakan sebagai keperluan dalam pemasangan teknik listrik.
- Kode Modul : K.HLI (1) 06

### **PRASYARAT**

#### **Pendidikan Formal**

Telah menyelesaikan pendidikan setara Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) atau sederajat.

#### **Kaitan dengan modul/kemampuan lain**

Tidak ada, karena merupakan mata ajar konsep dasar kecuali yang sejajar dan ditempuh secara bersamaan (bersifat paralel) yang saling mengisi dan saling menunjang.



## **PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL**

### **1. Petunjuk bagi siswa**

Langkah-langkah belajar yang ditempuh :

- a. Baca petunjuk kegiatan belajar pada setiap modul kegiatan belajar
- b. Baca tujuan dari setiap modul kegiatan belajar
- c. Pelajari setiap materi yang diuraikan/dijelaskan pada setiap modul kegiatan
- d. Pelajari rangkuman yang terdapat pada setiap akhir modul kegiatan belajar
- e. Tanyakan kepada tutor atau guru yang mengajarkan pada ajaran bersangkutan apabila ada materi atau hal-hal yang masih belum jelas atau belum dimengerti.
- f. Baca dan kerjakan setiap tugas yang harus dikerjakan pada setiap modul kegiatan belajar
- g. Kerjakan dan jawablah dengan singkat dan jelas setiap ada ujian akhir modul kegiatan belajar (test formatif)

### **2. Peran guru**

- a. Menjelaskan petunjuk-petunjuk kepada siswa yang masih belum mengerti
- b. Mengawasi dan memandu siswa apabila ada yang masih kurang jelas
- c. Menjelaskan materi-materi pembelajaran yang ditanyakan oleh siswa yang masih kurang dimengerti
- d. Membuat pertanyaan dan memberikan penilaian kepada setiap siswa

## **TUJUAN AKHIR**

Setelah mengikuti/ menyelesaikan kegiatan-kegiatan belajar dari modul ini , diharapkan siswa memiliki spesifikasi kinerja sebagai berikut :

- a. Memahami tentang peraturan umum instalasi listrik (PUIL), keselamatan kerja, pengujian peralatan listrik, simbol-simbol dasar, dan gambar instalasi listrik
- b. Mampu menentukan komponen dasar instalasi listrik yang diperlukan seperti penghantar, kontak listrik, fitting, sakelar, pengaman dan peralatan pelindung dan hantaran listrik lainnya
- c. Mampu merangkai instalasi listrik yang sederhana seperti instalasi dua lampu pijar dengan sakelar tunggal, dua lampu pijar hubungan gudang, instalasi dua lampu pijar dengan sakelar seri, dan lain-lain.
- d. Memahami prosedur pemasangan instalasi listrik, seperti menentukan jumlah titik beban rangkaian akhir, menentukan diameter kabel sesuai dengan daya terpasang, menentukan besar pengaman, dan lain-lain

## **STANDAR KOMPETENSI**

Kode Kompetensi : K.HLI (1)

Unit Kompetensi : Rangkaian Listrik

Ruang Lingkup :

Unit kompetensi ini berkaitan dengan perencanaan dan pemasangan instalasi listrik sederhana

Sub Kompetensi 1 :

Merencanakan dan menentukan per-lengkapan listrik yang akan digunakan untuk keperluan pemasangan instalasi listrik

KUK :

1. Sifat-sifat peralatan dan perlengkapan listrik dipelajari sesuai fungsi dan tujuan
2. Macam-macam perlengkapan listrik

3. Macam-macam peralatan listrik
4. Macam-macam peraturan pemasangan instalasi listrik
5. Macam-macam teknik pemasangan instalasi listrik

Sub Kompetensi 2 :

Melakukan pemilihan jenis peralatan dan perlengkapan listrik yang akan digunakan

KUK :

1. Mengidentifikasi peralatan dan perlengkapan listrik yang akan digunakan untuk instalasi listrik
2. Menentukan perlengkapan dan peralatan instalasi listrik yang akan digunakan

Sub Kompetensi 3 :

1. Mengikuti prosedur / ketentuan pemasangan instalasi listrik sesuai dengan fungsi dan tujuan yang telah ditetapkan
2. Mengikuti aturan sesuai dengan SOP

KUK :

1. Mengikuti prosedur / ketentuan pemasangan komponen sesuai dengan fungsi dan tujuan yang telah ditetapkan
2. Mengikuti aturan sesuai dengan SOP

Sub Kompetensi 4 :

Membuat Berita Acara Hasil Pemasangan

KUK :

1. Data hasil pemasangan dicatat dalam laporan pemasangan instalasi listrik
2. Berita acara dibuat sesuai format yang telah ditetapkan lembaga

Kode Modul : MKH.LI. (1) 06

## CEK KEMAMPUAN

Daftar Pertanyaan	Tingkat Penguasaan (score : 0 – 100 )
1. Apakah siswa sudah memahami sifat-sifat peralatan dan perlengkapan listrik sesuai fungsi dan tujuan ?	
2. Apakah siswa mampu menjelaskan macam-macam perlengkapan instalasi listrik dengan fungsinya ?	
3. Apakah siswa mampu menjelaskan macam-macam peralatan instalasi listrik dengan fungsinya ?	
4. Apakah siswa mampu menjelaskan macam-macam peraturan instalasi listrik dengan fungsinya ?	
5. Apakah siswa mampu mengidentifikasi fungsi dan tujuan dari perlengkapan dan peralatan instalasi listrik ?	
6. Apakah siswa mampu menentukan perlengkapan dan peralatan instalasi listrik yang diperlukan dengan benar ?	
7. Apakah siswa telah mengikuti prosedur / ketentuan pemasangan instalasi listrik sesuai dengan fungsi dan tujuan yang telah ditetapkan ?	
8. Apakah siswa telah mengikuti aturan pemasangan sesuai dengan SOP ?	
9. Apakah siswa telah mencatat data hasil pemasangan instalasi listrik dalam laporan pemasangan ?	
10. Apakah siswa telah membuat berita acara sesuai format yang telah ditetapkan lembaga bersangkutan ?	

## **II. PEMBELAJARAN**

### **A. RENCANA BELAJAR SISWA**

Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Alasan perubahan	Tanda tangan guru
1. Merencanakan dan menentukan per-lengkapan listrik yang akan digunakan untuk keperluan pemasangan instalasi listrik					
2. Melakukan pemilihan jenis peralatan dan perlengkapan listrik yang akan digunakan					
3. Melaksanakan pemasangan instalasi listrik sesuai fungsi dan tujuan yang telah ditetapkan					
4. Membuat Berita Acara Hasil Pemasangan					

## **B. KEGIATAN BELAJAR**

### **1. Kegiatan Belajar 1**

#### **PERATURAN UMUM INSTALASI LISTRIK**

##### **a. Tujuan Kegiatan Belajar 1 :**

- Siswa memahami tentang peraturan umum instalasi listrik dan mampu menerapkannya

##### **b. Uraian Materi 1**

###### **1.1 Keselamatan Kerja**

Dalam pemasangan instalasi listrik, biasanya rawan terhadap terjadinya kecelakaan. Kecelakaan bisa timbul akibat adanya sentuh langsung dengan penghantar beraliran arus atau kesalahan dalam prosedur pemasangan instalasi. Oleh karena itu perlu diperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan bahaya listrik serta tindakan keselamatan kerja. Beberapa penyebab terjadinya kecelakaan listrik diantaranya :

- ⌘ Kabel atau hantaran pada instalasi listrik terbuka dan apabila tersentuh akan menimbulkan bahaya kejut.
- ⌘ Jaringan dengan hantaran telanjang
- ⌘ Peralatan listrik yang rusak
- ⌘ Kebocoran listrik pada peralatan listrik dengan rangka dari logam, apabila terjadi kebocoran arus dapat menimbulkan tegangan pada rangka atau body
- ⌘ Peralatan atau hubungan listrik yang dibiarkan terbuka
- ⌘ Penggantian kawat sekering yang tidak sesuai dengan kapasitasnya sehingga dapat menimbulkan bahaya kebakaran
- ⌘ Penyambungan peralatan listrik pada kotak kontak (stop kontak) dengan kontak tusuk lebih dari satu (bertumpuk).

Contoh langkah-langkah keselamatan kerja berhubungan dengan peralatan listrik, tempat kerja, dan cara-cara melakukan pekerjaan pemasangan instalasi listrik dapat diikuti petunjuk berikut :

1. Menurut PUIL ayat 920 B6, beberapa ketentuan peralatan listrik diantaranya :
  - a) Peralatan yang rusak harus segera diganti dan diperbaiki. Untuk peralatan rumah tangga seperti sakelar, fitting, kotak-kontak, setrika listrik, pompa listrik yang dapat mengakibatkan kecelakaan listrik.
  - b) Tidak diperbolehkan :
    - ? Mengganti pengaman *arus lebih* dengan kapasitas yang lebih besar
    - ? Mengganti kawat pengaman lebur dengan kawat yang kapasitasnya lebih besar
    - ? Memasang kawat tambahan pada pengaman lebur untuk menambah daya
  - c) Bagian yang bertegangan harus ditutup dan tidak boleh disentuh seperti terminal-terminal sambungan kabel, dan lain-lain
  - d) Peralatan listrik yang rangkaiannya terbuat dari logam harus ditanahkan
2. Menurut PUIL ayat 920 A1, tentang keselamatan kerja berkaitan dengan tempat kerja, diantaranya :
  - a) Ruang yang didalamnya terdapat peralatan listrik terbuka, harus diberi tanda peringatan “AWAS BERBAHAYA”
  - b) Berhati-hatilah bekerja dibawah jaringan listrik
  - c) Perlu digunakan peralatan pelindung bila bekerja di daerah yang rawan bahaya listrik
3. Pelaksanaan pekerjaan instalasi listrik yang mendukung pada keselamatan kerja, antara lain :
  - ? Pekerja instalasi listrik harus memiliki pengetahuan yang telah ditetapkan oleh PLN (AKLI)
  - ? Pekerja harus dilengkapi dengan peralatan pelindung seperti : Baju pengaman (lengan panjang, tidak mengandung logam, kuat dan tahan terhadap gesekan), Sepatu, Helm, Sarung tangan.
  - ? Peralatan (komponen) listrik dan cara pemasangan instalasinya harus sesuai dengan PUIL.
  - ? Bekerja dengan menggunakan peralatan yang baik

- ? Tidak memasang tusuk kontak secara bertumpuk
- ? Tidak boleh melepas tusuk kontak dengan cara menarik kabelnya, tetapi dengan cara memegang dan menarik tusuk kontak tersebut.

## **1.2 Peraturan**

Sistem penyaluran dan cara pemasangan instalasi listrik di Indonesia harus mengikuti aturan yang ditetapkan oleh PUIL (Peraturan umum Instalasi Listrik) yang diterbitkan tahun 1977, kemudian direvisi tahun 1987 dan terakhir tahun 2000. Tujuan dari Peraturan umum Instalasi Listrik di Indonesia adalah:

- ≠ Melindungi manusia terhadap bahaya sentuhan dan kejutan arus listrik.
- ≠ Keamanan instalasi dan peralatan listrik.
- ≠ Menjaga gedung serta isinya dari bahaya kebakaran akibat gangguan listrik.
- ≠ Menjaga ketenagaan listrik yang aman dan efisien.

Agar energi listrik dapat dimanfaatkan secara aman dan efisien, maka ada syarat-syarat yang harus dipatuhi oleh pengguna energi listrik. Peraturan instalasi listrik terdapat dalam buku Peraturan Umum Instalasi Listrik atau yang sering disingkat dengan PUIL. Di mulai dari tahun 2000, kemudian direvisi tahun 1987, dan terakhir tahun 2000. Sistem instalasi listrik yang dimulai dari sumber listrik (tegangan, frekwensi), peralatan listrik, cara pemasangan, pemeliharaan dan keamanan, sudah diatur dalam PUIL. Jadi setiap perencana instalasi listrik, instalatir (pelaksana), Operator, pemeriksa dan pemakai jasa listrik wajib mengetahui dan memahami Peraturan Umum Instalasi listrik (PUIL).

PUIL tidak berlaku bagi beberapa sistem instalasi listrik tertentu seperti :

- ≠ Bagian instalasi tegangan rendah untuk menyalurkan berita atau isyarat.
- ≠ Instalasi untuk keperluan telekomunikasi dan instalasi kereta rel listrik.
- ≠ Instalasi dalam kapal laut, kapal terbang, kereta rel listrik, dan kendaraan yang digerakan secara mekanis.
- ≠ Instalasi listrik pertambangan di bawah tanah.
- ≠ Instalasi tegangan rendah tidak melebihi 25 V dan daya kurang dari 100 W.
- ≠ Instalasi khusus yang diawasi oleh instansi yang berwenang (misalnya : instalasi untuk telekomunikasi, pengawasan, pembangkitan, transmisi, distribusi tenaga listrik untuk daerah wewenang instansi kelistrikan tersebut).



Pada ayat 103 A1 dari PUIL merupakan peraturan lain yang berkaitan dengan instalasi listrik, yakni :

- a. Undang-Undang No. 1 tahun 1970, tentang Keselamatan Kerja.
- b. Peraturan Bangunan Nasional.
- c. Peraturan Pemerintah No. 18 tahun 1972, tentang Perusahaan Listrik Negara.
- d. Peraturan lainnya mengenai kelistrikan yang tidak bertentangan dengan PUIL.

Suatu peralatan listrik boleh dipergunakan untuk instalasi apabila :

- ≠ Memenuhi ketentuan-ketentuan PUIL 2000.
- ≠ Telah mendapat pengesahan atau izin dari instansi yang berwenang (ayat 202 A2)

Berdasarkan ketentuan PUIL 2000 ayat 202 B1 : semua instalasi yang selesai dipasang sebelum dipergunakan harus diperiksa dan diuji lebih dahulu. Menurut ayat 110 T16, tegangan dibagi menjadi :

- a. Tegangan rendah ( sampai 1000 V)
- b. Tegangan Menengah (1000 V – 20 kV)
- c. Tegangan Tinggi ( di atas 20 kV)

### **1.3 Pengujian Peralatan Listrik**

Di negara kita semua peralatan listrik sebelum digunakan oleh konsumen harus melalau uji kelayakan. Menurut ayat 202 A2 semua peralatan listrik yang akan dipergunakan instalasi harus memenuhi ketentuan PUIL. Di Indonesia peralatan listrik diuji oleh suatu lembaga dari Perusahaan Umum Listrik Negara, yaitu Lembaga Masalah Kelistrikan disingkat LMK.



Gambar : 1.1. Tanda Persetujuan Pengujian dari LMK

Peralatan listrik yang mutunya diawasi oleh LMK dan disetujui, diizinkan untuk memakai tanda LMK. Bahan yang berselubung bahan termoplastik, misalnya berselubung PVC, tanda ini dibuat timbul dan diletakan pada selubung luar kabel.

Lambang persetujuan ini dipasang pada kabel yang berselubung PVC, misalnya kabel NYM. Sedangkan unruk kabel yang kecil seperti NYA, lambang persetujuan dari LMK berupa kartu yang ditunjukkan pada gambar 1.2.



Gambar : 1.2. Tanda Persetujuan Pengujiam dari LMK

Di negara kita peralatan listrik yang telah diawasi mutu produksinya oleh LMK baru kabel-kabel buatan dalam negeri.

#### 1.4 Simbol-simbol Instalasi Listrik

Selain menguasai peraturan dan memiliki pengetahuan tentang peralatan instalasi, seorang ahli listrik juga harus mahir membaca gambar instalasi. Denah ruangan yang akan dilengkapi dengan instalasi pada umumnya digambar dengan skala 1 : 100 atau 1 : 50. Pada denah ini gambar instalasi yang akan dipasang menggunakan lambang yang berlaku. Pada Tabel 1.1, diperlihatkan lambang-lambang (simbol-simbol) yang penting untuk instalasi listrik. Ukuran yang diberikan sebagai petunjuk pembuatan gambar instalasi.

Tabel 1.1 Lambang-Lambang Elektro Arus Kuat

No.	Lambang	Keterangan	No.	Lambang	Keterangan
1.		Arus searah	4.		a. Arus ac fasa m frekuensi f b. Arus ac fasa-3 frekuensi 50 Hz
2.		Arus bolak-balik	5.		a. Arus ac fasa-3 50Hz 220 V b. Arus ac dgn netral 50 Hz 380 V (antar fasa dan netral 220 V
3.		Arus searah dan arus bolak-balik			

No.	Lambang	Keterangan	No.	Lambang	Keterangan
6.		a. Arus searah 2 hantaran, 110 V b. Arus searah 3 hantaran, termasuk ne-tral, 220V tegangan antara hantaran luar dan netral 110V.	15.		Pengaman lebur dengan kontak isyarat
7.		a. Sakelar b. Sakelar bersekat pelindung	16.		Kotak-kontak
8.		Sakelar arus maksimum dengan pemutusan : a. Termis b. Elektromagnetis	17.		Tusuk-kontak
9.		Sakelar dengan Pelayanan Elektromagnetis	18.		Kontak tusuk
10.		Sakelar kutub tiga	19.		a. Lampu Isyarat b. Lampu kedip
11.		a. Sakelar tukar, sakelar dua arah b. Sakelar tukar dengan kedudukan netra	20.		a. Generator b. Motor
12.		Pemutus Daya	21.		Transformator
13.		Pemisah	22.		Autotransformer
14.		a. Pengaman Lebur b. Sakelar Pemisah dengan pengaman lebur	23.		Jalur terminal

No.	Lambang	Keterangan	No.	Lambang	Keterangan
24.		Penyambungan rangkaian	32.	$\begin{array}{l} \text{//} \quad \frac{2N - 220 \text{ V}}{2 \times 50 + 1 \times 25} \\ \\ \frac{2N - 220 \text{ V}}{\text{=====}} \\ \text{=====} \\ 2 \times 50 + 1 \times 25 \end{array}$	Rangkaian dc 220 V (antara hantaran luar dan netral 110 V) terdiri 2 hantaran dgn penampang 50 mm <sup>2</sup> dan satu hantaran dgn netral penampang 25 mm <sup>2</sup>
25.		Perlengkapan hubung Bagi (PHB)	33.	$\begin{array}{l} \frac{4}{/} \quad \frac{3N ? 50}{3 \times 125 + 1 \times 50} \\ \\ \frac{3N ? 50}{\text{=====}} \\ \text{=====} \\ 3 \times 125 + 1 \times 50 \end{array}$	Rangkaian fasa-3 50 Hz 3 hantaran dgn penampang 125 mm <sup>2</sup> dan satu hantaran netral dgn penampang 50 mm <sup>2</sup>
26.		Satu hantaran atau sekelompok hantara	34.		Cabang hantaran, cabang sederhana
27.		Hantaran fleksibel	35.		Cabang dua hantaran
28.		Dua hantara	36.		Persilangan hantaran tanpa hubungan listrik
		Tiga hantaran	37.		Tanah, hubungan tanah, pentanahan
29.		Perubahan dari gambar garis tunggal menjadi gambar garis ganda	38.		Hubungan rangka atau badan
30.	$\begin{array}{l} \text{//} \quad \frac{110\text{V}}{2 \times 125 \text{ mm}^2 \text{ Al}} \\ \\ \frac{110\text{V}}{\text{=====}} \\ \text{=====} \\ 2 \times 125 \text{ mm}^2 \text{ Al} \end{array}$	Rangkaian dc 110V terdiri 2 hantaran aluminium, luas penampang masing-masing 125 mm <sup>2</sup>			
31.	$\begin{array}{l} \text{//} \quad \frac{3?50 \text{ Hz } 600 \text{ V}}{3 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}} \\ \\ \frac{3?50 \text{ Hz } 600 \text{ V}}{\text{=====}} \\ \text{=====} \\ 3 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu} \end{array}$	Rangkaian fasa-3 600V, 50Hz terdiri 3 hantaran tembaga, luas penampang masing-masing 50 mm <sup>2</sup>			

Ukuran gambar menentukan ukuran lambang yang digunakan, tetapi supaya hasilnya rapi maka perbandingan antara ukuran lambang harus seragam. Jumlah lambang dibatasi sedapat mungkin hanya yang perlu digambar saja dan sesederhana mungkin. Apabila ada alat yang lambangnya belum dilakukan, maka dipilih suatu lambang dan artinya dijelaskan dalam gambar. Lambang yang penting dapat digambar lebih tebal atau lebih besar sehingga lebih menonjol.

### **1.5 Gambar Instalasi Listrik**

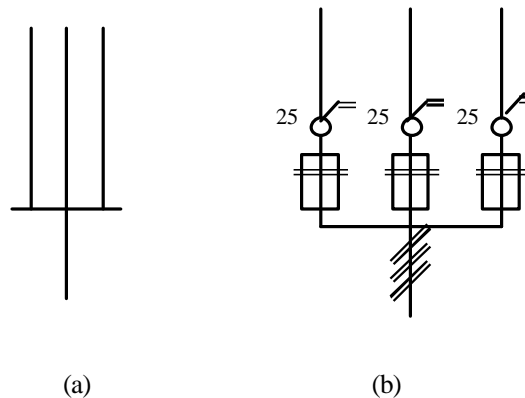
Gambar instalasi listrik secara umum dibagi dua bagian yaitu : menurut tujuan dan Cara menggambar. Pembagian gambar menurut tujuan meliputi :

- ≠ Diagram yang sifatnya menjelaskan : diagram dasar, diagram lingkaran arus, dan diagram instalasi
- ≠ Diagram Pelaksanaan, yaitu : diagram pengawatan dan diagram saluran
- ≠ Gambar Instalasi
- ≠ Gambar situasi

Sedangkan pembagian menurut cara menggambar dibedakan berdasarkan kepada : cara menggambar dengan garis tunggal dan cara menggambar dengan garis ganda.

#### **a. Diagram Dasar**

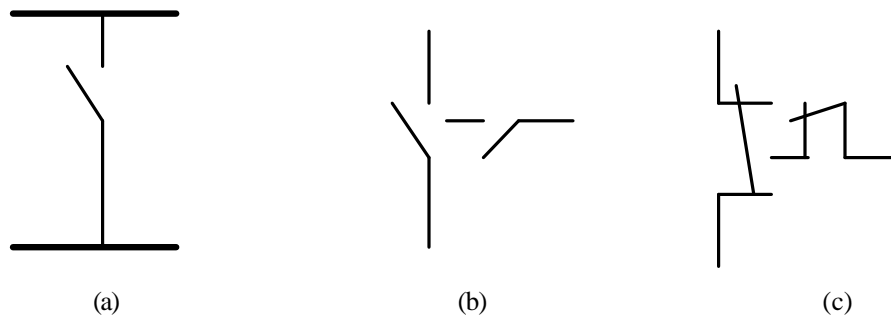
Diagram dasar dimaksudkan untuk menjelaskan cara kerja suatu instalasi secara elementar gambar 1.3a memperlihatkan diagram dasar suatu perlengkapan hubung bagi (PHB) yang digambar dengan cara disederhanakan, gambar 1.3b memperlihatkan diagram yang sama diagram secara terperinci.



Gambar 1.3 Contoh gambar instalasi

### b. Diagram Lingkaran Arus

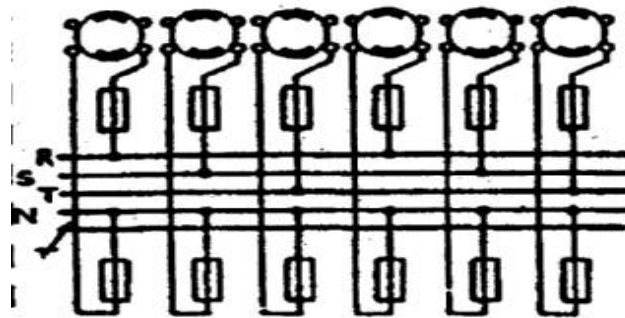
Diagram lingkaran arus maksudnya untuk menjelaskan cara kerja suatu rangkaian, merencanakan suatu rangkaian yang rumit dan untuk mengatasi kerusakan yang terjadi pada rangkaian. Diagram lingkaran arus digambarkan dengan saklar selalu bergerak dari kiri ke kanan atau dari bawah ke atas, seperti yang digambarkan pada gambar 1.4.



Gambar 1.4 Diagram aliran arus rangkaian kutub satu

### c. Diagram Pengawatan

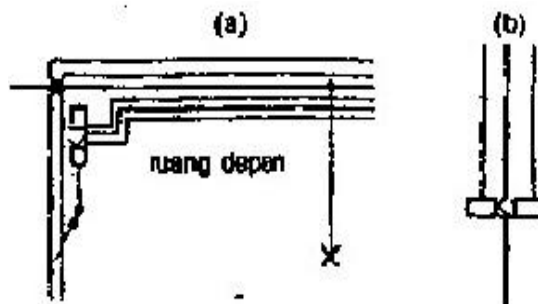
Diagram Pengawatan memperlihatkan cara pelaksanaan pengawatan peralatan instalasi listrik, seperti gambar 1.5.



Gambar 1.5 Diagram pengawatan

### d. Diagram Saluran

Diagram saluran memperlihatkan hubungan antara bagian-bagian instalasi. Diagram ini dapat digambarkan berupa diagram topografis yang menggambarkan saluran sebenarnya. Contoh diagram saluran dapat dilihat pada gambar 1.6.

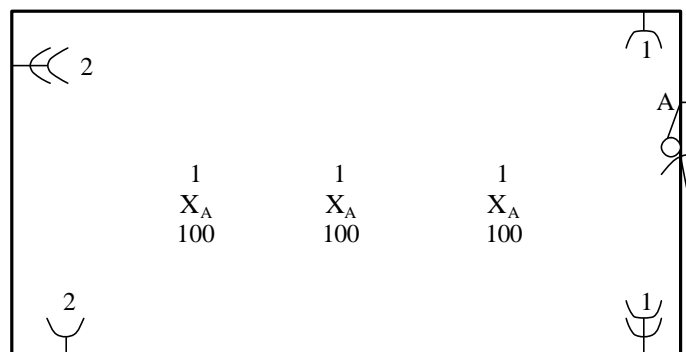


Gambar 1.6 Diagram saluran topografis

### e. Gambar Instalasi dan Diagram Instalasi

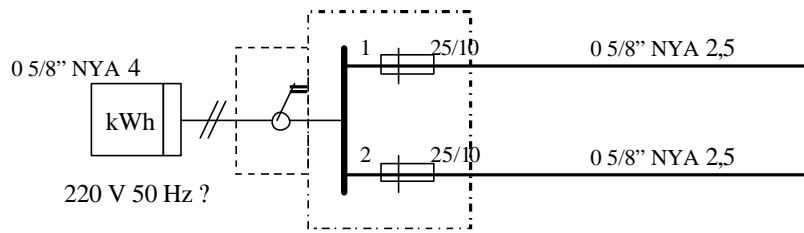
Gambar instalasi dapat berupa titik beban tanpa digambarkan saluran instalasinya (seperti gambar 1.7), bagi seorang instalatir dapat menentukan sendiri letak saluran instalasinya tetapi dengan ketentuan harus aman dari bahaya kebakaran/hubung singkat. Untuk instalasi pada bangunan yang luas dan melayani beban yang banyak saluran-salurannya harus digambarkan secara jelas.

Pada gambar instalasi harus disertai dengan diagram instalasi. Diagram instalasi ini memberikan gambaran hubungan dengan meter listrik, jumlah beban yang harus dilayani, jenis kabel, dan kapasitas pengaman yang harus dipasang pada instalasi sebenarnya. Contoh diagram instalasi dapat dilihat pada gambar 1.7.



Gambar 1.7 Contoh gambar instalasi untuk suatu ruangan

Gambar instalasi sering dilengkapi dengan diagram instalasi. Gambar 1.8 memperlihatkan diagram instalasi sederhana. Dari keterangan yang tercantum dalam diagram instalasi dapat ditentukan apakah instalasinya sesuai dengan peraturan atau tidak.



x kVA	kVA	Jumlah kVA
4 0,280	6 0,600	0,880
2 0,120	6 0,600	0,720
Kebutuhan maksimum		1,600

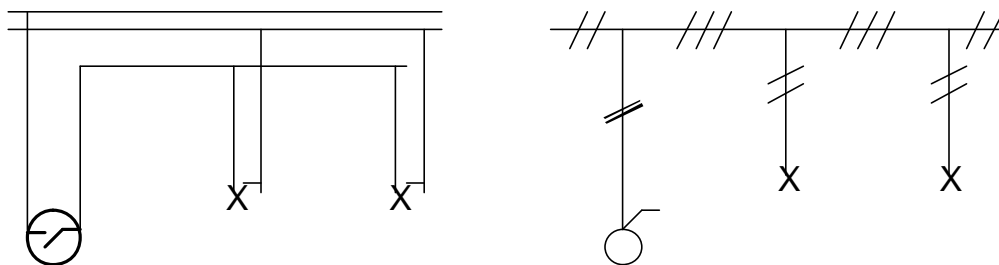
Gambar 1.8 Contoh gambar diagram instalasi

### f. Gambar Situasi

Gambar situasi memberikan gambaran secara jelas letak gedung serta instalasi yang akan dihubungkan dengan jaringan PLN. Keterangan ini diperlukan oleh PLN untuk memudahkan menentukan kemungkinan penyambungan serta pembiayaannya.

### g. Diagram Garis Ganda dan Diagram Tunggal

Diagram garis tunggal biasanya disebut diagram perencanaan instalasi listrik, sedangkan diagram garis ganda disebut diagram pelaksanaan. Diagram garis tunggal diterapkan pada instalasi rumah sederhana maupun instalasi gedung – gedung sederhana hingga gedung besar/brtingkat dan juga pada diagram panel bagi dan rekapitulasi beban. Contoh diagram garis tunggal dapat dilihat pada gambar 1.9.



(a) diagram garis ganda

(b) diagram garis tunggal

Gambar 1.9 Diagram garis ganda dan garis tunggal



## **2. Kegiatan Belajar 2**

### **KOMPONEN-KOMPONEN INSTALASI LISTRIK**

#### **a. Tujuan Kegiatan Belajar 2 :**

Siswa mampu menentukan komponen-komponen instalasi listrik yang akan digunakan

#### **b. Uraian Materi :**

##### **2.1 Komponen Pokok Instalasi**

Komponen instalasi listrik merupakan perlengkapan yang paling pokok dalam suatu rangkaian instalasi listrik. Dalam pemasangan instalasi listrik banyak macamnya, untuk memudahkan bagi siswa / instalatir komponen tersebut dikelompokan :

- ∞ Bahan Penghantar
- ∞ Kotak Kontak
- ∞ Fiting
- ∞ Saklar
- ∞ Pengaman
- ∞ Peralatan Pelindung

Komponen instalasi listrik yang akan dipasang pada instalasi listrik , harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Keandalan, menjamin kelangsungan kerja instalasi listrik pada kondisi normal.
- b. Keamanan, komponen instalasi yang dipasang dapat menjamin keamanan system instalasi listrik.
- c. Kontinuitas, komponen dapat bekerja secara terus menerus pada kondisi normal.

##### **2.2 Bahan Penghantar**

###### **a. Jenis bahan penghantar**

Penghantar yang digunakan pada instalasi listrik pada umumnya digunakan bahan tembaga dan aluminium. Untuk penghantar tembaga kemurniannya minimal 99,9%. Tahanan jenis yang disyaratkan tidak melebihi  $0,017241 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$  pada

suhu 20<sup>0</sup> C, atau sama dengan daya hantar 50 siemen =100% IACS (International Annealid Copper Standard). Koefisien suhu pada suhu awal 20<sup>0</sup> C adalah 0,04% per derajat celcius. Bila terjadi kenaikan suhu 10<sup>0</sup> C akan terjadi kenaikan tahanan jenis 4%. Luas penampang penghantar tembaga harus memenuhi standar internasional, namun untuk keperluan praktis ukuran tersebut telah dibuat pada table seperti table 2.1. Tabel ini juga memuat luas penampang hantaran tembaga telanjang.

Tabel 2.1 Luas penampang hantaran nominal

Kabel tembaga fleksibel, lebih fleksibel dan sangat fleksibel mm <sup>2</sup>	Penghantar tembaga atau alumunium kabel dan kebel tanah isolasi tetap		Hantara Udara	
	Bulat mm <sup>2</sup>	Bentuk sektor mm <sup>2</sup>	Tembaga telanjang mm <sup>2</sup>	Alumunium dan campuran alumunium talanjang mm <sup>2</sup>
0,5	-	-	-	-
0,75	-	-	-	-
1,0	1,0	-	-	-
1,5	1,5	-	-	-
2,5	2,5	-	-	-
4	4	-	-	-
6	6	-	6	-
10	10	10	10	-
16	16	16	16	16
25	25	25	25	25
35	35	35	35	35
50	50	50	50	50
70	70	70	70	70
95	95	95	95	95
120	120	120	120	120
150	150	150	150	150
185	185	185	185	185
240	240	240	240	240
300	300	300	300	300
400 <sup>(10)</sup>	400	400	400	400
500 <sup>(10)</sup>	500	500	500	500
-	630	630	-	630
-	800	-	-	800
-	1000	-	-	1000

Alumunium untuk penghantar kabel berisolasi harus juga alumunium murni. umumnya digunakan alumunium dengan kemurnian sekurang-kurangnya 99,9%. Tahanan jenis alumunium lunak untuk hantaran listrik telah dibakukan, yaitu tidak boleh melebihi 0,028264 ohm mm<sup>2</sup>/m pada suhu 20<sup>0</sup> C; atau sama dengan daya hantar sekurang-kurangnya 61% IACS (international Annealid Copper Standard).. Daya

hantar alumunium juga dipengaruhi oleh keadaan kekerasannya ,tetapi tak sebesar daya hantar tembaga. Alumunium lunak dengan daya hantar 61% IACS, memiliki kekuatan tarik  $60-70\text{N/mm}^2$ . Alumunium keras dengan kekuatan tarik  $150-159\text{N/mm}^2$  hanya kira-kira 1% lebih rendah daripada daya hantar alumunium lunak. Koefisien suhu pada suhu awal  $20^0\text{C}$  adalah 0,04% per derajat celcius dan berat jenisnya pada suhu tersebut 2,7 dan 8,9. Daya alumunium sama dengan 61% IAC, maka tahanan penghantar yang sama diperlukan luas penghantar :

$$100/60 \times \text{luas penghantar tembaga} = 1,64 \times \text{luas penghantar tembaga}$$

atau jika memperhitungkan diameter penghantar =  $\sqrt{1,64}$  x diameter tembaga. Berat alumunium jika dibanding dengan berat tembaga :  $1,64 \times (2,7/8,9) \times 100\% = 50\%$  berat tembaga. Jadi penghantar alumunium dibanding dengan tembaga akan 50% lebih ringan, tetapi diameter akan 28% lebih besar. Hal berarti penggunaan kawat alumunium akan lebih hemat dan penggunaan isolasi lebih sedikit, karena diameternya lebih besar 28%.

#### **b. Kabel instalasi berselubung**

Penggunaan kabel instalasi berselubung jika dibandingkan dengan dalam pipa diantaranya :

- ≠ Lebih mudah dibengkokan
- ≠ Lebih tahan terhadap pengaruh asam dan uap atau gas tajam
- ≠ Sambungan dengan alat pemakai dapat ditiup lebih rapat

Beberapa pengertian huruf yang digunakan pada kode kabel adalah :

- N : kabel standar dengan penghantar tembaga
- NA : kabel standar dengan penghantar aluminium
- Y : Isolasi atau selubung PVC
- F : Perisai kawat baja pipih
- R : Perisai kawat baja bulat
- Gb : Spiral pita baja
- re : penghantar padat bulat
- rm : penghantar bulat kawat banyak
- se : penghantar padat bentuk sektor
- sm : penghantar kawat banyak bentuk sektor

**contoh 2.1**

NAYFGbY 4 x 120 SM 0,6/1 kV

Artinya : kabel jenis standar dengan penghantar aluminium kawat banyak bentuk sektor, berisolasi dan berselubung PVC, dengan perisai kawat baja pipih dan spiral pita baja. Jumlah urat empat, luas penampang nominal masing-masing 120 mm<sup>2</sup>, dan tegangan kerja nominal 0,6/1 kV.

Salah satu jenis kabel instalasi berselubung adalah kabel jenis NYM, dimana kabel ini memiliki penghantar tembaga polos bersiolasi PVC dengan luas penampang 1,5 mm<sup>2</sup> – 10 mm<sup>2</sup> dan penghantarnya kawat tunggal. Untuk penampang 16 mm<sup>2</sup> ke atas penghantarnya terdiri atas sejumlah kawat yang dipilin menjadi satu.

Kemampuan menghantar arusnya dari kabel NYM ini dapat dijelaskan pada tabel 2.2. Tbel 2.2 ini berlaku untuk semua kabel instalasi yang berisolasi dan berselubung PVC termasuk kabel fleksibel dengan penghantar tembaga suhu maksimum 70<sup>0</sup>C pada suhu keliling 30<sup>0</sup>C.

Tabel 2.2 Kemampuan hantar arus kabel instalasi berisolasi dan berselubung PVC

Luas penampang nominal kabel	Kemampuan hantar arus maksimum	Kemampuan hantar arus nominal maksimum pengaman
mm <sup>2</sup>	A	A
1,5	19	20
2,5	25	25
4	34	35
6	44	50
10	61	63
16	82	80
25	108	100
35	134	125
50	167	160
70	207	224
95	249	250
120	291	300
150	334	355
185	380	355
240	450	425
300	520	500

Sedangkan warna selubung luar kabel PVC telah dibakukan sebagaimana ayat 720 G1 seperti dijelaskan pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Warna selubung luar kabel PVC

Jenis Kabel	Tegangan nominal	Warna selubung luar
Kabel berselubung PVC untuk instalasi tetap (misal NYM)	500 V	Putih
Hantaran udara berselubung PVC (misal NYMT)	500 V	Hitam
Kabel berselubung PVC	0,6 / 1 kV	Hitam
Kabel berselubunh PVC	di atas 1 kV	Merah

## 2.3 Kontak Listrik

### a. Kotak-kontak (stop kontak)

Kotak kontak merupakan tempat untuk mendapatkan sumber tegangan listrik yang diperlukan untuk pesawat atau alat listrik. Tegangan Sumber listrik ini diperoleh dari hantaran fasa dan netral yang berasal dari PLN. Simbol dan jenis kotak kontak dapat dilihat pada gambar 2.1.

Lambang	Keperluan, nama	Bentuk
	Kotak-kontak dinding	
	Kotak-kontak dinding dengan pembumih	
	Kotak-kontak dinding dengan kontak pemanggaman	
	Swach kontak	
	Kontak swach dengan kabel yang dapat dipindah-pindahkan	
	Kotak-kontak stek	

Gambar 2.1 Lambang dan bentuk kontak listrik

## b. Kontak Tusuk

Kontak tusuk digunakan untuk menghubungkan pesawat atau alat listrik yang dipasang tetap ataupun dapat dipindah-pindahkan. Jenis kontak tusuk dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Jenis-jenis kontak tusuk

Penggunaan dan pemasangan kontak ada beberapa ketentuan antara lain :

- Kotak-kontak dinding fasa satu harus dipasang hingga kontak netralnya ada disebelah kanan (ayat 206 B4).
- Kotak-kontak dinding yang dipasang kurang dari 1,25 meter di atas lantai harus dilengkapi dengan tutup (ayat 840 C5)
- Kotak-kontak yang dipasang dilantai harus tertutup (ayat 511 B4)
- Kotak-kontak dinding dengan pengaman harus dipasang hantaran pengaman (ayat 321 B1 sub b4)
- Ruangan yang dilengkapi dengan kotak kontak dengan kotak pengaman, tidak boleh dipasang kotak-kontak tanpa pengaman, kecuali kotak-kontak tegangan rendah dan untuk pemisahan pengaman (ayat 321 B1 sub b4)
- Pada satu tusuk kontak, hanya boleh dihubungkan satu kabel yang dapat dipindah-pindah (ayat 511 A9 sub c)
- Kemampuan kotak-kontak harus sekurang-kurangnya sesuai dengan daya yang dihubungkan padanya, tetapi tidak boleh kurang dari 5 A (ayat 840 C6).

### c. Kontak hubung bagi

Kotak PHB harus dibuat dari bahan yang tidak dapat terbakar, tahan lembab dan kukuh (ayat 610 A1). Pada setiap hantaran fasa keluar suatu perlengkapan hubung bagi harus dipasang pengaman arus (ayat 602 D1). Pada hantaran netral tidak boleh dipasang pengaman arus, kecuali bila potensial hantaran netralnya tidak selalu mendekati potensial tanah. Setiap peralatan listrik, kecuali kotak-kontak dengan kemampuan hantar arus nominal 16 A atau lebih, harus merupakan rangkaian akhir tersendiri kecuali jika peralatan tersebut bagian yang tidak terpisahkan dari suatu unit instalasi (ayat 602 N1). Gambar 2.3a memperlihatkan diagram rangkaian akhir sederhana untuk satu fasa, dan gambar 2.3b menunjukkan bentuknya.



Gambar 2.3 Perlengkapan hubung bagi dan diagramnya

Kontak hubung bagi juga harus memenuhi persyaratan antara lain :

- ⌘ Kontak hubung bagi harus kokoh, terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar dan tahan lembab
- ⌘ Pada kontak hubung bagi yang berdiri sendiri sekurang-kurangnya harus mempunyai satu saklar dengan kemampuan sakelar sekurang-kurangnya sama dengan kemampuan arus nominal pengaman tetapi tidak kurang dari 10A.
- ⌘ Saklar masuk boleh ditiadakan kalau kontak hubung bagi merupakan suplai dari hubung bagi lainnya
- ⌘ Setiap hantaran fasa keluar harus dipasang pengaman arus.

Komponen-komponen penting dari kontak hubung bagi adalah :

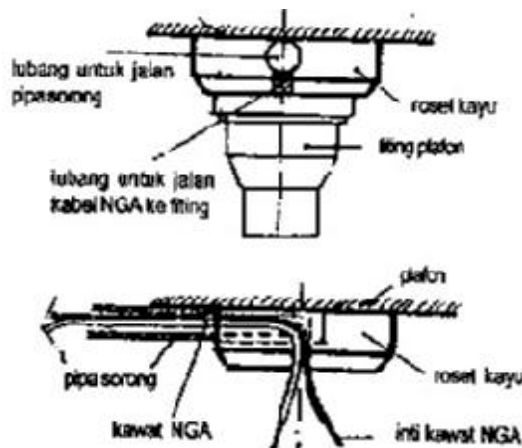
- a. Kontak rel, (panel) berfungsi sebagai terminal untuk menyambungkan pada beberapa saluran ke beban.
- b. Kotak pengaman
- c. Kotak Sakelar yang merupakan satu kesatuan dari kontak hubung bagi.

## 2.4 Fiting

Fiting adalah tempat memasang bola lampu listrik, dan menurut penggunaannya dapat dibagi menjadi tiga jenis : fitting langit-langit, fitting gantung, dan fitting kedap air.

### a. Fiting langit-langit

Pemasangan fitting langit-langit ditempelkan pada langit-langit (eternit) dan dilengkapi dengan roset. Roset diperlukan untuk meletakkan/penyekerupan fitting supaya kokoh kedudukannya pada langit-langit. Cara pemasangan fitting ini dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pemasangan fitting langit-langit

### b. Fiting gantung

Pada fitting gantung dilengkapi dengan tali snur yang berfungsi sebagai penahan beban bola lampu dan kap lampu, serta untuk menahan konduktor dari tarikan beban tersebut. Konstruksi dari fitting gantung dapat dilihat pada gambar 2.5.

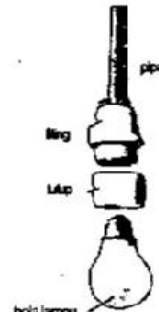
### c. Fiting kedap air

Fiting kedap air merupakan fitting yang tahan terhadap resapan/rembesan air. Fiting jenis ini dipasang di tempat lembab atau tempat yang mungkin bisa terkena air misalnya fitting untuk di kamar mandi. Konstruksi fitting ini terbuat dari porselin, dimana bagian kontakannya terbuat dari logam kuningan atau tembaga dan bagian ulirnya dilengkapi dengan karet yang berbentuk cincin sebagai penahan air. Konstruksi fitting kedap air dapat dilihat apada gambar 2.6.





Gambar 2.5 Konstruksi fitting gantung



Gambar 2.6 Konstruksi fitting kedap air.

## 2.5 Sakelar

Sakelar berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan rangkaian listrik.

Sakelar dan pemisah harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain :

- Dapat dilayani secara aman tanpa harus memerlukan alat bantu
- Jumlahnya harus sesuai hingga semua pekerjaan pelayanan, pemeliharaan, dan perbaikan instalasi dapat dilakukan dengan aman.
- Dalam keadaan terbuka, bagian sakelar atau pemisah bergerak harus tidak bertegangan (ayat 206 B1).
- Harus tidak dapat terhubung sendiri karena pengaruh gaya berat (ayat 206 B1).
- Kemampuan sakelar minimal sesuai dengan gaya daya alat yang dihubungkannya, tetapi tidak boleh kurang dari 5 A (ayat 840 C6).

Simbol atau lambang dari alat pemutus/penghubung ini dapat dilihat pada gambar 2.7. Dari gambar tersebut dapat dilihat konstruksi berbagai jenis sakelar, bentuk, serta cara penggambarannya.

Simbol	Jumlah	posisi	Keterangan umum	Simbol
	1	⊙	sakelar satu sak	
	2	⊙	sakelar dua sak	
	3	⊙	sakelar tiga sak	
	1	⊙	sakelar	
	1	⊙	sakelar tarik	
	1	⊙	sakelar sandung	
	1	⊙	sakelar tuas	
	1	⊙	sakelar tukul or sakelar tekan	
	1	⊙	sakelar tukul or sakelar tekan	

Gambar 2.7 Simbol sakelar dan cara penggambarannya

Menurut konstruksinya sakelar dikelompokkan menjadi : sakelar kontak, sakelar tumpuk atau sakelar paket, sakelar sandung, sakelar tuas, dan sakelar giling. Sedangkan ditinjau dari cara kerjanya (jenis alat penghubungnya), dapat dikelompokkan menjadi : sakelar putar, sakelar balik, sakelar tarik, sakelar jungkit, dan sakelar tombol tekan.

Jika ditinjau dari hubungan dan jenis alat penghubung, sakelar dibedakan menjadi : sakelar tunggal, sakelar dwi-kutub (kutub ganda), sakelar tri-kutub, sakelar seri, sakelar tukar dan sakelar silang.

Penggolongan sakelar berdasarkan penyambungannya dapat dijelaskan pada gambar 2.8

Nama	Lambang	Kontrol	Prinsip Hubungan	Pembangunan sistem tenaga
Penghubung bertahuk satu				
Penghubung bertahuk ganda				
Penghubung bertahuk tiga				
Penghubung selamanti				
Penghubung reset panel				
Penghubung tarik				
Penghubung alir				

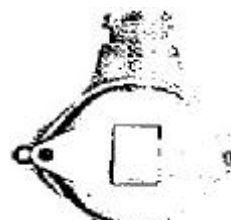
Gambar 2.8 Simbol sakelar berdasarkan prinsip hubungan sakelar

**a. Sakelar kotak**

Sakelar ini pada umumnya untuk menyalakan dan mematikan lampu, dimana sakelar ini sering disebut sakelar kotak karena sering dipasang di atas sebuah kotak yaitu kotak normal. Contoh sakelar ini dapat dilihat pada gambar 2.9 yang memperlihatkan beberapa sakelar jungkit yang ditanam dalam dinding. Selain itu juga ada sakelar tarik yang digerakkan dengan seutas tali. Sakelar ini digunakan di atas tempat tidur dan kamar mandi. Juga masih ada sakelar-sakelar kotak lain yang dibuat khusus untuk digunakan dalam ruangan-ruangan khusus, misalnya sakelar kedap air (gambar 2.10).



Gambar 2.9 Sakelar kotak



Gambar 2.10 Sakelar kedap air

**b. Sakelar tumpuk**

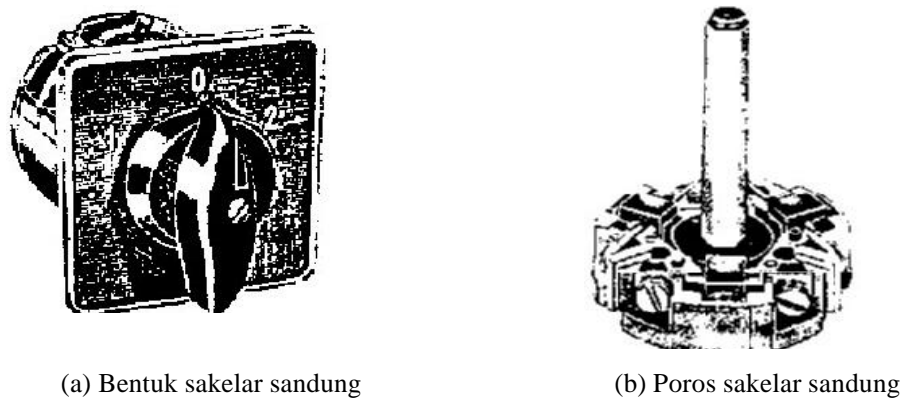
Sakelar jenis ini mempunyai empat kedudukan yang dapat diputar ke kanan atau ke kiri dengan sudut masing-masing  $90^{\circ}$  , setiap hubungan mempunyai hubungan yang bertingkat. Konstruksi sakelar tumpuk diperlihatkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Sakelar kotak

**c. Saklar sandung**

Sakelar jenis ini mempunyai hubungan tiga keadaan yaitu pada posisi nol (0) saklar dalam keadaan terbuka, pada posisi satu (1) dan dua (2) keadaan terhubung secara bergantian. Bentuk dan konstruksi saklar sandung dapat dilihat pada gambar 2.12.



(a) Bentuk sakelar sandung

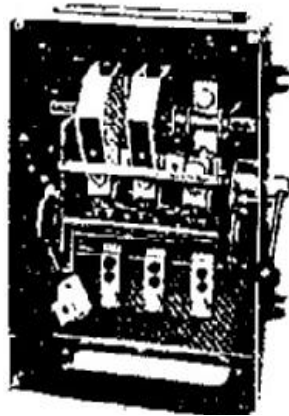
(b) Poros sakelar sandung

Gambar 2.12 Sakelar sandung

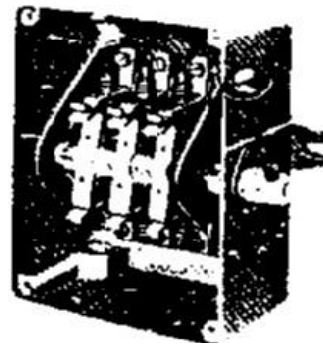
Pada sakelar sandung bagian yang berputar adalah porosnya, sedangkan kotak-kontaknya tidak ikut berputar, sehingga usia dari sakelar ini adalah sangat panjang.

#### **d. Saklar tuas**

Saklar tuas dilengkapi dengan pisau-pisau sebagai penghubung dan pemutus yang digerakkan secara mekanis satu arah. Konstruksi sakelar ini dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Bentuk sakelar tuas



Gambar 2.14 Bentuk sakelar giling

#### **e. Saklar giling**

Saklar ini mempunyai titik putar yang bergerak bagian tengahnya, dimana gerakannya bisa memutuskan atau menghubungkan kutub-kutub kontak. Contoh pemakaian pada pengontrolan pengisian bak air oleh pompa, bila air berkurang mencapai titik tertentu, maka pompa akan jalan. Sebaliknya bila air mencapai titik permukaan tertentu maka pompa akan berhenti. Konstruksi sakelar giling dapat dilihat pada gambar 2.14.

### **2.6 Pengaman**

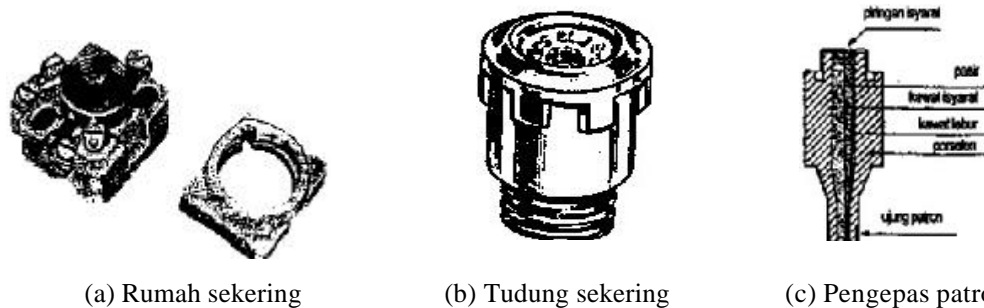
Pengaman adalah suatu alat yang digunakan untuk melindungi sistem instalasi dari beban arus yang melebihi kemampuannya. Biasanya arus yang mengalir pada suatu penghantar akan menimbulkan panas, baik pada saluran penghantar maupun pada alat listriknya sendiri. Untuk mencegahnya digunakan pengaman lebur dan pengaman otomatis. Alat ini digunakan untuk :

- ≠ Mengamankan system instalasi listrik (hantaran, perlengkapan listrik dan alat/pesawat yang menggunakan listrik)
- ≠ Melindungi/membatasi arus lebih yang disebabkan oleh pemakaian beban yang berlebihan dan akibat hubung singkat antara fasa dengan fasa, fasa dengan netral atau fasa dengan badan (*body*).
- ≠ Melindungi hubung singkat dengan badan mesin atau perlengkapan lainnya.

Pengaman lebur harus memutuskan rangkaian yang diamankan kalau arusnya menjadi terlalu besar. Bagian pengaman yang memutuskan rangkaian disebut *patron lebur*. Untuk arus nominal sampai dengan 25 A, menurut ayat 630 B15 harus digunakan patron lebur jenis D, yaitu berupa patron ulir dan biasanya digunakan maksimum 63 A.

#### a. Pengaman ulir

Pengaman ulir ini terdiri dari rumah sekering, pengepas patron, dan patron lebur. Gambaran mengenai rumah sekering, tudung sekering dan pengepas patron dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Pengaman ulir

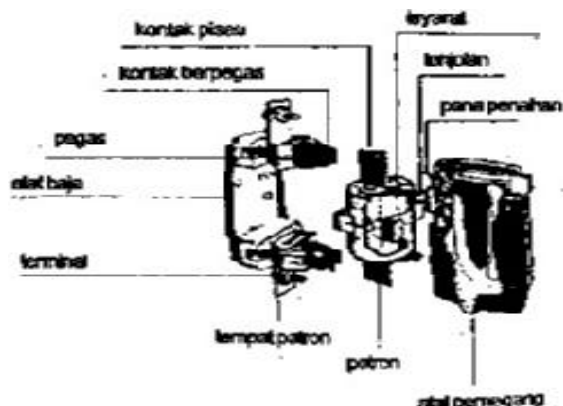
Pengaman jenis ini bekerja dengan cara memutuskan kawat leburnya apabila pada sistem terjadi kenaikan arus diluar batas nominalnya. Kenaikan arus ini disebabkan oleh beban lebih atau hubung singkat. Berkaitan dengan aprtron lebur memiliki kawat lebur dari jenis bahan perak dengan campuran beberapa logam lain, seperti timbel, seng, dan tembaga. Untuk kawat lebur digunakan perak, karena logam ini hampir tidak berkarat dan daya hantar listriknya tinggi. Jadi diameter kawat leburnya bisa sekecil mungkin untuk menghindari timbulnya uap bila kawatnya melebur.

Diameter luar ujung patron lebur berbeda-beda tergantung arus nominalnya, yaitu makin tinggi arus nominal makin besar diameter ujung patronnya. Warna patron yang digunakan untuk menandai patron lebur dan pengepas patron, berasal dari warna-warna perangko Jerman, antara lain :

2A	: merah muda	E 16 dan E 27
4A	: cokelat	
6A	: hijau	
10A	: merah	
16A	: kelabu	
20A	: biru	
25A	: kuning	
35A	: hitam	
60A	: putih	
65A	: warna tembaga	

**b. Patron pisau**

Untuk mengamankan sistem instalasi diatas 65 A dapat menggunakan pengaman lebur jenis patron pisau. Konstruksi patron pisau dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Konstruksi patron pisau

Gambar 2.16 memperlihatkan sebuah kotak pengaman untuk enam patron pisau. Supaya patronnya bisa masuk tepat pada tempatnya, di antara tempat patronnya dipasang sekat-sekat dari bahan isolasi. Arus patron pisau ini mulai dari 15 A hingga 100 A.

Patron pisau jenis tahan hubungan singkat, dapat memutuskan arus hubung singkat yang sangat besar tanpa meledak. Karena konstruksinya yang tertutup, maka uap perak yang terbentuk kalau elemen leburnya putus tidak bisa keluar. Jadi di dalam patron akan timbul tekanan yang sangat tinggi, sehingga konstruksi patron untuk arus nominal yang besar harus kuat. Kadang-kadang nilai sesaat arus hubung singkat dapat

mencapai 100 kA, sehingga dapat merusak instalasinya. Oleh karena itu arus hubung singkat ini harus diputuskan sebelum mencapai nilai maksimumnya dan sebelum membahayakan instalasi. Nilai sesaat ini sangat tergantung kepada :

- ≠ Nilai sesaat dari tegangan bolak-baliknya,
- ≠ Impedansi seluruh rangkaian yang dihubungkan singkat pada saat terjadinya hubungan singkat.

Nilai maksimum atau amplitudo arus hubung singkat sama dengan :

$$I_{k,maks} = I_{k,ef} \sqrt{2}$$

dengan  $I_{k,ef}$  : nilai efektif arus hubung singkat.

Dalam prakteknya arus hubung singkat masih lebih besar lagi, sehingga arus hubung singkat kejut ( $I_s$ ) sama dengan :  $I_s = k I_{k,ef} \sqrt{2}$

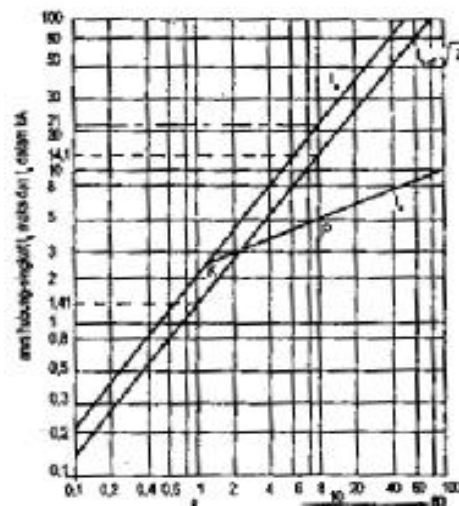
Faktor k disebut *faktor kejut* yang nilainya tidak melebihi 1,8. Gambar 2.17 memperlihatkan arus hubung singkat kejut  $I_s$  sebagai fungsi dari  $I_{k,ef}$  untuk  $k = 1,5$  digambarkan dengan pembagian skala logaritmis. Grafik ini disebut *grafik pembatasan arus*.  $I_{k,ef}$  ialah nilai efektif arus hubung singkat stasioner yang menurut perhitungan akan terjadi. Karena arus hubung singkat stasioner sama dengan 10 kA, maka :

$$I_{k,maks} = I_{k,ef} \sqrt{2} = 10 \sqrt{2} = 14,142 \text{ kA}$$

Dengan  $k = 1,5$  maka arus hubung singkat kejutnya sama dengan :

$$I_s = k I_{k,ef} \sqrt{2} = 1,5 \times 10 \sqrt{2} = 21,2 \text{ kA}$$

Arus hubung singkat ini akan timbul kalau rangkaiannya tidak diberi pengaman. Tetapi kalau digunakan pengaman lebur, pengamannya sudah akan putus sebelum arusnya dapat mencapai nilai tersebut. Dalam diagram gambar 2.17 arus hubung singkatnya akan dipotong di titik P, atau pada saat mencapai nilai 5 kA.



Gambar 2.17 Grafik pembatasan arus



### c. Pengaman otomatis

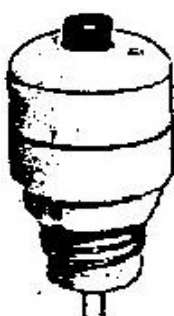
Pengaman otomatis adalah pengaman yang digunakan untuk memutuskan hubungan rangkaian listrik secara otomatis apabila arus melebihi nilai tertentu, dan merupakan sebagai pengganti pengaman lebur. Cara kerjanya ada dua macam yaitu secara thermis dan secara elektromagnetik. Keuntungan pengaman otomatis adalah dapat digunakan kembali dengan segera setelah terjadi pemutusan.

Secara thermis pemutus menggunakan dwi logam, bila arus yang melewati batas kemampuan pengaman, dwilogam akan mengalami panas kemudian merenggang dan akhirnya memutuskan rangkaian. Pemutus bekerja secara magnetic, apabila arus yang melewati pengaman melebihi kapasitasnya, maka kelebihan arus tersebut akan mengalir pada kumparan dan kumparan membentuk magnet dan menarik tuas penghubung, kemudian memutuskan rangkaian. Contoh bentuk sebuah otomat ulir dapat dilihat pada gambar 2.18.

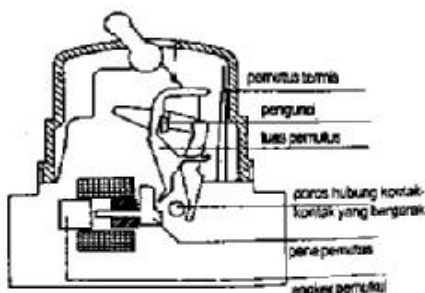
Berdasarkan waktu pemutusannya pengaman otomatis dibagi menjadi otomat-L, otomat-H, dan otomat-G.

#### (1) otomat-L (untuk hantaran)

Jenis pengaman ini menggunakan jenis pengaman dwilogam, bila terjadi pemanasan pada penghantar akibat beban tertentu maka otomat-L akan memutuskan rangkaian, tetapi bila terjadi hubung singkat maka pengaman elektromagnetik yang bekerja. Untuk arus bolak-balik yang sama dengan  $4 I_n - 6 I_n$ , dan arus yang sama dengan  $8 I_n$ , pemutusan arusnya berlangsung dalam waktu 0,2 sekon.



Gambar 2.18 Pengaman otomat ulir



Gambar 2.19 Penampang pengaman otomat G

*(2) Otomat-H (untuk instalasi rumah)*

Pengaman ini sama dengan otomat-L, tetapi pengaman elektromagnetiknya memutuskan rangkaian dalam waktu 0,2 sekon kalau arusnya sama dengan  $2,5 I_n - 3 I_n$  untuk arus bolak-balik atau sama dengan  $4 I_n$  untuk arus searah. Jenis otomat ini digunakan untuk instalasi rumah, dimana arus gangguan yang rendah pun harus diputuskan dengan cepat.

*(3) Otomat-G*

Jenis otomat ini mengamankan otomat-otomat rangkaian listrik arus bolak-balik atau arus searah dan rangkaian akhir, misalnya untuk penerangan bangsal pabrik. Pengaman elektromagnetiknya berfungsi pada  $8 I_n - 11 I_n$  untuk arus ac dan  $14 I_n$  untuk arus dc. Konstruksi otomat - G dapat dilihat pada gambar 2.19. Kecepatan pemutusannya sangat besar, karena konstruksi khusus mekanik pemutusan elektromagnetiknya, dan waktu antara terjadinya hubungan singkat dan pemutusan pendek sekali. Untuk arus hubung singkat 1200 A, waktu pemutusan hanya 0,0003 sekon. Pemutusan cepat ini dicapai dengan menggunakan sebuah elektromagnet dengan *anker pemukul*.

## **2.7 Peralatan Pelindung dan Hantaran Listrik**

### **a. Pipa Instalasi**

Pipa instalasi digunakan untuk pemasangan kabel listrik yang dihubungkan dengan sakelar, kotak-kontak, kotak hubung bagi dan sambungan listrik lainnya, serta untuk melindungi bahaya listrik terhadap sentuhan langsung dengan manusia. Pipa ini terbuat dari pelat dan PVC (pipa union). Pipa ini dibuat beberapa macam ukuran agar lebih ekonomis pemakaiannya berdasarkan garis tengah (inchi), sedangkan panjang pipa pada umumnya sama yaitu 400 cm. Besar dan jumlah kawat yang boleh dimasukkan dalam pipa diatur oleh peraturan yang tercantum dalam tabel 2.4.

Jenis kabel yang dimasukkan dalam pipa adalah NYA atau NGA, tetapi untuk jenis kabel NYM tidak perlu dimasukkan dalam pipa, karena sudah aman terhadap bahaya sentuhan langsung dengan manusia.

Tabel 2.3 Daftar hantaran R.A dalam pipa union

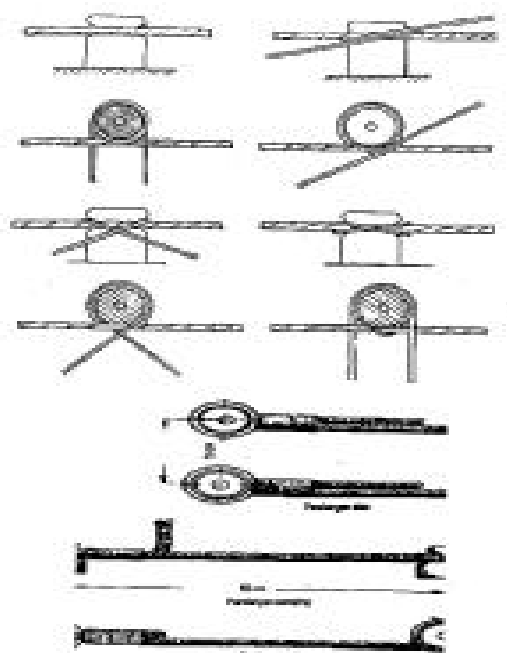
Hantaran R.A		Garis tengah pipa (inchi)					
mm <sup>2</sup>	Diameter luar (mm)	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2 "	2"
1,5	4,2	3(4)	5	-	-	-	-
2,5	4,8	2	3(4)	6	-	-	-
4	5,4	2	3(4)	4(5)	-	-	-
6	6,4	1	2(3)	4	-	-	-
10	7,7	1	1	3(4)	4	4(5)	-
16	8,8	1	1	2	3(4)	4	-
25	10,4	(1)	1	1	2(3)	3(4)	-
35	12,7	-	(1)	1	2	2	5
50	13,4	-	-	1	1(2)	1(2)	4
70	15,0	-	-	1	1	1	4
95	17,2	-	-	-	1	-	2(3)

Dalam tabel terlampir angka-angka yang dicantumkan dalam tanda kurung menunjukkan jumlah kawat yang boleh dimasukkan dalam pipa lurus. Contoh cara membaca table 2.4 , untuk pipa 5/8" dapat dimasuki kawat-kawat ukuran 4 mm<sup>2</sup> sebanyak 2 utas atau 3 kawat dalam pipa dengan potongan lurus. Tetapi dalam dalam pipa terdapat belokan maka dipakai daftar angka-angka tidak dalam tanda kurung.

#### b. Rol isolator

Rol isolator fungsinya tempat menempelkan/meletakkan kabel instalasi jenis NYA atau NGA, dan rol ini dipasang di dalam flafon (langit-langit) bangunan rumah tinggal, gedung dan sejenisnya. Bentuk rol isolator dapat dilihat pada gambar 2.20, dan contoh penyaluran daya listrik dari tiang distribusi menuju ke rumah-rumah dapat lihat pada gambar 2.21. Sedangkan cara pemasangan hantaran (kabel listrik) pada isolator dapat dilihat pada gambar 2.22.





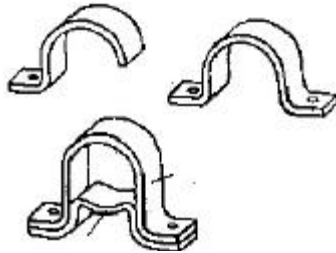
Gambar 2.22 Beberapa cara pengikatan hantaran pada isolator

### c. Sengkang (klem)

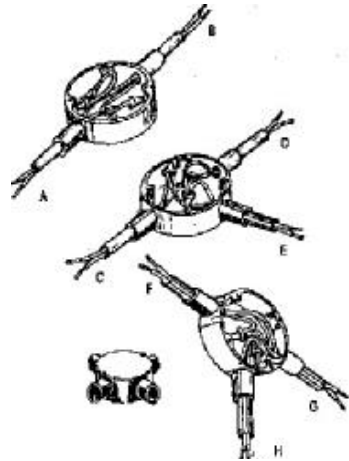
Sengkang atau klem adalah suatu bahan yang dipakai untuk menahan pipa agar dapat dipasang pada dinding atau langit-langit. Sengkang dibuat dari pelat besi, serupa dengan bahan pipa. Besar atau ukurannya disesuaikan dengan ukuran pipanya. Sengkang dipasang dengan disekrupkan pada tempat menggunakan sekrap kayu. Sengkang dipasang sebagai penahan kotak penyambung atau pencabangan, potongan penyambung, sakelar, kotak-kontak, dan sebagainya dengan jarak maksimum 10 cm dari benda tersebut. Untuk meninggikan pemasangan pipa dipakai pelana, misalnya dekat kotak sekering, terkadang pada kotak penyambungan atau pencabangan dan tempat lain yang diperlukan. Bentuk sengkang ada beberapa macam, yaitu : sengkang setengah, sengkang ganda, sengkang majemuk, dan sebagainya. Pembuatan berbagai macam sengkang disesuaikan dengan keperluan pemakaiannya, seperti :

- ≠ Sengkang setengah, dipakai pada tempat yang sempit
- ≠ Sengkang ganda , untuk dua pipa sejajar, dan

≠ Sengkang majemuk, untuk pemasangan beberapa pipa yang sejajar  
Contoh bentuk sengkang dan pelana ditunjukkan pada gambar 2.23.



Gambar 2.23 Bentuk sengkang dan pelana



Gambar 2.24 Jenis-jenis kotak sambung

#### d. Kotak sambung

Penyambungan kabel atau kawat dalam instalasi listrik harus dilakukan dalam kotak sambung dan tidak boleh dilakukan dalam pipa, sebab dikhawatirkan akan mengalami putus akibat penarikan, selain itu sambungan listrik dalam pipa pelat akan memudahkan terjadi kontak listrik dengan pipa sehingga berbahaya bagi manusia.

Tujuan penyambungan kawat ada beberapa macam, seperti sambungan lurus, pencabangan atau penyekatan. Banyaknya pencabanganpun bermacam-macam sehingga perlu disediakan beberapa jenis kotak sambung.

Kotak sambung listrik dapat dilihat dari cabangnya, seperti : kotak sambung cabang satu, cabang dua, cabang tiga dan cabang empat. Contoh kotak sambung listrik dan penggunaannya dapat dilihat pada gambar 2.24. Pada dasarnya bentuk kotak sambung tersebut ada dua macam, yaitu persegi dan bundar.

### **c. Rangkuman 1 :**

Peraturan Umum Instalasi Listrik yang sering disingkat dengan PUIL mempunyai peranan yang sangat penting dalam instalasi listrik, baik sebagai pengetahuan dasar maupun untuk tingkat mahir bagi seorang instalatir. Dalam peraturan ini tentunya membahas mengenai faktor keselamatan kerja, peraturan-peraturan yang akan digunakan agar sesuai dengan ketentuan PUIL atau standar yang berlaku seperti Standar Nasional Indonesia (SNI), Standar Industri Indonesia (SII), dan lain-lain. Dalam kaitan dengan peraturan yang ada, maka tidak lepas pula dari faktor pengujian terhadap peralatan listrik. Dalam pengujian ini tentunya diserahkan kepada lembaga yang berwenang, dimana lembaga ini yang nantinya akan mengeluarkan sebuah sertifikasi.

Berkaitan dengan perencanaan instalasi listrik ini, peranan daripada simbol-simbol masalah kelistrikan (instalasi listrik) dan gambar-gambar instalasi listrik juga harus diperhatikan, karena akan sangat membantu dalam pelaksanaan praktis di lapangan. Di samping itu juga, gambar atau denah instalasi listrik bagi seorang instalatir harus dibuat dengan baik dan benar, agar memudahkan dalam pelaksanaannya.

Beberapa komponen pokok instalasi listrik seperti bahan penghantar listrik, kontak tusuk, fitting, sakelar, pengaman, dan peralatan pelindung juga dibahas dalam kegiatan pembelajaran ini, karena komponen-komponen tersebut mempunyai peranan yang sangat penting bagi seorang instalatir atau tenaga ahli bidang teknik listrik. Perkembangan teknologi di bidang kelistrikan ini sangat pesat, dibuktikan dengan banyak industri-industri yang memproduksi berbagai macam komponen instalasi listrik dalam berbagai jenis dan merk. Namun dengan banyaknya berbagai macam jenis dan bentuk hasil produksi tersebut, pada prinsipnya dasar dari sistem kerja komponen-komponen peralatan untuk tipe dan jenis yang sama adalah sama.

**d. Tugas 1 :**

1. Buat gambar dan amatilah susunan komponen-komponen yang dilalui oleh penyaluran energi listrik dari tiang distribusi sampai ke rumah saudara ?
2. Sebutkan dan jelaskan lembaga-lembaga yang ada di negara Indonesia yang dapat mengeluarkan sertifikasi dalam bidang instalasi listrik atau kelistrikan ?
3. Apakah singkatan dari ISO, PLN, LMK, LIPI, SNI, BSN, dan PUIL, dan lembaga atau badan apakah yang mengurus masalah-masalah tersebut ?
4. Cari komponen-komponen atau peralatan-peralatan listrik yang ada di pasaran yang sudah memenuhi standar yang berlaku, dan apa buktinya bahwa komponen atau peralatan tersebut sudah memenuhi standar yang ada ?
5. Coba amatilah, gambar dan jelaskan susunan lapisan kabel untuk jenis NYY dan NYBY ?



**e. Tes Formatif 1 :**

1. Sebutkan penyebab-penyebab terjadinya kecelakaan listrik yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari ?
2. Sebutkan apa tujuan diadakannya PUIL ?
3. Berapakah skala denah ruangan pada instalasi listrik yang secara umum digunakan untuk menggambar perencanaan bagi seorang instalatir ?
4. Dalam gambar instalasi ada suatu diagram yang sifatnya menjelaskan. Sebutkan diagram apa saja yang termasuk dalam kategori ini ?
5. Jelaskan secara singkat perbedaan antara diagram garis tunggal dengan diagram garis ganda ?
6. Sebutkan persyaratan yang harus dipenuhi oleh komponen instalasi listrik yang akan dipasang ?
7. Apa pengertian huruf Y pada kode suatu kabel ?
8. Berapakan kemampuan menghantarkan arus maksimum dari suatu kabel instalasi yang berisolasi dan berselubung PVC dengan penampang  $25 \text{ mm}^2$  ?
9. Berapakah tegangan nominal dan warna kabel selubung luar dari kabel berselubung PVC untuk instalasi tetap, misalnya NYM ?
10. Sebutkan macam-macam fitting yang saudara ketahui ?
11. Sebutkan macam-macam sakelar berdasarkan penyambungannya ?
12. Apa gunanya alat pengaman pada instalasi listrik ?
13. Jenis pengaman otomatis apakah yang sering digunakan untuk instalasi rumah ?
14. Sebutkan macam-macam bentuk sengkang yang ada ?
15. Mengapa kotak sambung diperlukan dalam instalasi listrik ?

**f. Kunci Jawaban Formatif 1 :**

1. (a) menyentuh kabel atau hantaran listrik yang terbuka, (b) kebocoran listrik pada peralatan listrik dengan rangka dari logam, (c) peralatan listrik yang rusak masih dipakai, (d) pemasangan beban pada stop kontak yang bertumpuk, (e) penggantian kawat sekering yang tidak sesuai besarnya, dan lain-lain
2. (a) melindungi manusia dari bahaya sentuhan dan kejutan arus listrik, (b) keamanan instalasi dan peralatan listrik, (c) menjaga gedung dan isinya dari bahaya kebakaran akibat gangguan listrik, (d) menjaga ketenagaan listrik yang aman dan efisien.
3. Skala 1 : 100 atau 1 : 50
4. Diagram dasar, diagram lingkaran arus, dan diagram instalasi.
5. Diagram garis tunggal biasanya disebut diagram perencanaan instalasi listrik, sedangkan diagram garis ganda adalah diagram pelaksanaan.
6. Harus memiliki (a) keandalan, (b) keamanan, dan (c) kontinuitas pelayanan
7. Suatu kabel berisolasi atau berselubung PVC
8. 108 A
9. tegangan nominal 500 V, dan warna selubung Putih
10. fitting langit-langit, fitting gantung, dan fitting kedap air
11. Sakelar kotak, sakelar tumpuk, sakelar sandung, sakelar tuas, dan sakelar giling
12. Mengamankan komponen-komponen sistem instalasi listrik, melindungi/membatasi arus lebih, dan melindungi hubung singkat.
13. Otomat-H
14. Sengkang setengah, sengkang ganda, dan sengkang majemuk.
15. Untuk melakukan penyambungan kabel atau kawat harus dilakukan dalam kotak tersebut dan tidak boleh dilakukan di dalam pipa, karena dikuatirkan akan mengalami pemutusan akibat penarikan atau memudahkan terjadinya kontak listrik dengan pipa sehingga membahayakan manusia.

**g. Lembar Kerja 1 :**

1. **Alat** : obeng, tang, cutter, isolasi, , meteran, alat tulis menulis, meja gambar, kabel, buku PUIL, dan lain-lain
2. **Bahan** : PHB, sekering, sakelar, fitting, kotak kontak, kabel NYY, kabel NYBY, macam-macam kabel lainnya, kertas gambar atau kalkir, dan lain-lain
3. **Keselamatan kerja** : jas lab, sarung tangan, senter, kerjakan sesuai instruction manual, patuhi prosedur kerja yang telah ditentukan, patuhi peraturan yang tercantum di lab atau tempat praktik.
4. **Langkah kerja** : tentukan peralatan-peralatan dan komponen-komponen yang akan dibutuhkan, buat rancangan diagram pengawatan yang akan dilakukan, pasang peralatan pengukur yang akan digunakan sesuai dengan diagram rencana, rangkai peralatan yang telah dipasang, periksa dan uji rangkaian atau peralatan yang telah dipasang, perbaiki apabila masih terdapat kesalahan atau komponen yang belum berfungsi dengan benar, uji sesuai dengan prosedur dan instruction manual yang berlaku, buat berita acara laporan pengujian atau percobaan
5. **Laporan** : Jawab pertanyaan-pertanyaan dan laporkan hasil pengujian sesuai dengan tugas yang diberikan

### **3. Kegiatan Belajar 3**

## **MERANGKAI INSTALASI LISTRIK SEDERHANA**

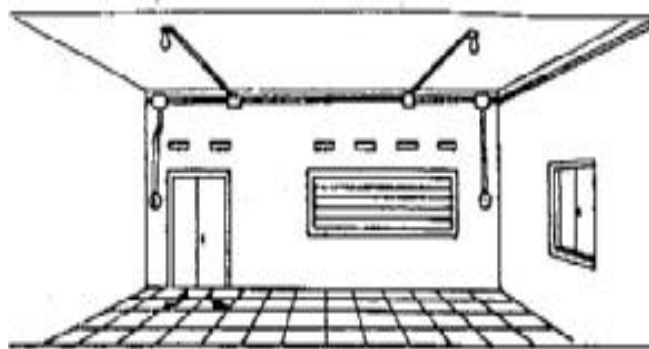
#### **a. Tujuan Kegiatan Belajar 3 :**

- Siswa mampu merangkai instalasi listrik sederhana sesuai yang direncanakan

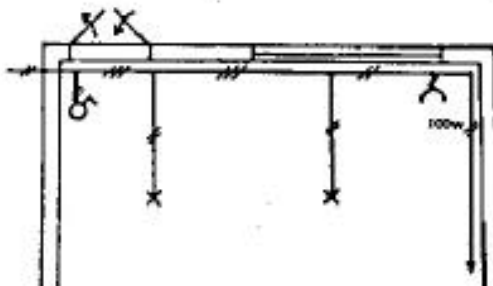
#### **b. Uraian Materi 3 :**

##### **3.1 Sektsa dan Ilustrasi Ruangan**

Apabila hendak memasang instalasi listrik, maka harus mengetahui terlebih dahulu gambaran secara umum keadaan dari suatu ruangan yang akan dipasang instalasi listrik tersebut. Dari sini maka akan lebih mudah mengatur tata letak komponen serta penentuan titik-titik cahaya sesuai dengan kebutuhan ruangan. Pada gambar 3.1 diperlihatkan sketsa suatu ruangan yang akan dipasang instalasi beserta diagram rangkaian garis tunggalnya.



(a) Gambar Sketsa ruangan



(b) Diagram Instalasi

Gambar 3.1 Sketsa ruangan dan diagram instalasi

Bagi pelaksana di lapangan, akan lebih menyesuaikan antara gambar instalasi yang telah dibuat dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan. Dari gambar 3.1 di atas, dapat membuat langkah sederhana untuk memasang hubungan dari dua buah lampu yang dilayani oleh sebuah sakelar tunggal dengan dilengkapi satu buah stop kontak. Ilustrasi semacam ini akan banyak membantu siswa dalam membuat perencanaan instalasi listrik. Dalam prakteknya siswa dapat menggunakan papan kerja untuk merancang beberapa hubungan lampu dan memasangnya secara lebih ringkas dan sederhana.

Instalasi listrik merupakan pengetahuan dan jenis pekerjaan khusus, sehingga harus ditangani secara khusus. Dengan demikian dalam bidang instalasi listrik terdapat ketentuan-ketentuan dan peraturan tersendiri bagi pelaksanaannya. Pekerjaan instalasi listrik merupakan suatu rangkaian pekerjaan yang kadang-kadang sangat kompleks. Hal ini tergantung kepada luas pekerjaan yang tangani. Rangkaian pekerjaan ini terutama meliputi penyediaan dan pemilihan bahan beserta peralatan yang diperlukan, mulai dari pelaksanaan sampai pengujian hasil kerja yang telah diselesaikan. Rencana pokok berupa gambar atau bahan akan diketahui macam bahan dan peralatan yang diperlukan.

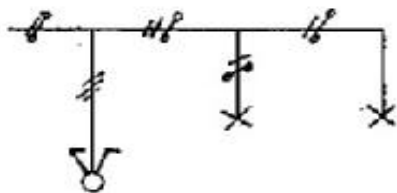
### 3.2 Cara Menentukan Jumlah Kawat Instalasi

Untuk menentukan berapa jumlah kawat penghantar yang dipasang dalam suatu instalasi, maka langkah-langkah yang harus dilakukan adalah :

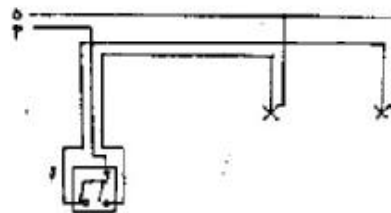
- a. Rencanakan terlebih dahulu beberapa titik cahaya yang akan dipasang.

- b. Tentukan cara pelayanan titik cahaya yang akan dipasang, misalnya dipasang dua buah titik cahaya yang akan dilayani dari satu tempat yang sama.
- c. Pilihlah komponen serta cara pelayanan yang efektif untuk titik-titik cahaya yang akan dipasang. Disini dapat menggunakan sakelar seri untuk melayani kedua lampu yang akan dipasang.
- d. Buatlah gambar diagram pengawatan agar memudahkan di dalam membuat detail gambar instalasi.
- e. Tentukan cara pemasangan yang akan digunakan, apakah instalasinya sistem rentang atau sistem tertutup. Jika menggunakan sistem tertutup, maka membutuhkan pipa sebagai peralatan pelindung hantaran, sebaliknya jika menggunakan sistem rentang maka membutuhkan rol isolator sebagai penyangga hantaran instalasinya.
- f. Apabila akan membuat instalasi di dalam pipa, maka kita sudah dapat mengetahui berapa banyak hantaran yang akan dimasukkan ke dalam pipa.

Setelah mengetahui gambar pelaksanaan, maka dapat membuat gambar bagan dengan membubuhkan garis-garis lintang pada gambar bagan tersebut. Banyak kawat dan hubungan dua buah lampu tersebut adalah tiga batang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.2.



(a) Diagram Instalasi

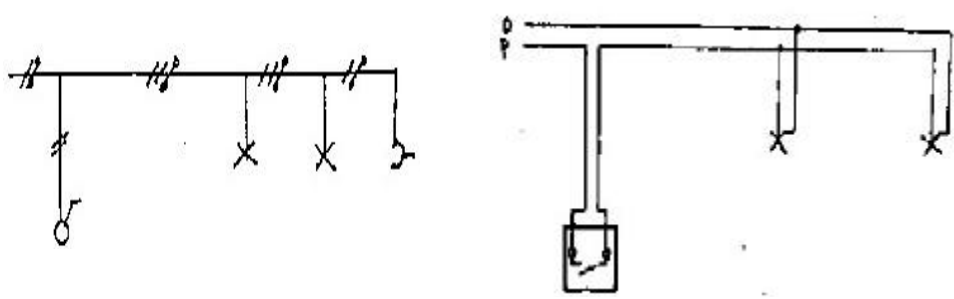


(b) Diagram pelaksanaan

Gambar 3.2 Bagan dua buah lampu yang dilayani sakelar seri

### **3.3 Instalasi Dua Lampu Pijar Dengan Sakelar Tunggal**

Instalasi dua buah lampu dengan sebuah sakelar, artinya kedua lampu itu cukup dilayani oleh sebuah sakelar saja. Jadi dalam pemasangannya, hantaran kedua lampu itu diperoleh melalui sebuah sakelar. Perhatikan gambar 3.3.



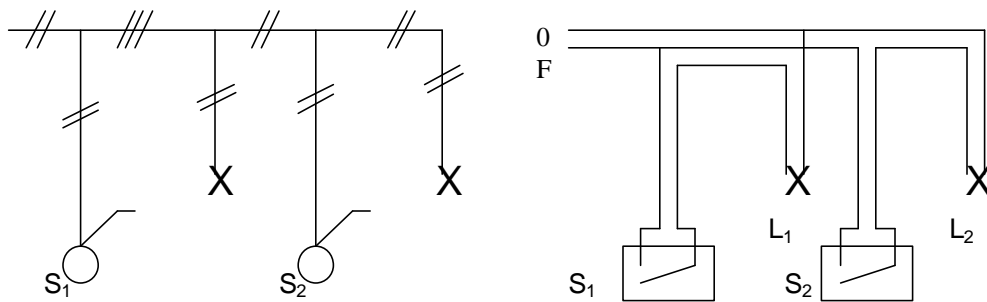
(a) Diagram instalasi

(b) Diagram Pelaksanaan

Gambar 3.3 Bagan dua buah lampu dilayani sebuah sakelar

Bahan-bahan yang digunakan hampir sama dengan gambar 3.2, perbedaannya terletak pada jumlah bahannya, baik berupa kotak sambung, pipa maupun hantarnya.

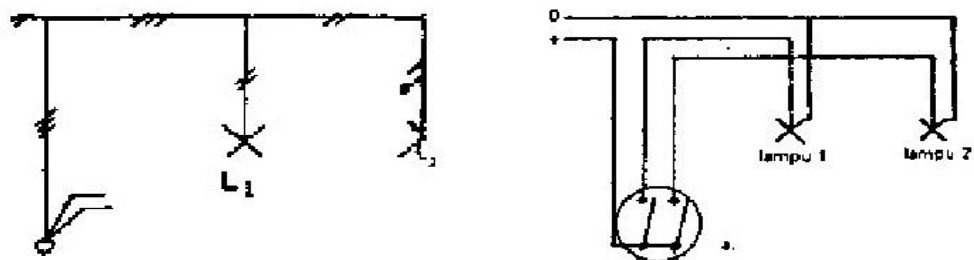
Apabila kedua lampu tersebut hendak dilayani dengan dua buah sakelar, maka ada dua cara bagan yang dapat dipakai yaitu : (a) kedua sakelar dipasang berjauhan, (b) kedua sakelar dipasang satu tempat. Cara kedua ini sering disebut sebagai sakelar seri atau deret. Kedua cara pemasangan itu dapat dilihat pada gambar 3.4 dan gambar 3.5.



(a) Diagram instalasi

(b) Diagram pengawatan/pelaksanaan

Gambar 3.4 Dua buah lampu dilayani dua buah sakelar saling berjauhan



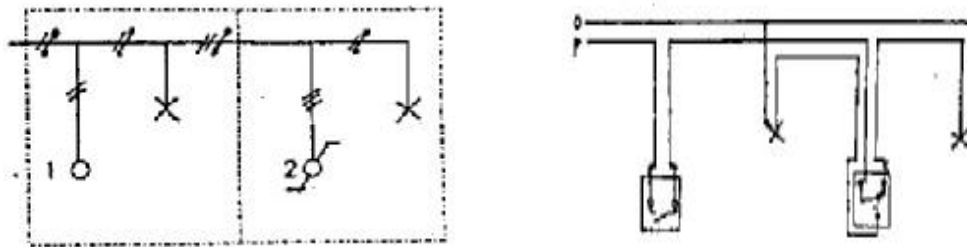
(a) Diagram instalasi

(b) Diagram pelaksanaan

Gambar 3.5 Dua buah lampu dilayani dua buah sakelar tunggal yang dijadikan satu

### 3.4 Instalasi Dua Lampu Pijar Hubungan Gudang

Dalam kasus ini dipasang satu sakelar tunggal dan satu sakelar tukar. Prinsipnya adalah penghubung (sakelar) dekat pintu telah digantikan oleh penghubung berkutub tunggal (1), dan pada titik penerangan 2 dipasang penghubung tukar (2) yang bekerja sebagai penghubung pengubah, seperti dijelaskan pada gambar 3.6.



(a) Diagram instalasi

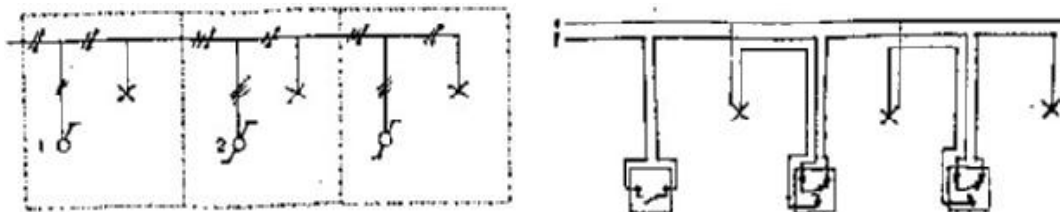
(b) Diagram pengawatan/pelaksanaan

Gambar 3.6 Lampu dalam hubungan gudang

Dengan penghubung kutub tunggal, maka dapat meniadakan tegangan pada penghubung tukar dan lampu yang sekejap mata dapat dipadamkan

### 3.5 Hubungan Gudang dalam Tanah yang Diperluas

Pada umumnya jenis hubungan ini banyak digunakan pada gudang-gudang seperti ruang persediaan dan timbunan, tetapi ruangan ini dapat dimasuki satu sisi dan letaknya harus berurutan. Contoh instalasinya dapat dijelaskan pada gambar 3.7.



(a) Diagram instalasi

(b) Diagram Pelaksanaan

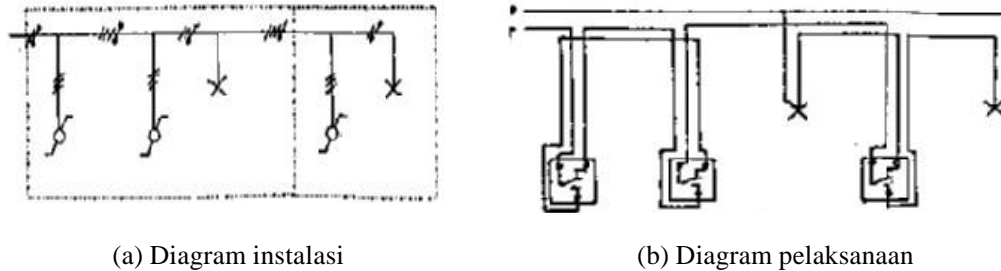
Gambar 3.7 Hubungan gudang dalam tanah yang diperluas

Pengoperasian dari sakelar-sakelar ini sambil kita berjalan, kita dapat menyalakan lampu yang satu dan memadamkan yang lain secara otomatis. Dan pada kasus ini kita dapat menghubungkan sejajar sejumlah lampu dari satu ruangan. Dari ruangan tersebut, kita dapat memadamkan dan menyalakan bersama lampu-lampu yang terhubung itu tanpa harus memadamkan dan menyalakan satu demi satu.



### 3.6 Hubungan Kamar Tidur

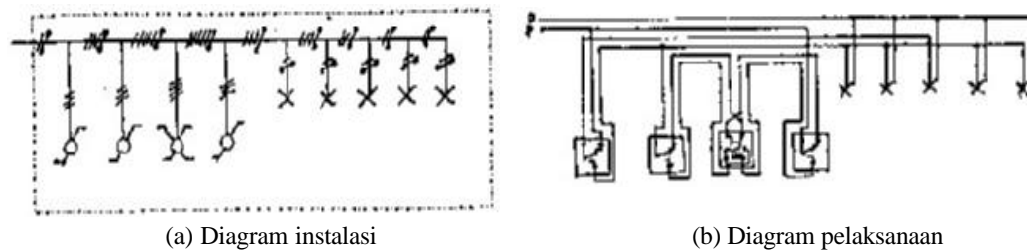
Prinsip dasar hubungan ini adalah sama dengan hubungan gudang dalam tanah, tetapi penghubung muka yang berkutub tunggal harus diganti dengan sakelar tukar, sehingga kita dapat memadamkan tiap-tiap lampu pada pintu dan pada tempat tidur. Pada hubungan tukar ini dapat diperluas dengan penghubung silang. Diagram instalasi untuk kasus ini dapat dijelaskan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Hubungan kamar tidur

### 3.7 Hubungan untuk Ruangan yang Luas

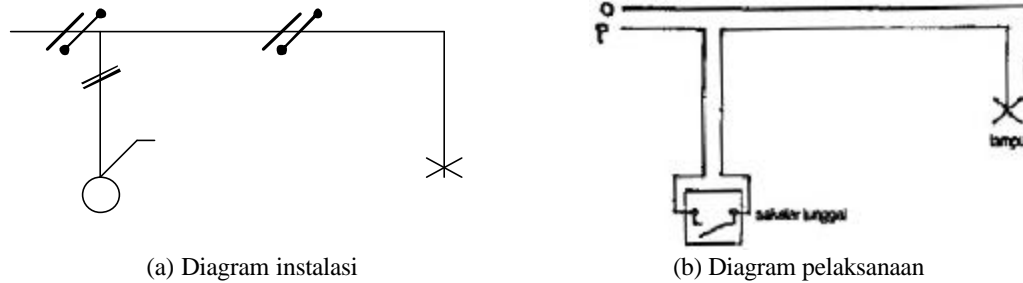
Dalam ruangan yang luas, biasanya hanya membutuhkan sebagian dari seluruh penerangan yang ada. Misal untuk ruang yang panjang terkadang hanya diperlukan untuk menyalakan beberapa lampu saja. Oleh karena itu kita dapat menggunakan hubungan tukar dengan kombinasi sakelar silang untuk beberapa buah lampu. Pada prinsipnya dari kelima lampu, kita dapat menghidupkan sebagian atau seluruhnya dari tempat yang berbeda.



Gambar 3.9 Hubungan untuk ruangan yang luas

### 3.8 Instalasi Lampu Pijar dengan Sakelar Tunggal

Pemasangan instalasi ini direncanakan untuk pemasangan dalam pipa. Bagai rencana dan pelaksanaan untuk jenis instalasi ini dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Satu lampu pijar dilayani satu sakelar tunggal

Dari bagan di atas, maka dapat diketahui macam beban yang akan dipakai termasuk jumlah dan penampang penghantar dalam pipa yang seharusnya dipasang. Setelah mengetahui jumlah hantaran dan penampang dalam pipa, maka dengan melihat tabel 2.3 dapat diketahui penampang pipa yang akan dipakai, yaitu 5/8". Kotak sambungnya berbentuk cabang 3 dengan ukuran pipa yang sama.

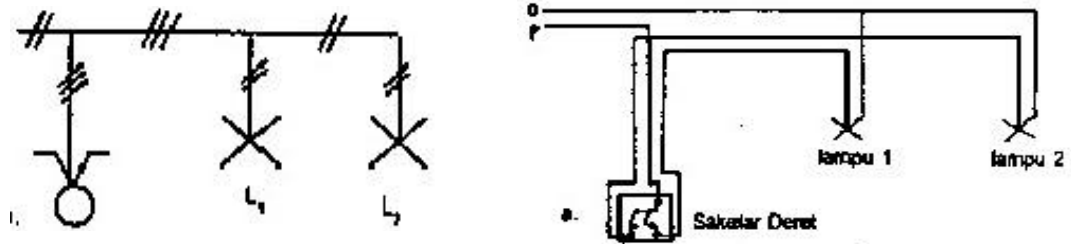
Untuk melengkapi penggunaan hantaran menurut peraturan yang berlaku, maka dipakai kawat warna hitam untuk kawat fasa dan kawat 1,5 mm<sup>2</sup>, sedangkan hantaran nol digunakan kawat merah.

### 3.9 Instalasi Dua Lampu Pijar dengan Sakelar Seri atau Deret

Penggunaan sakelar seri atau deret dimaksudkan agar menyala atau padamnya lampu dapat diatur sebagai berikut :

- Lampu 1 hidup, sedangkan lampu 2 masih padam.
- Lampu 2 hidup, tetapi lampu 1 menjadi padam.
- Lampu 1 dan 2 hidup (menyala) semua.
- Kedua lampu padam semua.

Demikian seterusnya, akan kembali lagi seperti keadaan semula. Instalasi semacam ini dapat dijelaskan dalam bagan seperti tertera pada gambar 3.11(a). Sakelar seri semacam itu banyak dipakai untuk melayani lampu korona. Lampu ini mempunyai sebuah lampu besar (sebagai lampu 1) dan beberapa lampu agak kecil yang dihubungkan paralel (sebagai lampu 2). Lampu 1 dan lampu 2 akan menyala atau padam sesuai dengan penjelasan di atas. Bagan pemasangan lampu korona tersebut dapat dijelaskan pada gambar 3.11 (b).



(a) Diagram instalasi

(b) Diagram pelaksanaan

Gambar 3.11 Instalasi dua lampu pijar dengan sakelar seri (deret)

#### **4. Kegiatan Belajar 4**

## **PROSEDUR PEMASANGAN INSTALASI LISTRIK**

### **a. Tujuan Kegiatan Belajar 4 :**

- Siswa memahami tentang prosedur pemasangan instalasi listrik yang akan dilaksanakan

### **b. Uraian Materi 4 :**

#### **4.1 Gambaran Umum**

Dalam pemasangan suatu instalasi listrik terdapat prosedur ditentukan yang telah ditetapkan, diantaranya harus dibuat gambar rencana berdasarkan denah bangunan yang akan dipasang instalasi. Spesifikasi dan syarat-syarat permintaan pemesan yang menguraikan hal-hal yang harus dipenuhi pelaksana, dan batas waktu yang telah ditentukan.

Berdasarkan ayat 401 B3 menjelaskan tentang batasan dan macam-macam gambar yang harus direncanakan sehubungan dengan pemasangan instalasi listrik adalah :

- a. Gambar situasi, meliputi letak bangunan yang akan dipaang dan rencana penyambungan jaringan PLN
- b. Gambar instalasi, terdiri dari : rencana penempatan peralatan listrik, seperti titik lampu, sakelar, kotak-kontak, PHB, dan sebagainya; rencana penyambungan peralatan listrik dengan alat pelayannya, seperti akelar dengan lampu, motor dan pengasutnya, dan lain-lain; data teknis perlatan yang akan dipasang, dan sebagainya.
- c. Diagram instalasi garis tunggal, yang menjelaskan : diagram PHB, beban terpasang, ukuran dan jenis penghantar, dan sistem pentanahan.

- d. Gambar rincian keterangan, mencakup : ukuran fisik, cara pemasangan alat listrik, cara pemasangan kabel, dan cara kerja alat kontrolnya (jika memungkinkan).

## **4.2 Pengawasan Dan Tanggung Jawab**

Berhubungan dengan pengawasan dan tanggung jawab perencanaan dan pelaksanaan pemasangan instalasi, diatur dalam pasal 910, antara lain :

- a. Harus mendapat izin dari cabang PLN setempat
- b. Penanggung jawab harus seorang ahli dan memiliki izin yang berwenang.
- c. Harus diawasi oleh seorang ahli dan bertanggung jawab atas keselamatan para pekerjanya.
- d. Harus dilaksanakan oleh orang yang memiliki pengetahuan dan keterampilan tentang itu dan dalam keadaan sehat.
- e. Pekerjaan yang sudah selesai harus dilakukan pemeriksaan dan pengujian oleh petugas yang berwenang. Pekerjaan itu meliputi : tanda-tanda, peralatan yang dipasang, cara pemasangan, polaritas, pentanahan, tahanan isolasi, dan kontinuitas rangkaian.
- f. Apabila hasil pemeriksaan dinyatakan baik, sebelum diserahkan kepada pemiliknya, maka harus dicoba dengan tegangan dan arus yang penuh untuk waktu yang cukup lama.
- g. Seorang perencana harus bertanggung jawab terhadap rencana yang telah dibuatnya.
- h. Pelaksana pemasangan instalasi harus bertanggung jawab terhadap pekerjaannya dalam jangka waktu tertentu apabila ada kecelakaan akibat kesalahan pemasangan.

## **4.3 Jumlah Titik Beban Pada Rangkaian Akhir**

Jumlah titik beban yang boleh dihubungkan dalam satu rangkaian akhir fasa-satu dengan pemutus tenaga atau pengaman lebur, ditentukan dalam ayat 412 A1, dimana untuk kabel rumah jenis NYA dalam pipa, jumlah titik beban diberikan dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah titik beban maksimum dalam satu rangkaian akhir fasa-satu untuk NYA dalam pipa dengan suhu keliling 30°C dan suhu penghantar maksimum 70°C.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ukuran NYA mm <sup>2</sup>	Beban maks A	Pengaman lebur maks A	Untuk beban hanya lampu saja dengan Satu rangkaian akhir	2 – 6 rangkaian akhir	7 atau lebih rangk akhir	Untuk beban campuran (lampu, kotak-kontak, dan lain-lain) dengan Satu rangkaian akhir	2 – 6 rangkaian akhir	7 atau lebih rangk akhir	Keterangan
1,5	12	16	9	15	a <sup>6)</sup>	9	15	a <sup>6)</sup>	tanpa kotak-kontak
2,5	16	20 <sup>7)</sup>	9	15	a <sup>6)</sup>	9	15	20	Boleh semua kotak-kontak asal < 16 A
						1	1	1	Kotak-kontak > 16 A
4	20	25 <sup>7)</sup>	9	30	a <sup>6)</sup>	9	30	30	Boleh semua kotak-kontak asal ≤ 16 A
						3	3	3	Kotak-kontak > 16 A

Keterangan :

- 6) : jumlah titik beban a dibatasi oleh beban maks di kolom 2, sehubungan dengan kemungkinan perluasan kemudian hari beban maks kira-kira 80 % dari kemampuan hantar arus NYA yang tercantum dalam tabel
- 7) Instalasi domestik dengan beban campuran atau kotak-kontak sampai dengan 16 A saja, hanya boleh diamankan dengan pengaman lebur murni atau pemutus tenaga jenis lambat sampai 10 A, atau dengan pemutus tenaga jenis cepat sampai dengan 16 A.

Untuk cara pemasangan yang berbeda seperti pemasangan di udara, diadakan koreksi seperlunya. Dari tabel 4.1 dijelaskan bahwa pada instalasi dengan NYA 1,5 mm<sup>2</sup> sama sekali tidak boleh dipasang kotak-kontak, sekurang-kurangnya digunakan NYA 2,5 mm<sup>2</sup>. Nilai nominal pengaman dalam kolom 3 adalah nilai maksimum yang diperbolehkan. Jika pada rangkaian akhir terdapat kotak-kontak dengan kemampuan hantar arus yang lebih rendah dari nilai nominal pengaman, maka pengamanannya harus disesuaikan dengan kemampuan hantar arus kontak.

Berdasarkan tabel 4.1 maka berlaku ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- a. Jika ada 2 – 6 rangkaian akhir dengan NYA 2,5 mm<sup>2</sup> dalam pipa, maka jumlah titik beban yang boleh dihubungkan dengan rangkaian akhir adalah :

- ⌘ Maksimal 15 titik beban, berupa lampu saja, lampu, kotak-kontak dinding, atau hanya kotak-kontak dinding saja asalkan kemampuan hantar arus tiap kotak-kontak dinding tidak melebihi 16 A
  - ⌘ Maksimum hanya satu titik beban, kalau berupa kotak-kontak dinding dengan kemampuan hantar arus lebih dari 16 A
- b. Jika ada 2 – 6 rangkaian akhir dengan NYA 4 mm<sup>2</sup> dalam pipa, maka jumlah titik beban yang boleh dihubungkan dengan rangkaian akhir adalah :
- ⌘ Maksimal 30 titik beban, berupa lampu saja, lampu, kotak-kontak dinding, atau hanya kotak-kontak dinding saja asalkan kemampuan hantar arus tiap kotak-kontak dinding tidak melebihi 16 A
  - ⌘ Maksimum hanya 3 titik beban, kalau berupa kotak-kontak dinding dengan kemampuan hantar arus lebih dari 16 A
- c. Jika ada 2 – 6 rangkaian akhir dengan NYA 4 mm<sup>2</sup> dalam pipa, maka jumlah titik beban yang boleh dihubungkan dengan rangkaian akhir adalah :
- ⌘ Tidak terbatas, kalau hanya terdiri atas lampu saja dan jumlah beban maksimumnya tidak melebihi 16 A, berarti maksimum 3520 VA untuk tegangan 220 V
  - ⌘ Maksimal 20 titik beban, berupa lampu saja, lampu, kotak-kontak dinding, atau hanya kotak-kontak dinding saja asalkan kemampuan hantar arus tiap kotak-kontak dinding tidak melebihi 16 A
  - ⌘ Maksimum hanya satu titik beban, kalau berupa kotak-kontak dinding dengan kemampuan hantar arus lebih dari 16 A
- d. Jika ada 2 – 6 rangkaian akhir dengan NYA 4 mm<sup>2</sup> dalam pipa, maka jumlah titik beban yang boleh dihubungkan dengan rangkaian akhir adalah :
- ⌘ Tidak terbatas, kalau hanya terdiri atas lampu saja dan jumlah beban maksimumnya tidak melebihi 20 A, berarti maksimum 4400 VA untuk tegangan 220 V
  - ⌘ Maksimal 30 titik beban, berupa lampu saja, lampu, kotak-kontak dinding, atau hanya kotak-kontak dinding saja asalkan kemampuan hantar arus tiap kotak-kontak dinding tidak melebihi 16 A
  - ⌘ Maksimum hanya 3 titik beban, kalau berupa kotak-kontak dinding dengan kemampuan hantar arus lebih dari 16 A

## 4.4 Kabel Rumah Dan Kabel Instalasi

### a. Jenis Hantaran

Rumah dengan pemasangan tetap, jenis hantaran yang banyak digunakan adalah kabel NYA (dulu NGA) dan kabel instalasi NYM.

Penggunaan dari kabel NYA dan NGA berlaku ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- ⌘ Harus dilindungi dengan pipa instalasi untuk pemasangan tetap dalam jangkauan tangan
- ⌘ Harus dipasang dalam pipa PVC untuk pemasangan di ruang lembab
- ⌘ Tidak boleh dipasang langsung menempel pada plesteran atau kayu, atau ditanam langsung dalam plesteran atau kayu, tetapi harus dilindungi dengan pipa instalasi
- ⌘ Boleh dipasang terbuka dengan menggunakan isolator jepit atau rol, kalau dipasang di luar jangkauan tangan. Cara pemasangannya harus ada jarak minimum 1 cm terhadap dinding dan terhadap bagian lain dari bangunan atau konstruksi
- ⌘ Boleh digunakan dalam alat listrik, PHB, dan sebagainya
- ⌘ Tidak boleh digunakan di ruangan basah, di alam terbuka atau di tempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan.

Jumlah kabel rumah yang boleh dipasang dalam satu pipa instalasi, tidak boleh melebihi jumlah yang tercantum dalam tabel 4.2 untuk jenis kabel NYA atau tabel 4.3 untuk jenis kabel NGA.

Tabel 4.2 Diameter dalam minimum pipa instalasi untuk pemasangan kabel rumah jenis NYA

Jumlah kabel NYA		1	2	3	4	5	6
Luas penampang nominal NYA	Diameter luar maksimum NYA	Diameter dalam minimum pipa instalasi					
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm					
1,5	3,3	7	9	9	11	13	13
2,5	3,9	7	10	11	13	14	16
4	4,4	7	11	13	14	16	17
6		9	14	14	17	20	21
10	6,8	10	17	17	22	24	27
16	8,0	13	20	22	26	29	34
25	9,8	14	24	26	34	35	38
35	11,0	16	27	34	35	40	44
50	13,0	19	34	35	44	46	56
70	15,0	22	38	44	48	56	-
95	17,0	24	44	48	56	-	-
120	19,0	27	48	56	-	-	-
150	21,0	34	56	-	-	-	-



Tabel 4.3 Diameter dalam minimum pipa instalasi untuk pemasangan kabel rumah jenis NGA

Jumlah kabel NGA		1	2	3	4	5	6
Luas penampang nominal NGA	Diameter luar maksimum NGA	Diameter dalam minimum pipa instalasi					
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm					
1,5	4,2	7	11	13	13	16	17
2,5	4,8	7	13	13	16	17	19
4	5,4	9	13	16	17	20	21
6	6,4	9	16	18	21	23	26
10	7,7	11	19	21	26	28	34
16	8,8	13	22	26	28	34	34
25	10,4	16	26	29	34	38	44
35	12,7	18	34	35	44	45	51
50	13,4	19	34	38	44	48	56
70	15,0	22	38	44	48	56	-
95	17,2	26	44	48	56	-	-

Untuk ukuran yang tidak tercantum dalam tabel 4.2 dan tabel 4.3 jumlah kabel yang boleh dalam satu pipa instalasi ditentukan sehingga faktor pengisiannya tidak melebihi ketentuan (ayat 743 A8), yaitu :

Jumlah kabel rumah dalam satu pipa	Faktor pengisian maksimum
1	50 %
2	33 1/3 %
3 atau lebih	40 %

$$\text{Faktor pengisian} = \frac{\text{Jumlah luas penampang luar semua kabel rumah}}{\text{luas penampang dalam dari pipa}}$$

Penggunaan kabel NMY berlaku ketentuan-ketentuan sebagai berikut (ayat 742 B1) :

- ✘ Boleh dipasang langsung menempel pada plesteran atau kayu atau ditanam langsung dalam plesteran, termasuk di ruang lembab atau basah, di tempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan
- ✘ Boleh dipasang langsung pada bagian bangunan, konstruksi, rangka dan sebagainya, asalkan cara pemasangannya tidak merusak selubung luar kabelnya.
- ✘ Tidak boleh dipasang di dalam tanah

## **b. Identifikasi hantaran dengan warna**

Penggunaan warna untuk identifikasi hantaran, berlaku ketentuan-ketentuan sebagai berikut (pasal 720) :

- ✍ Hantaran pentanahan hanya boleh menggunakan warna majemuk hijau kuning.
- ✍ Untuk instalasi dengan hantaran netral atau tengah harus digunakan warna biru, tetapi untuk instalasi tanpa hantaran netral atau kawat tengah, warna biru boleh digunakan untuk maksud lain kecuali untuk menandai hantaran pentanahan.
- ✍ Pada instalasi fasa-tiga, warna yang harus digunakan adalah :
  - fasa 1 (fasa R) : merah
  - fasa 2 (fasa S) : kuning
  - fasa 3 (fasa T) : hitam
- ✍ Ketentuan ini berlaku untuk semua instalasi pasangan tetap maupun sementara, termasuk dalam perlengkapan hubung bagi (PHB).
- ✍ Kabel penghubung berurat tunggal boleh digunakan untuk hantaran fasa, netral, maupun pentanahan, asalkan isolasinya yang terlihat di kedua ujung kabel (yang terkelupas) dibalut dengan pita warna yang sesuai dengan warna tersebut.

Semua ketentuan di atas dapat berlaku untuk hantaran berisolasi tunggal seperti NYA dan NGA, maupun untuk kabel berurat banyak seperti NYM, NYY, dan sebagainya.

## **c. Luas penampang hantaran**

Ketentuan penggunaan luas penampang hantaran adalah memperhitungkan kemampuan daya hantar arus yang diperlukan dan suhu kelilingnya, termasuk juga rugi tegangan. Menurut ayat 840 B1 untuk instalasi rumah sekurang-kurangnya 1,5 mm<sup>2</sup>. Untuk saluran dua kawat, hantaran netralnya harus memiliki luas penampang sama dengan hantaran fasanya. Sedangkan untuk saluran fasa tiga dengan hantaran netral, kemampuan hantar arus hantaran netralnya harus sesuai dengan arus maksimum yang mungkin timbul dalam keadaan beban tak seimbang yang normal. Luas penampangnya sekurang-kurangnya sama dengan luas penampang yang tercantum dalam tabel 4.4

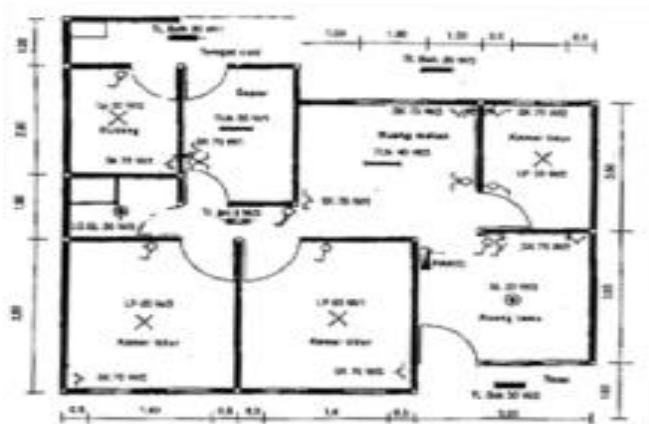
Tabel 4.4 Luas penampang nominal minimum hantaran netral bahan sama dengan hantaran fasa dari suatu saluran fasa tiga dengan netral

Hantaran Fasa	Hantaran Netral	
	Dalam pipa instalasi, kabel darurat banyak dan kabel tanah	Pada saluran udara dan instalasi pasangan terbuka, di alam terbuka maupun dalam bangunan
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
1,5	1,5	-
2,5	2,5	-
4	4	4
6	6	6
10	10	10
16	16	16
25	16	25
35	16	35
50	25	50
70	35	50
95	50	50
120	70	70
150	70	70
195	95	95
240	120	120
300	150	150
400	185	185

Dalam sluran fasa tiga, semua hantaran fasanya harus memiliki luas penampang yang sama, kecuali untuk keadaan-keadaan khusus.

#### 4.5 Instalasi Rumah Sederhana

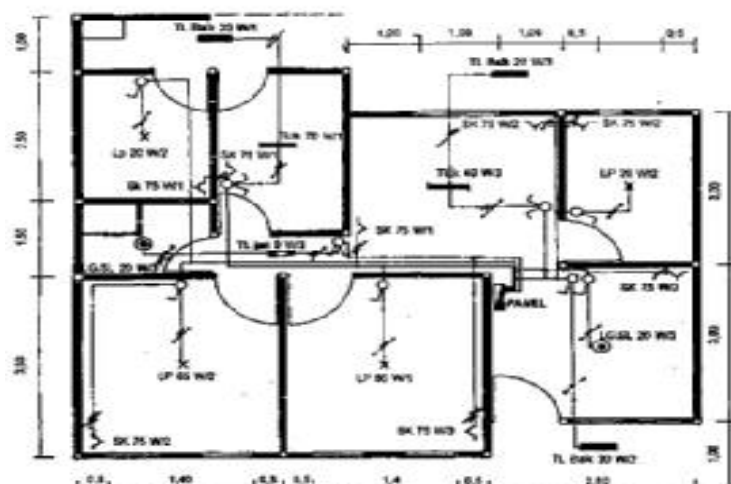
Dalam pembahasan instalasi rumah sederhana ini diambil suatu contoh seperti tertera pada gambar 4.1 , dengan ketentuan rumah kecil terbuat dari kayu, instalasi dipasng tampak, dan tidak ditanam.



Gambar 4.1 Contoh instalasi rumah sederhana

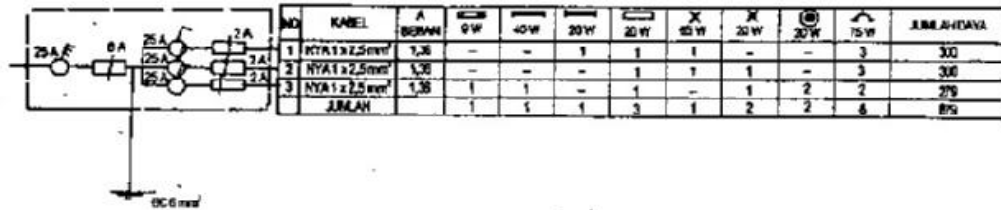
Langkah-langkah yang harus ditempuh oleh seorang instalatir antara lain :

- a. Buat denah ruangan (seperti gambar 4.1). Penggunaan masing-masing ruangan dinyatakan dalam seperti : satu ruang tamu dan teras, 3 kamar tidur, sebuah ruang makan, dapur, kamar mandi, dan sebuah gudang.
- b. Tentukan letak perlengkapan hubung bagi. PHB utama harus dipasang di tempat yang mudah dicapai dari jalan masuk rumah (biasanya di gang atau serambi), dan tempatnya harus cukup bebas. Karena instalasinya kecil, sehingga hanya ada satu PHB yang ditempatkan di gudang (sesuai pasal 602 sub B).
- c. Menentukan jumlah kotak-kontak dinding, seperti tertera pada denah gambar bangunan.
- d. Menempatkan kotak-kontak dinding sesuai dengan ketentuan yang berlaku, seperti ayat 840 C5 menyatakan bahwa kotak-kontak dinding yang dipasang kurang dari 1,25 m dari lantai haus diberi tutup pengaman.
- e. Membuat pentanahan kotak-kontak dinding. Karena lantainya dibuat dari kayu yang tidak menghantarkan listrik, kotak-kontak dinding di kamar tidur dan gudang tidak perlu ditanahkan, tetapi di ruangan dapur yang terdapat saluran air harus digunakan kontak pengaman.
- f. Setelah semua komponen perlengkapan yang akan dipasang sudah ditentukan, gambar instalasinya (seperti dijelaskan pada gambar 4.2).



Gambar 4.2 Rencana instalasi listrik rumah sederhana

- g. Setelah gambar rencana instalasi sudah dibuat, maka buat juga diagram instalasi dan rekapitulasi daya yang dibutuhkan (seperti dijelaskan pada gambar 4.3).



The diagram shows a power distribution panel with a main switch (25A), a fuse (6A), and three 25A circuit breakers. A ground connection is labeled 'DUG'.

NO	KABEL	A	9W	40W	20W	20W	X	X	20W	20W	75W	Jumlah
1	NYA1 x 2,5 mm <sup>2</sup>	1,36	-	-	1	1	1	-	-	-	3	30
2	NYA1 x 2,5 mm <sup>2</sup>	1,36	-	-	-	1	1	1	-	-	3	30
3	NYA1 x 2,5 mm <sup>2</sup>	1,36	1	1	-	1	-	1	2	2	2	29
Jumlah			1	1	1	3	1	2	2	2	8	89

Gambar 4.3 Daftar rekapitulasi daya

Luas penampang hantaran hubung antara kotak meter PLN dengan perlengkapan hubung bagi utama dari instalasi minimal 4 mm<sup>2</sup>.

#### 4.6 Daftar Bahan Instalasi

Untuk menentukan bahan-bahan yang diperlukan dalam suatu instalasi listrik, membutuhkan pengetahuan yang mendalam tentang peralatan yang akan digunakan. Termasuk membuat kalkulasi harga dan mengantisipasi perubahan harga membutuhkan pengetahuan yang mendalam tentang harga suatu bahan instalasi.

Jumlah bahan instalasi yang diperlukan ditentukan dari gambar instalasi, dengan spesifikasi pekerjaan sebagai pedoman, seperti panjang pipa ke sakelar, jumlah kotak kontak dinding, panjang kabel, jumlah kotak sambung, jumlah bengkokan, dan sebagainya.

### **c. Rangkuman 2 :**

Sketsa dan ilustrasi dari sebuah ruangan dalam suatu bangunan sangat mempunyai peranan penting dalam merangkai dan menentukan rancangan suatu instalasi listrik dari bangunan tersebut. Yang berkaitan dengan perencanaan pemasangan instalasi suatu tempat apakah gedung, rumah, aula, gudang, dan sebagainya, sebelum melakukan suatu pekerjaan pemasangan atau instalasi maka harus terlebih dahulu membuat suatu gambar yang berupa diagram rencana instalasi dan gambar diagram pelaksanaan atau pengawatan, sehingga dalam pelaksanaan pekerjaan sudah terbayang langkah-langkah yang harus ditempuh.

Dalam merangkai instalasi listrik sederhana khususnya berkaitan dengan pemasangan lampi, dikenal ada beberapa macam diantaranya : instalasi dua lampu pijar dengan sakelar tunggal, instalasi dua lampu pijar hubungan gudang, instalasi sebuah lampu pijar dengan sakelar tunggal, instalasi dua lampu pijar dengan sakelar seri atau deret, dan sebagainya.

Pada waktu melakukan pemasangan instalasi, tentunya harus mengetahui prosedur-prosedur yang telah ditentukan untuk pemasangan instalasi listrik tersebut. Beberapa prosedur yang harus ditempuh oleh seorang instalatir dalam melakukan suatu pemasangan instalasi listrik, antara lain : membuat gambar situasi, membuat gambar instalasi, membuat diagram instalasi garis tunggal, membuat gambar perincian atau keterangan pelaksanaan, melakukan pengawasan, melakukan pemeriksaan dan pengujian apabila sudah selesai, dan bertanggung jawab atas semua pekerjaan yang telah diselesaikannya dalam jangka waktu tertentu apabila terjadi suatu kecelakaan akibat dari kesalahan pemasangan.

Dalam contoh kasus melakukan pemasangan instalasi listrik rumah sederhana, beberapa hal penting yang harus dilakukan oleh seorang instalatir adalah : membuat denah rumah; menentukan letak komponen-komponen instalasi yang akan dipasang seperti PHB, sakelar, lampu, kotak-kontak, dan lain-lain; menentukan jumlah kotak-kontak dinding; menentukan tempat kotak-kontak dinding; membuat pentanahan; membuat gambar instalasi dan gambar pengawatan; membuat rekapitulasi daya, dan membuat daftar bahan-bahan untuk keperluan instalasi rumah tersebut.

**d. Tugas 2 :**

1. Jelaskan dengan peragaan cara memotong dan membuat macam-macam bengkokan pipa instalasi ?
2. Peragakan cara memasang dan mengikat kawat penghantar pada rol isolator ?
3. Buatlah pada papan praktik tentang contoh pengawatan sakelar tunggal dengan kotak-kontak pada sistem instalasi rentang ?
4. Buatlah pada papan praktik tentang contoh pengawatan sakelar tunggal dengan kotak-kontak pada sistem instalasi pipa ?
5. Buatlah pada papan praktik tentang contoh pengawatan hubungan sakelar silang dalam sistem instalasi pipa ?

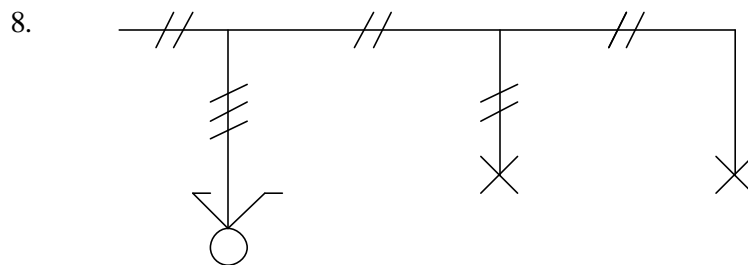
**e. Tes Formatif 2 :**

1. Sebutkan langkah-langkah untuk menentukan jumlah kawat dalam melakukan pemasangan instalasi listrik ?
2. Apa bedanya pemasangan dua buah lampu dilayani oleh sebuah sakelar tunggal dengan dua buah lampu yang dilayani oleh sebuah sakelar seri atau deret ?
3. Hal-hal apa saja yang akan dilakukan pemeriksaan dan pengujian terhadap instalatir yang telah menyelesaikan pekerjaannya ?
4. Sebutkan jenis kabel yang banyak digunakan pada instalasi rumah saat ini ?
5. Berapa persen faktor pengisian maksimum untuk instalasi sebuah rumah yang menggunakan 2 buah kabel dalam satu pipa ?
6. Sebutkan warna-warna yang harus digunakan untuk kode instalasi listrik sistem fasa tiga ?
7. Sebutkan macam-macam jenis kotak sambung yang ada di pasaran yang saudara ketahui ?
8. Buatlah gambar diagram instalasi listrik untuk dua buah lampu yang dilayani oleh sebuah sakelar seri atau deret ?
9. Berdasarkan PUIL ayat 742 B1, sebutkan ketentuan-ketentuan tentang penggunaan dari kabel jenis NYM ?
10. Berapakah diameter dalam minimum dari sebuah pipa instalasi untuk pemasangan kabel rumah jenis NYA yang mempunyai luas penampang nominal  $2,5 \text{ mm}^2$  dengan diameter luar maksimum  $3,9 \text{ mm}^2$  apabila diisi dengan 4 buah kabel ?



**f. Kunci Jawaban Formatif 2 :**

1. (a). menentukan jumlah titik cahaya , (b) menentukan cara pelayanan titik cahaya dengan sakelar, (c) pilih komponen yang efektif dan terdekat, (d) buat gambar pengawatan, (e) tentukan cara pemasangan sistem rentang atau tertutup, (f) hitung banyak atau panjang kabel yang dibutuhkan
2. Kalau dilayani oleh sebuah sakelar tunggal, artinya kedua lampu itu akan hidup (nyala) dan mati (padam) selalu bersama-sama, tetapi kalau dengan sakelar seri, bisa dua-duanya hidup dan mati secara bersama-sama, bisa juga yang satu mati yang dua nyala atau sebaliknya yang satu nyala yang dua mati sesuai dengan kebutuhan.
3. Tanda-tanda, peralatan yang dipasang, cara pemasangan, polaritas, pentanahan, tahanan isolasi, dan kontinuitas rangkaian.
4. Jenis NYA dan NYM
5. 33,3 %
6. merah, kuning, dan hitam
7. Cabang dua, cabang tiga, dan cabang empat



9. (a) dapat dipasang langsung menempel pada plesteran atau ditanam, (b) dapat dipasang langsung pada bagian bangunan, konstruksi atau rangka asalkan cara pemasangannya tidak merusak, (c) tidak boleh dipasang di dalam tanah.
10. 13 mm

## **2. Lembar Kerja 2 :**

1. **Alat** : alat potong pipa atau gergaji besi, kikir, pembengkok pipa, tang pengupas, tang kombinasi, pisau, obeng, patar (freet bor/perucut), meteran kayu, tang pembulat, dan lain-lain
2. **Bahan** : pipa union 16 mm atau 19 mm (5/8" atau 3/4"), kawat NYA 2,5 mm<sup>2</sup>, rol sekat, sekrup, tali rami, isolasi, buku PUIL, sakelar tunggal, fitting duduk, kotak-kontak, rol isolator, pelat asbes, tules, lasdop, lengkungan (elbow), sakelar silang, bola lampu, sakelar tukar, sengkang, kotak sambung, alas roset, dan lain-lain
3. **Keselamatan kerja** : jas lab, sarung tangan, kerjakan sesuai instruction manual, patuhi prosedur kerja yang telah ditentukan, patuhi peraturan yang tercantum di lab atau tempat praktik.
4. **Langkah kerja** : tentukan peralatan-peralatan dan komponen-komponen yang akan dibutuhkan, buat rancangan diagram pengawatan yang akan dilakukan, pasang peralatan pengukur yang akan digunakan sesuai dengan diagram rencana, rangkai peralatan yang telah dipasang, periksa dan uji rangkaian atau peralatan yang telah dipasang, perbaiki apabila masih terdapat kesalahan atau komponen yang belum berfungsi dengan benar, uji sesuai dengan prosedur dan instruction manual yang berlaku, buat berita acara laporan pengujian atau percobaan
5. **Laporan** : Jawab pertanyaan-pertanyaan dan laporkan hasil pengujian sesuai dengan tugas yang diberikan

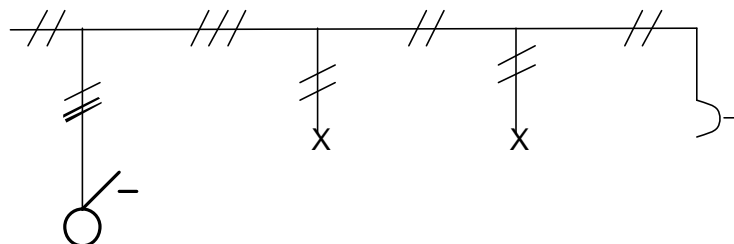
### **III. EVALUASI**

**PERTANYAAN :**

1. Sebutkan pekerjaan instalasi listrik yang mendukung keselamatan kerja ?
2. Pada beberapa instalasi tertentu, PUIL tidak berlaku. Sebutkan instalasi-instalasi tersebut ?
3. Pada gambar instalasi, diagram apa saja yang termasuk ke dalam diagram pelaksanaan ?
4. Sebutkan 6 komponen pokok dalam pemasangan instalasi listrik ?
5. Apa kelebihan menggunakan kabel berselubung jika dibandingkan dengan kabel dalam pipa ?
6. Berapakah kemampuan menghantarkan arus maksimum dari suatu kabel instalasi yang berisolasi dan berselubung PVC dengan penampang  $2,5 \text{ mm}^2$  ?
7. Berapakah tegangan nominal dan warna kabel selubung luar dari hantaran udara berselubung PVC, misalnya NYMT ?
8. Sebutkan komponen-komponen penting dari kotak hubung bagi ?
9. Bagaimana pengaman yang memutuskan rangkaian listrik saat terjadinya gangguan disebut apa ?
10. Apakah warna patron lebur untuk arus nominal 6 ampere ?
11. Sebutkan pembagian pengaman otomatis berdasarkan waktu pemutusannya ?
12. Mengapa sketsa denah suatu ruangan atau bangunan itu diperlukan dalam perencanaan pemasangan instalasi listrik ?
13. Buatlah diagram instalasi untuk 2 buah lampu yang dilayani oleh sebuah sakelar ?
14. Berapa persen faktor pengisian maksimum untuk instalasi sebuah rumah yang menggunakan 3 buah kabel dalam satu pipa ?
15. Berapakah diameter dalam minimum dari sebuah pipa instalasi untuk pemasangan kabel rumah jenis NGA yang mempunyai luas penampang nominal  $2,5 \text{ mm}^2$  dengan diameter luar maksimum  $4,8 \text{ mm}^2$  apabila diisi dengan 4 buah kabel ?

**KUNCI JAWABAN**

1. (a) Pekerja harus memiliki pengetahuan yang ditetapkan oleh PLN atau AKLI, (b) harus dilengkapi dengan pelindung (seperti : baju pengaman, sepatu, helm, sarung tangan, dan lain-lain).
2. (a) pada instalasi tegangan rendah untuk menyalurkan berita atau isyarat, (b) instalasi telekomunikasi dan KRL, (c) instalasi kapal laut, kapal terbang, kereta api, (d) instalasi pertambangan dalam tanah, (e) instalasi tegangan rendah tidak lebih dari 25 V dan daya kurang dari 100 W, (f) instalasi yang diawasi instansi yang berwenang.
3. Diagram pengawatan dan diagram saluran
4. (a) bahan penghantar, (b) kotak kontak, (c) fitting, (d) sakelar, (e) pengaman, dan (f) peralatan pelindung.
5. Lebih mudah dibengkokkan, lebih tahan terhadap asam dan uap, sambungan dengan alat pemakai dapat ditiup lebih rapat.
6. 25 A
7. 500 V, dan warna hitam
8. kontak rel (panel), kotak pengaman (sekering), dan kotak sakelar.
9. Patron lebur
10. Hijau
11. otomat-L, otomat-H, dan otomat-G
12. Karena untuk mengatur penempatan komponen, titik-titik cahaya, dan kebutuhan bahan-bahan lain yang akan digunakan dalam pemasangan instalasi listrik tersebut.
- 13.



14. 40 %
15. 16 mm

## **IV. PENUTUP**

Materi pembelajaran pada modul ini merupakan materi dasar yang harus dimiliki oleh setiap siswa yang mengambil keahlian di bidang teknik listrik, sehingga harus sudah menempuh materi pembelajaran atau modul Bahan Listrik dan telah lulus dengan mendapat skor 60 (skala 100). Apabila belum menempuh dan belum lulus, maka siswa yang bersangkutan harus melalui her terlebih dahulu atau mengulang lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwir B.S., 1952, *Pengetahuan Dasar Tentang Teknik Listrik*, Jakarta.
- A. Rida Ismu W. Supartono, 1979, *Instalasi cahaya dan Tenaga I*, Dirjen Dikdasmen Depdikbud, Jakarta.
- Darsono dan Agus Panidjo, 1979, *Petunjuk Praktek Listrik I*, Dirjen Dikdasmen Depdikbud, Jakarta.
- D. Erwin, 1980, *Rancangan Listrik Untuk STM dan Mahasiswa Teknik*, Bandung.
- F. Suryatmo, 1998, *Teknik Listrik Instalasi Penerangan*, Bineka Cipta, Jakarta.
- John, M. Echols dan Hasan Shadili, 1987, *An English – Indonesian Dictionary*, Gramedia, Jakarta.
- Krebet Hidayat, Sumarlan D.S, dan R. Sumarton, 1980, *Lembaran Kerja Instalasi dan Reparasi Listrik*, Dirjen Dikdasmen Depdikbud, Jakarta.
- Kusnandar, A., 2000, *Pemasangan Dasar Instalasi Listrik*, Armico, Bandung
- P. Van Harten, dan E. Setiawan, 1991, *Instalasi Listrik Arus Kuat I*, Binacipta, Bandung.
- R. Surasno Sosrodirjo, 1980, *Alat-Alat Ukur Listrik*, Technipres, Jakarta
- Tia Setiawan dan Harun, 1980, *Keselamatan Kerja dan Tata Laksana Bengkel*, Dirjen Dikdasmen Depdikbud, Jakarta.
- Panitia Revisi PUIL-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2001, *Peraturan Umum Instalasi Listrik Indonesia 1987*, LIPI, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*, Standar Nasional Indonesia (SNI), Yayasan PUIL, Jakarta.

# STORYBOARD

Judul Modul Pembelajaran : INSTALASI LISTRIK DASAR

Bidang Keahlian : KETENAGALISTRIKAN

Program Keahlian :  Teknik Pembangkitan

Teknik Transmisi

Teknik Distribusi

Teknik Pendingin dan Tata Udara

Teknik Pemanfaatan Energi

NO	URUTAN PEMBELAJARAN	N A R A S I	SIMULASI PEMBELAJARAN SESUAI URUTAN TOPIK						KETERANGAN SIMULASI	
			Animasi	Gambar	Video	Audio	Simulasi Praktik	Latihan		Evaluasi
1.	DESKRIPSI MATERI	Lingkup materi modul ini meliputi : gambaran umum tentang peraturan umum instalasi listrik (PUIL), pengujian, simbol-simbol dasar instalasi listrik dan gambar instalasi listrik, komponen-komponen dasar instalasi listrik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari pada rumah-rumah tinggal, menjelaskan teknik dan cara merangkai instalasi listrik yang sederhana antara lampu, stopk kontak, sakelar, dan lain-lain, serta menjelaskan tentang prosedur pemasangan instalasi listrik.	X	X	X					
2.	PRASYARAT	<b>Pendidikan Formal :</b> Telah menyelesaikan pendidikan setara Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) atau sederajat <b>Kaitan dengan modul/kemampuan lain :</b> Tidak ada, karena merupakan mata ajar konsep						X		X

		dasar								
3.	PETA KEDUDUKAN MODUL	Modul ini termasuk ke dalam bidang keahlian <b>Ketenagalistrikan</b> pada program keahlian <b>Teknik Pembangkitan Listrik</b>		X						
4.	PERISTILAHAN	Eternit, Fiting, IACS, LMK, Patron lebur, PHB, PUIL, PVC.	X		X	X				
5.	PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	<b>Petunjuk bagi siswa:</b> Baca petunjuk kegiatan belajar pada setiap modul kegiatan belajar, baca tujuan dari setiap modul kegiatan belajar, pelajari setiap materi yang diuraikan/ dijelaskan pada setiap modul kegiatan, pelajari rangkuman yang terdapat pada setiap akhir modul kegiatan belajar, baca dan kerjakan setiap tugas yang harus dikerjakan pada setiap modul kegiatan belajar, kerjakan dan jawablah dengan singkat dan jelas setiap ada ujian akhir modul kegiatan belajar (test formatif) <b>Peran guru :</b> menjelaskan petunjuk-petunjuk kepada siswa yang masih belum mengerti, mengawasi dan memandu siswa apabila ada yang masih kurang jelas, menjelaskan materi-materi pembelajaran yang ditanyakan oleh siswa yang masih kurang dimengerti, membuat pertanyaan dan memberikan penilaian kepada setiap siswa	X		X	X				
6.	KEGIATAN BELAJAR 1 6.1. Penjelasan Umum	Modul ini merupakan modul dasar yang harus dipahami oleh setiap siswa pada tingkat pertama, karena banyak dasar-dasar instalasi listrik yang akan digunakan untuk pembelajaran pada mata ajaran lainnya baik untuk pengembangan maupun aplikasi-aplikasi praktis bidang ketenagalistrikan.		X	X	X				
	6.2. Uraian Sub Materi	Gambaran umum tentang peraturan umum instalasi listrik (PUIL) Pengujian, simbol-simbol dasar instalasi listrik dan gambar instalasi listrik		X	X	X	X			



		Komponen-komponen dasar instalasi listrik Prosedur pemasangan instalasi listrik.									
	Evaluasi	Evaluasi dilakukan pada setiap akhir kegiatan belajar, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat/derajat kemampuan atau daya serap siswa terhadap materi pembelajaran yang telah disampaikan					X	X	X		
7.	PEMBELAJARAN 1 7.1. Penjelasan Umum	Setelah mengikuti pembelajaran ini diharapkan siswa dapat : memahami tentang peraturan umum instalasi listrik (PUIL), keselamatan kerja, pengujian peralatan listrik, simbol-simbol dasar, dan gambar instalasi listrik; mampu menentukan komponen dasar instalasi listrik yang diperlukan seperti penghantar, kontak listrik, fitting, sakelar, pengaman dan peralatan pelindung dan hantaran listrik lainnya; merangkai instalasi listrik yang sederhana seperti instalasi dua lampu pijar dengan sakelar tunggal, dua lampu pijar hubungan gudang, instalasi dua lampu pijar dengan sakelar seri, dan lain-lain; memahami prosedur pemasangan instalasi listrik, seperti menentukan jumlah titik beban rangkaian akhir, menentukan diameter kabel sesuai dengan daya terpasang, menentukan besar pengaman, dan lain-lain.	X	X	X	X					
	7.2. Penjelasan Materi Materi 1 :	- Gambaran umum tentang peraturan umum instalasi listrik (PUIL) - Pengujian, simbol-simbol dasar instalasi listrik dan gambar instalasi listrik	X	X	X	X	X				
	Evaluasi 1	Evaluasi dilakukan setelah selesai materi pembelajaran satu yang mencakup empat unit materi dengan : a. Tugas/latihan : sebanyak 5 soal b. Test formatif : 15 soal pertanyaan dalam					X	X	X		

		bentuk essay							
	Materi 2 :	- Komponen-komponen dasar instalasi listrik - Prosedur pemasangan instalasi listrik.	X	X	X	X	X		
	Evaluasi 2	Evaluasi dilakukan setelah selesai materi pembelajaran dua yang mencakup tiga unit materi dengan : a. Tugas/latihan : sebanyak 5 soal b. Test formatif : 10 soal pertanyaan dalam bentuk essay					X	X	X
8.	POT TEST/EVALUASI AKHIR	Evaluasi akhir dilakukan setelah selesai seluruh materi pembelajaran yang mencakup tujuh unit materi dengan : a. Test akhir : 15 soal pertanyaan dalam bentuk essay						X	X