

MODUL PEMBELAJARAN

KODE : MTP 9

GAMBAR TEKNIK ELEKTRO

BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK TRANSMISI



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
I PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	2
C. Petunjuk Penggunaan Modul	2
D. Tujuan Akhir.....	2
E. Standar Kompetensi.....	3
F. Cek Kemampuan	4
II PEMBELAJARAN	5
A. RENCANA BELAJAR SISWA	5
B. KEGIATAN BELAJAR	6
KEGIATAN BELAJAR 1	6
A. Tujuan Kegiatan	6
B. Uraian Materi	6
C. Rangkuman	20
D. Test Formatif	22
E. Kunci Jawaban Tes Formatif	23
G. Lembar Kerja	24
KEGIATAN BELAJAR 2	25
A. Tujuan Kegiatan	25
B. Uraian Materi	25
C. Rangkuman	43
D. Test Formatif	45
E. Kunci Jawaban Tes Formatif	46
G. Lembar Kerja	47

III	EVALUASI	48
	KUNCI JAWABAN	49
	DAFTAR PUSTAKA	51
	LAMPIRAN	

PERISTILAHAN (GLOSARIUM)

Circuit diagram	:	Diagram yang menerangkan hubungan dari suatu peralatan secara terperinci
Diagram lokasi	:	Diagram yang memuat bagian-bagian keterangan tentang letak peralatan listrik
Etiket atau title block	:	Judul atau keterangan yang berhubungan dengan gambar
IEC	:	International Electrical Commission
Semi assembled	:	Penyajian yang setengah merakit
Topographical representaion	:	Letak symbol dari diagram harus seluruhnya diperlihatkan dalam gambar nyata

I. PENDAHULUAN

DESKRIPSI MODUL

Modul ini berisi bahan belajar “*Gambar Teknik Elektro*” merupakan salah satu bagian dari keseluruhan enam judul modul, dimana lima judul modul lainnya adalah : kesehatan dan keselamatan kerja, pertukangan dasar, standar nasional instalasi listrik, ilmu bahan listrik dan pengukuran listrik. Ke enam judul modul ini diturunkan melalui analisis yang diberikan kepada peserta didik untuk memperkuat penguasaan kompetensi dalam bidang transmisi tenaga listrik.

Pengembangan isi modul ini diarahkan sedemikian rupa, sehingga materi pembelajaran yang terkandung didalamnya disusun berdasarkan topik-topik selektif untuk mencapai kompetensi dalam transmisi tenaga listrik.

- Pengetahuan : Memahami simbol-simbol dan gambar perlengkapan yang diperlukan untuk menjelaskan pemasangan bidang teknik transmisi tenaga listrik
- Keterampilan : Melakukan perencanaan, penggambaran dan pemasangan perlengkapan listrik yang dibutuhkan untuk keperluan teknik transmisi tenaga listrik
- Sikap : Perencanaan, penggambaran dan pemasangan perlengkapan listrik secara cermat dan benar sesuai dengan prosedur kerja dan mentaati prosedur keselamatan kerja.

PRASYARAT

Untuk dapat mengikuti modul ini, peserta harus sudah mengikuti materi IPA dan Matematika tingkat SLTP

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. Baca dan kerjakan setiap tugas yang harus dikerjakan pada setiap modul kegiatan belajar
- f. 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 selesai mempelajari modul ini peserta dapat :

- ✍ Menjelaskan sistim penyajian gambar
- ✍ Menjelaskan papan gambar dan perlengkapannya
- ✍ Menjelaskan diagram, chart dan tabel

STANDAR KOMPETENSI

Kode Kompetensi : TIG.CIP.002 (1) A

Unit Kompetensi : Memasang Panel

Ruang Lingkup :

Unit kompetensi ini berkaitan dengan pemahaman tentang prosedur pemasangan panel pada saluran transmisi tenaga listrik. Pekerjaan ini mencakup sistim penyajian gambar, papan gambar dan perlengkapannya, serta diagram, chart dan tabel, sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku serta pembuatan laporan pelaksanaan pekerjaan.

Sub Kompetensi 1 :

Menjelaskan sistem penyajian gambar pada sistem pemasangan panel transmisi tenaga listrik

KUK :

1. Masing-masing symbol dan lambang perlengkapan gambar dapat diidentifikasi sesuai dengan teknik yang berlaku di perusahaan
2. Prosedur/instruksi kerja pemasangan dapat dijelaskan sesuai dengan standar unit transmisi

Sub Kompetensi 2 :

Menjelaskan papan gambar dan perlengkapannya sesuai kebutuhan pada sistem pemasangan panel transmisi tenaga listrik

KUK :

1. Papan gambar dan perlengkapannya diidentifikasi sesuai dengan teknik yang berlaku pada pemasangan panel transmisi
2. Papan gambar dan perlengkapannya untuk pemasangan panel disiapkan sesuai dengan kebutuhan pemasangan

Sub Kompetensi 3 :

Menjelaskan diagram, chart, dan tabel sesuai kebutuhan pada sistem pemasangan panel transmisi tenaga listrik

KUK :

1. Diagram, chart, dan tabel diidentifikasi sesuai dengan teknik yang berlaku pada pemasangan panel transmisi
2. Diagram, chart, dan tabel untuk pemasangan panel disiapkan sesuai dengan kebutuhan pemasangan panel transmisi

Kode Modul : MTP 9

CEK KEMAMPUAN

A. Daftar Pertanyaan	B. Tingkat Penguasaan (score : 0 – 100)
1. Apakah siswa sudah memahami symbol dan lambang perlengkapan gambar ?	
2. Apakah siswa mampu menjelaskan prosedur kerja pemasangan sesuai dengan standar unit transmisi ?	
3. Apakah siswa mampu menjelaskan papan gambar dan perlengkapannya sesuai dengan teknik yang berlaku pada pemasangan panel transmisi ?	
4. Apakah siswa mampu menyiapkan papan gambar dan perlengkapannya sesuai kebutuhan pemasangan ?	
5. Apakah siswa mampu membedakan diagram, chart, dan tabel sesuai dengan teknik yang berlaku pada pemasangan panel transmisi ?	
6. Apakah siswa mampu menyiapkan diagram, chart, dan tabel untuk pemasangan panel transmisi ?	

II. PEMBELAJARAN

A. RENCANA BELAJAR SISWA

Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Alasan perubahan	Tanda tangan guru
1. Memahami symbol dan lambang perlengkapan gambar					
2. Menjelaskan prosedur kerja pemasangan sesuai dengan standar unit transmisi					
3. Menjelaskan papan gambar dan perlengkapan sesuai dengan teknik yang berlaku					
4. Menyiapkan papan gambar dan perlengkapannya sesuai kebutuhan pemasangan					
5. Membedakan diagram, chart, dan tabel sesuai dengan teknik yang berlaku pada pemasangan panel transmisi					
6. Menyiapkan diagram, chart, dan tabel untuk pemasangan panel transmisi					

B. KEGIATAN BELAJAR

Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1 :

- Siswa memahami symbol dan lambang perlengkapan gambar
- Siswa menjelaskan prosedur kerja pemasangan sesuai dengan standar unit transmisi

b. Uraian Materi 1 :

SISTEM PENYAJIAN GAMBAR

1.1 Pensil Gambar

Pensil gambar ditandai dengan huruf yang menyatakan tentang kekerasan dan kehitaman dari isinya.

Isi pensil gambar bertingkat-tingkat, mulai dari hitam lunak sampai dengan yang keras, sesuai dengan yang keras, sesuai dengan huruf yang tertulis padanya.

Misal : 10B ; B ; BH ; F ; H sampai dengan 10H.

Huruf-huruf ini adalah singkatan Bahasa Inggris.

B = black (hitam)

F = firm (tetap/sedang)

H = hard (luas)

Tabel dibawah, menerangkan sifat-sifat dari pensil gambar.

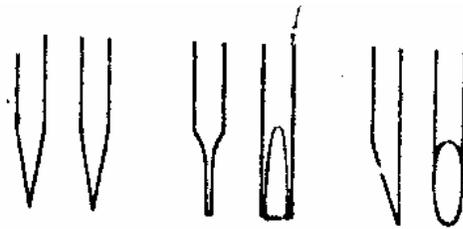
BB-3B	: Sangat lunak, hitam pekat digunakan untuk gambar-gambar lukis.
2B-F	: Lunak, hitam digunakan untuk membuat skets, atau menulis.
H-6H	: Keras digunakan untuk menggambar teknik.
7H-10H	: Sangat keras, biasa digunakan untuk menggambar pekerjaan-pekerjaan yang akan diperbanyak (lithographic).

Untuk tujuan menggambar teknik, meruncingkan pensil harus dibentuk seperti gambar 1.1



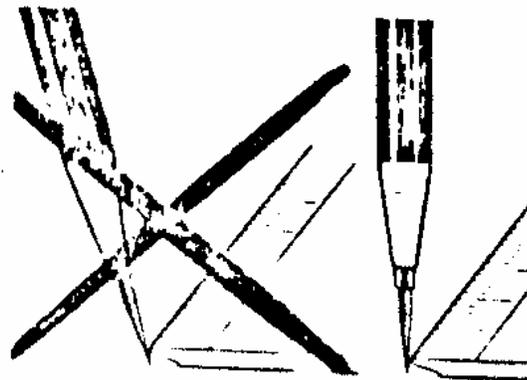
Gambar 1.1 Pensil Runcing

Bila menarik garis, pensil harus digerakkan (diputar) perlahan-lahan, sehingga tebal garis akan sama. Gambar 1.2 memperlihatkan perbedaan dari bermacam-macam ujung (isi) pensil.



Gambar 1.2 Macam-macam ujung pensil

Untuk diperuncing ujung pensil digunakanlah kertas gosok halus yang telah diletakkan pada sepotong kayu. Selanjutnya dibersihkan dengan kain atau kertas tisu. Pada gambar 1.3 memperlihatkan cara-cara yang betul dan salah dalam menggunakan pensil dan penggaris.



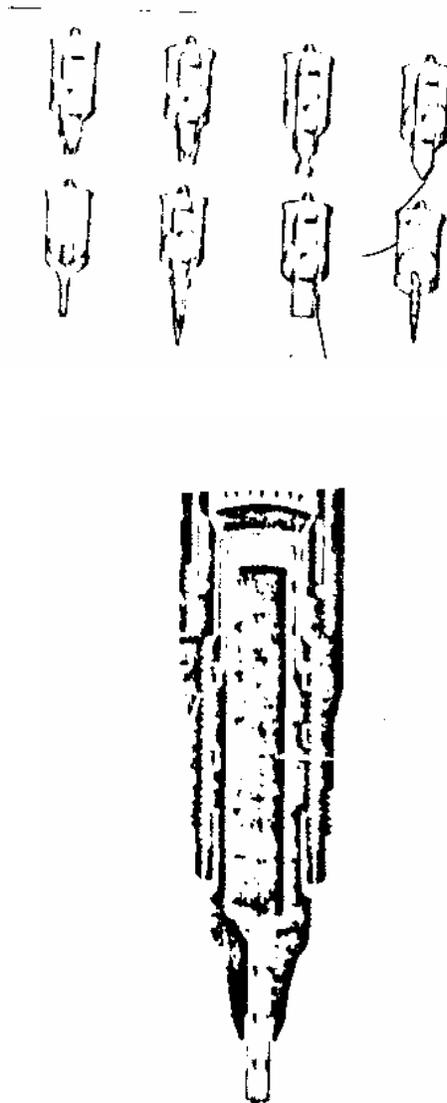
Gambar 1.3 Cara yang betul dan salah dalam menggunakan pensil dan penggaris.

1.2 Pena Gambar

Untuk keperluan menggambar dengan tinta tersedia beberapa macam alat dengan ujung yang berbeda-beda, yang bisa didapatkan pada pasaran.

Gambar 1.4 memperlihatkan macam-macam pena gambar model lama, sedangkan gambar 1.5 memperlihatkan model pena yang makin populer (banyak dipergunakan).

Pena gambar ini mempunyai ujung yang berupa pipa dengan sebuah jarum dan sebuah katub sebagai pengontrol (pengatur).



Gambar 1.5 Model pena yang makin populer

Gambar 1.6 memperlihatkan susunannya. Bila pena dipegang dalam keadaan tegak lurus dan ujung jarum dibawah katub akan menghentikan jalannya tinta ke pipa (ujung pena), tetapi bila pena itu dipergunakan maka jarum akan menyentuh kertas dan membuka katup.



Gambar 1. 6 Susunan pegangan pena

Gambar 1.6 memperlihatkan pena dengan kelengkapan pintu (lubang) udara untuk mengatur keseimbangan tekanan udara di dalam penampungan tinta dengan diluar pena. Tanpa pita itu, bila pena dipergunakan, maka panas dari tangan akan menaikkan tekan pada tekan pada simpanan tinta dan mengakibatkan tinta yang keluar dari ujung pena terlalu banyak.

Setiap habis dipakai maka haruslah ditutupi kembali untuk mencegah mengeringnya tinta pada ujung pena atau salurannya.

Bila terjadi hambatan yang ringan keluarnya tinta goyangnya pena itu, dengan gerakan membujur maka jarumnya akan bergerak dan menghilangkan hambatannya dan pena dapat bekerja kembali.

Menggunakan pena ini tidak perlu ditekan, tidak akan ada tambahan tinta yang keluar dengan menekan pena, pahamiilah penjelasan diatas, sebab dengan menekan pena itu, akan menimbulkan akibat lain.

Untuk memperbaiki (membersihkan) halangan itu dengan membuka (melepas) pena dan membersihkan dengan mempergunakan cairan ammonium atau cairan pembersih yang disarankan oleh pabrik.

Pena itu dibuat dalam beberapa ukuran sebagai contoh lihat gambar 1.8 yang memperlihatkan tingkat ukuran dari ROTRING yang setiap tingkat naik ?2

1.3 Kertas Gambar

Untuk keperluan membuat gambar diperlukan macam-macam kertas. Sebagai contoh bila hendak membuat garis yang cukup jelas (nyata) dengan mempergunakan tinta pada kertas yang lunak, maka tinta itu akan melebar.

Kertas gambar haruslah memungkinkan untuk dihapus tanpa mengakibatkan kerusakan yang berarti pada permukaannya. Bila menghapus garis pensil pada kertas yang lunak akan selalu timbul (tampak) bekasnya. Bila menghapus garis tinta haruslah memungkinkan untuk digambar kembali pada permukaan yang habis dihapus tanpa adanya pelebaran tinta. Kertas haruslah dapat diperbanyak dengan alat perbanyak yang sama dipergunakan.

Untuk beberapa jenis gambar tertentu juga penting mengenai ukurannya, janganlah kertas berubah ukurannya karena perubahan waktu. Kertas gambar yang umum disebut kertas tembus pandang (transparent) dan kadang-kadang disebut kertas kalkir (tracing paper). Untuk keperluan menggambar dengan pensil dipergunakan kertas yang dipermukaannya berbeled (tidak licin/velvet). Sedangkan untuk keperluan menggambar dengan tinta dipilih yang permukaannya mengkilap.

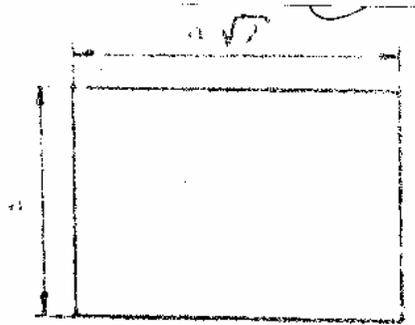
Tebal kertas gambar dinyatakan dengan masa persatuan luas.

Sebagai contoh ialah kertas 80 g/m^2 artinya setiap 1 m^2 luas permukaan kertas mempunyai berat 80 g. Tetapi tebal kertas ini tidak benar-benar tepat sesuai dengan masanya.

1.4 Ukuran Kertas

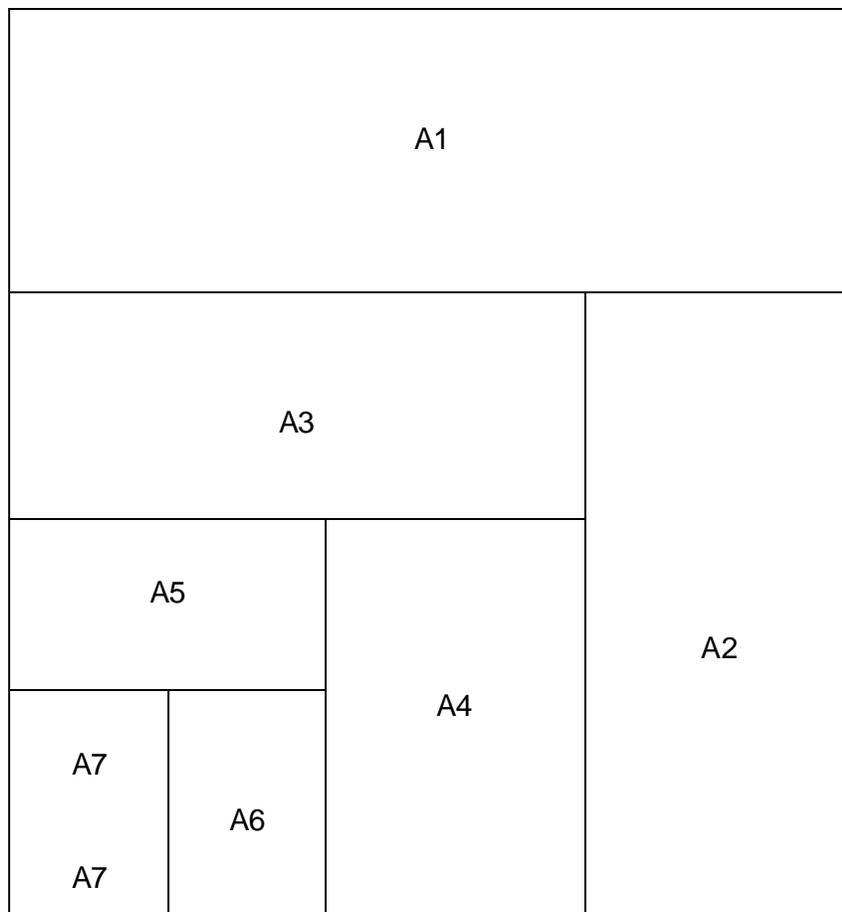
Untuk segala keperluan, ISO R26 telah mengatur mengenai ukuran kertas. Dasar ukuran kertas pada umumnya ditunjukkan oleh seri A. Sebagai dasar, A⁰ ialah mempunyai luas 1 m^2 dengan perbandingan, lebar dibandingkan panjang ialah 1 : ?2

Lihat gambar 1.7



Gambar .1.7 Perbandingan ukuran kertas

Bila kertas itu dipotong menjadi dua sejajar dengan sisi yang pendek, akan menghasilkan dua kertas yang berukuran A₁. Dengan terus membagi kertas itu, akan didapatkan ukuran kertas yang sesuai (diinginkan).



Gambar 1.8 Macam-macam ukuran kertas gambar

Cara seperti tersebut diatas tersebut diatas selalu menghasilkan ukuran kertas yang baik tanpa banyak kertas yang terbuang. Ukuran kertas gambar dalam mm dapat dilihat pada tabel.

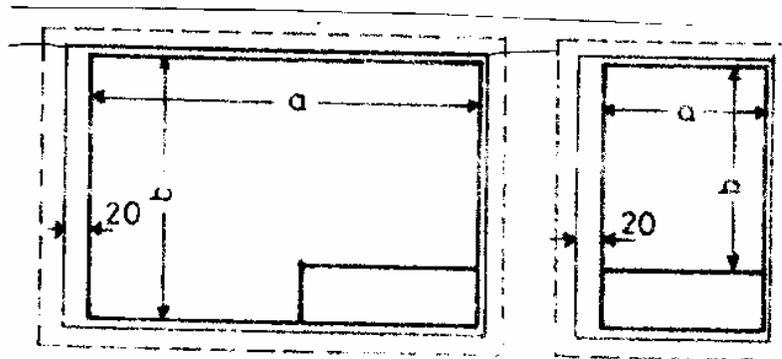
Tabel 1.1 Ukuran kertas gambar

<u>A 0</u>	841 x 1189
<u>A 1</u>	594 x 841
<u>A 2</u>	420 x 594
<u>A 3</u>	297 x 420
<u>A 4</u>	210 x 297
<u>A 5</u>	148 x 210
A 6	105 x 148

1.5 Bidang Permukaan Kertas Gambar Yang Berguna

Luas permukaan gambar yang dipergunakan untuk menggambar adalah lebih kecil dari ukuran kertas sebenarnya. Hal ini diperlukan sisi gambar yang cukup lebar (20mm) untuk mencegah hilangnya keterangan. Bila gambar akan diperbanyak (copying), sisi-sisi lainnya cukup 5 mm untuk A₄ sedangkan untuk A₃ - A₀ sisi-sisinya dibuat 10 mm. Pada sisi 20 mm diperlukan bila gambar-gambar tersebut akan diarsipkan sehingga mudah dijepit. Ditambah pula title block atau ETIKET harus diletakkan dibagian bawah atau atas untuk gambar dengan ukuran A₄, sedangkan untuk kertas A₃-A₀ harus/hanya dibawah sebelah kanan.

Gambar 1.9 memperlihatkan sisi-sisi dan penempatan judulnya.



Gambar 1.9 Sisi penempatan judul

Gambar 1.10 Contoh judul (title block) untuk dipergunakan di sekolah.

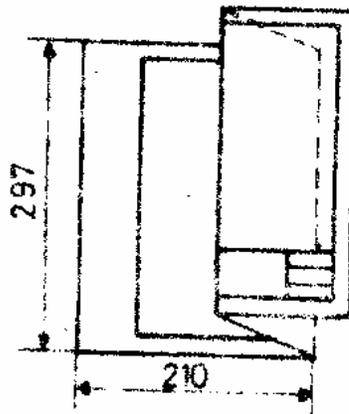
Name	Date	Klass	SCHRITTFELSD	

Gambar 1.10 Contoh judul yang dipergunakan di sekolah

1.6 Menyajikan Gambar

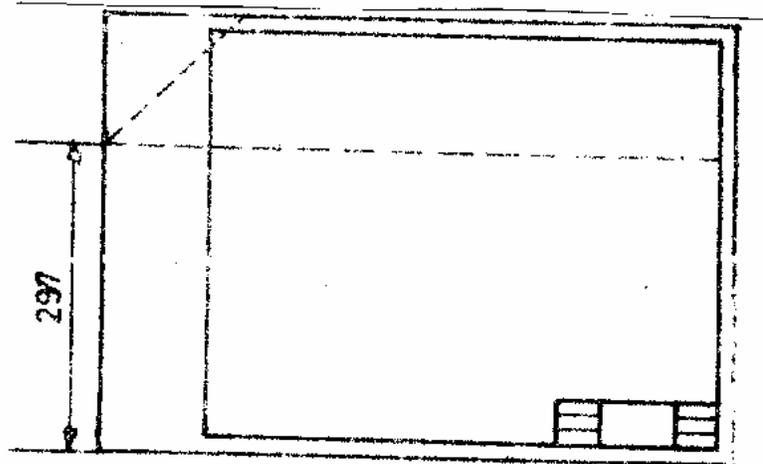
Semua gambar yang telah selesai haruslah disimpan. Dalam menyimpan kertas gambar ini, haruslah dilipat-lipat menjadi ukuran A₄ (standart map). Selanjutnya disimpan pada arsip kantor.

Gambar 1.11 memperlihatkan cara melipat kertas gambar ukuran A₃.



Gambar 1.11 Cara melipat kertas gambar ukuran A₃

Gambar 1.12 memperlihatkan cara melipat kertas gambar ukuran A₂.



Gambar 1.12 Cara melipat kertas gambar ukuran A₂.

1.7 Garis Dan Huruf

Didalam menggambar teknik hanya pensil dan tinta berwarna hitam yang digunakan. Adakalanya tinta berwarna digunakan bila menurut pertimbangan secara ekonomis lebih murah untuk dicetak lebih banyak. Warna-warna itu haruslah sedemikian rupa sehingga tidak membingungkan dan mudah dibaca. Bila tidak menggunakan warna, dapatlah digunakan ketebalan garis. Dengan menggunakan aturan-aturan dalam membuat garis, maka akan menghasilkan gambar yang baik dan mudah dibaca. Kiranya pembaca telah mengikuti kursus-kursus menggambar mesin dan sudah memahami hukum-hukum dasar menggambar.

Bila belum, ada baiknya mempelajari yang terdapat pada tabel 1.2 mengenai pandangan garis-garis dan pemakaiannya.

Tabel 1.2 Pandangan garis-garis dan pemakaiannya

MACAM GARIS	URUTAN TEBAL GARIS				PEMAKAIAN
	1,0	0,7	0,5	0,35	
Tebal & panjang	1	0,7	0,5	0,35	Garis benda yang terlihat
Garis putus-putus	0,7	0,5	0,35	0,25	Garis benda yang tidak terlihat
Tipis panjang	0,5	0,35	0,25	0,18	Garis ukuran, garis arsip
Tipis putus-putus	0,5	0,35	0,25	0,18	Garis sumbu
Garis bebas	0,5	0,35	0,25	0,18	Garis irisan

Untuk gambar listrik disarankan menggunakan tebal garis yang berurutan 05 dibutuhkan 3 macam pena ralat 0,5 , 0,35 dan 0,25. Bagaimana memilih mata pena juga tergantung dari ukuran pena/sablon. Hindarkan menggunakan mata pena dibawah 0,25. Oleh sebab itu, dalam praktek dipilihlah mata pena dengan ukuran 0,5 ; 0,4 dan 0,3.

Pada gambar teknik ukuran huruf dan angka distandarkan (ISO308).

Catatan/kutipan umum.

Yang penting bagian-bagian dari huruf dalam menggambar teknik ialah :

- ✍ Mudah dibaca
- ✍ Seragam
- ✍ Layak untuk diperbanyak

Untuk dapat memenuhi ketentuan-ketentuan tersebut diatas, ikutilah beberapa petunjuk di bawah ini.

1. Bentuk-bentuk haruslah jelas perbedaannya, untuk menghindari salah penafsiran antara lainnya, bahkan dalam hal yang kecil sekalipun.
2. Dalam hal mengecilkan dan memperbanyak gambar diperlukan : jarak antara garis atau ruang antara angka dan huruf, minimum sama dengan dua kali tebal garis (besarnya huruf).

Ukuran :

Ikutilah pecifikasi ukuran angka dan huruf sbb :

1. Tinggi h dari huruf besar adalah sebagai dasar.
2. Tingkatan tingginya huruf ialah 2,5 – 3,5 – 5 – 7 – 10 – 14 dan 20 mm.

Dari tingkatan urutan tadi ternyata faktor V_2 merupakan kelipatan untuk tinggi huruf menurut standart ISO/R216.

3. Tinggi huruf h, maka huruf kecil C tidak boleh kkurang dari 2,5 mm.

Catatan : misal huruf kecil C = 2,5 mm

$$\begin{aligned} \text{huruf besar h} &= C \cdot 2 \\ &= 2,5 \times 1,4 = 3,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

4. Perbandingan antara tinggi dan lebar huruf 5 : 3, sedangkan antara tinggi dan tebal huruf perbandingannya 10 : 1.

Disarankan untuk tinggi huruf kecil yang berbanding atau berekor sama dengan tinggi huruf besar.

Perhatikan tabel 1.3 di bawah ini.

Tabel 1.3 Perbandingan penulisan huruf

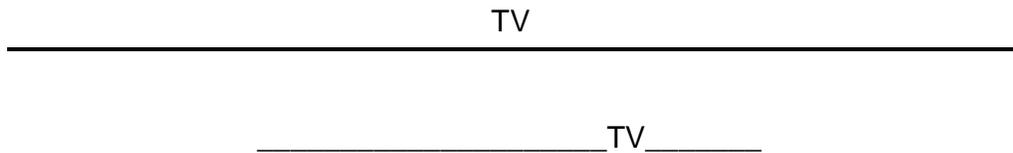
Tinggi huruf kecil	0,25	3,5	5	7	10	14
Tinggi huruf besar	3,5	5,0	7	10	14	20
Jarak baris dasar Huruf yang satu dengan Yang lain	5	7	10	14	20	28
Jarak antara tiap Suku kata	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4
Tebal huruf	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

5. Huruf yang digunakan dalam menggambar teknik boleh tegal lurus boleh juga miring 15° kekanan. Dalam pekerjaan menggambar juga disarankan menggunakan huruf dan angka yang sudah siap, juga simbol-simbol. Huruf-huruf ini tinggal memindahkan dari lembaran plastik ke kertas gambar dengan cara menggosokkan dengan menggunakan badan pensil. Cara seperti ini masih sangat mahal tetapi sangat menyingkat waktu.

1.8 Macam-Macam Garis Penghubung

a. Pemberian tanda garis hubung.

Garis hubung baik yang tunggal maupun yang kelompok haruslah diberi tanda. Cara memandainya dapat didekatkan pada garis hubung itu, atau pada celah-celah antara garis hubung. Lihat gambar 1.13.



Gambar 1.13 Garis penghubung

b. Menggambarkan banyak garis.

Untuk menggambar sejumlah garis yang sejajar, haruslah diatur dalam kelompok-kelompok yang terpisah dengan fungsinya. Jarak antara kelompok dengan kelompok haruslah lebih besar dari antara garis dengan garis. Dalam tiap kelompok seyogyanya hanya tiga garis. Sebagai contoh, lihat gambar 1.14.



Gambar 1.14 Banyak garis

c. Menggambar garis tunggal .

Tujuan utama dari pada menggambar garis tunggal ialah untuk menghindari banyaknya garis-garis yang sejajar. Garis-garis yang sejajar . Garis-garis yang sejajar tadi dapat diganti/digambarkan dengan sebuah garis.



Gambar 1.15 Garis tunggal

Jika deretan ujung akir dari garis kelompok diberi tanda yang berurutan gambar 1.16, maka ini dapat disederhanakan seperti pada gambar 1.17.



Gambar 1.16 Garis kelompok



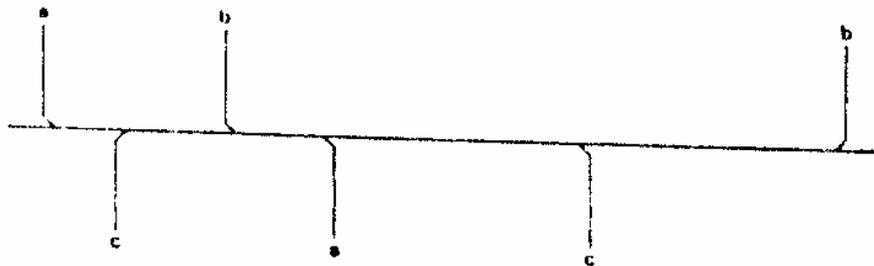
Gambar 1.17 Penyederhanaan garis kelompok

Bila ujung akir dari deretan garis kelompok tidak berurutan tandanya, maka haruslah ditandai seperti terlihat pada gambar 1.18.



Gambar 1.18 Penandaan garis kelompok

Cara yang ditunjukkan simbol 60 sampai dengan 63 publikasi LEC 117-1 ialah menggambarkan penghantar-penghantar kelompok manjadi penghantar tunggal. Pemberian tanda-tanda pada ujung awal dan ujung akhir. Lihat gambar 1.19.



Gambar 1.19 Pemberian tanda-tanda pada ujung awal dan ujung akhir

c. Rangkuman 1

Sistem penyajian gambar dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti pensil gambar, pena gambar, kertas gambar, ukuran kertas, bidang permukaan kertas gambar, menyajikan gambar, garis dan huruf, serta pengaruh dari jenis garis hubung yang digunakan sesuai dengan kebutuhan.

Beberapa sifat pensil gambar diantaranya yaitu : sangat lunak (BB – 3B), lunak (2B – F), keras (H – 6F), dan sangat keras (7H – 10H).

Beberapa macam ukuran kertas gambar dengan perbandingan lebar dan panjang (1 : 2) dimulai dari A₀ (841 x 1189) mm sampai dengan A₆ (105 x 148) mm.

Macam-macam garis yang biasa digunakan sebagai penghubung antara dua titik (tempat) dapat dilakukan dengan jenis garis : hubung, banyak garis, dan garis tunggal.

d. Tugas 1

1. Buatlah sebuah garis tunggal dengan menggunakan macam-macam jenis pensil mulai dari sangat lunak, lunak, keras, dan sangat keras !
2. Gambarkan beberapa macam ukuran kertas gambar yang standar dari A₀ sampai dengan A₆ dengan menggunakan sebuah kertas gambar ukuran A₀ !

e. Test Formatif 1

1. Sebutkan dan jelaskan jenis-jenis pensil gambar yang banyak digunakan untuk keperluan menggambar teknik ?
2. Berapakan ukuran lebar dari sebuah kertas gambar yang mempunyai panjang 420 mm ? dan termasuk jenis kertas ukuran apa ?
3. Dimanakan penempatan title block atau etiket pada kertas gambar dengan jenis A3 – A0 ?
4. Sebutkan hal-hal apa saja yang penting untuk diperhatikan dalam menggambar huruf pada pembelajaran menggambar teknik ?
5. Berapakan perbandingan antara tinggi dan lebar huruf dalam menggambar teknik listrik ?

f. Kunci Jawaban 1

1. - Sangat lunak : BB – 3B;
- Lunak : 2B – F;
- Keras : H – 6 H;
- Sangat keras : 7H – 10H
2. lebarnya : 297 mm, dengan jenis kertas A3
3. Di bawah sebelah kanan
4. Mudah dibaca, seragam, dan layak untuk diperbanyak
5. lima berbanding tiga atau 5 : 3

g. Lembar Kerja 1

1. Alat dan bahan : macam-macam penggaris, macam-macam pensil, kertas gambar, penghapus, peruncing pensil, dan lain-lain
2. **Keselamatan kerja** : jas lab, sarung tangan, penerangan yang memadai, kerjakan sesuai instruction manual, patuhi prosedur kerja yang telah ditentukan, patuhi peraturan yang tercantum di lab atau tempat praktik.
3. **Langkah kerja** : tentukan peralatan-peralatan dan komponen-komponen yang akan dibutuhkan, buat rancangan diagram/gambar yang akan dilakukan, lakukan pembuatan gambar sesuai dengan rencana, pakailengkap dan peralatan yang telah tersedia, periksa dan teliti gambar yang telah dibuat, perbaiki dan rapikan sesuai dengan prosedur dan instruction yang berlaku, buat berita acara laporan pembuatan
4. **Laporan** : Kerjakan tugas sesuai dengan instruksi dan prosedur yang ada dan serahkan kepada petugas atau instruktur yang ada

KEGIATAN BELAJAR 2

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2 :

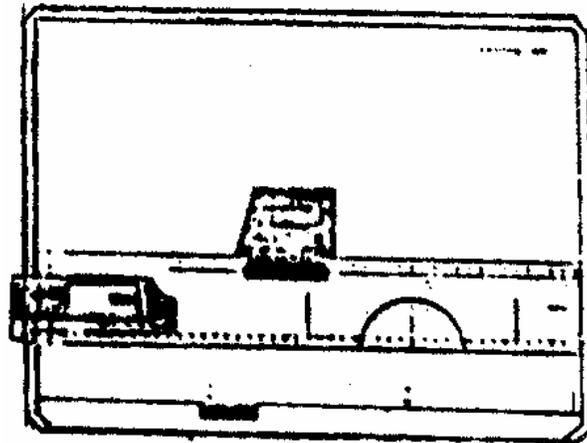
- Siswa mampu menjelaskan papan gambar dan perlengkapan sesuai dengan teknik pemasangan panel yang berlaku
- Siswa mampu menyiapkan papan gambar dan perlengkapannya sesuai dengan kebutuhan pemasangan panel
- Siswa mampu membedakan diagram, chart, dan tabel sesuai dengan teknik yang berlaku pada pemasangan panel transmisi
- Siswa mampu menyiapkan diagram, chart, dan tabel untuk pemasangan panel transmisi

b. Uraian Materi 2 :

PAPAN GAMBAR DAN PERLENGKAPANNYA

2.1 Papan Gambar

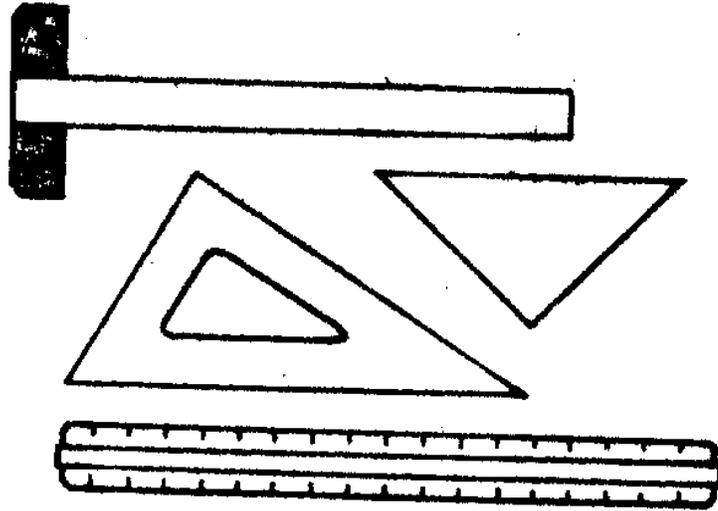
Untuk membuat gambar dengan ukuran kertas A₄ atau A₃ , maka dibutuhkan papan gambar seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.1 lebih menyenangkan.



Gambar 2.1 Contoh papan gambar yang akan digunakan

2.2 Perlengkapan Gambar

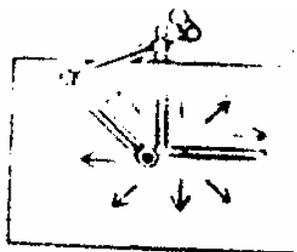
Gambar 2.2 memperlihatkan contoh perlengkapan gambar yang sederhana yang digunakan untuk menggambar teknik dengan hasil yang baik.



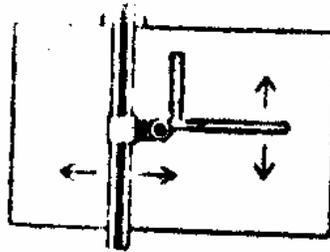
Gambar 2.2 Perlengkapan gambar sederhana

Gambar 2.2 dan gambar 2.3 memperlihatkan gambar dan perlengkapan untuk menggambar yang lebih besar.

Kelengkapan pada gambar 2.3 adalah model paralelogram biasa. Sedangkan gambar 2.4 adalah model yang baru dan umum, banyak digunakan dewasa ini.

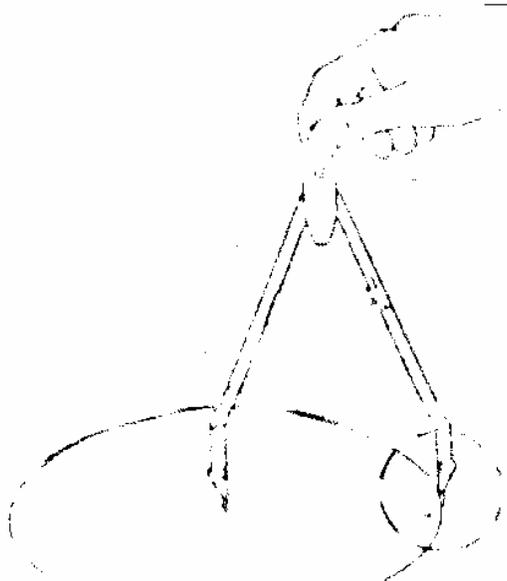


Gambar 2.3 Perlengkapan gambar yang lebih besar



Gambar 2.4 Perlengkapan model baru dan umum yang banyak digunakan dewasa ini

Perlengkapan menggambar yang lebih lengkap ialah dengan adanya sablon-sablon, huruf, simbol, lingkaran dan sebagainya. Adakalanya menggunakan jangka yang baik seperti diperhatikan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Jangka untuk menggambar

Uraian Materi 3 :

DIAGRAM, CHART, DAN TABEL

3.1 Pengertian Umum

Lembaran ini berdasarkan publikasi IEC (International Electrical Commission) No. 113 yang memuat tentang ketentuan, penggolongan dan saran-saran untuk persiapan menggambar teknik listrik.

Ketentuan :

Dalam menggambar listrik digunakan Diagram, Chart, dan table yang mana mempunyai ketentuan sbb :

a. Diagram

Diagram boleh memperlihatkan bagian dari bermacam-macam jaringan listrik, instalasi listrik, kelompok peralatan listrik yang saling berhubungan atau bersambungan.

b. Chart

Chart dapat dapat menggambarkan hubungan antara :

- ✍ Perbedaan kerja
- ✍ Kerja dan waktu
- ✍ Kerja dan jumlah yang dihasilkan
- ✍ Pernyataan dan beberapa bagian.

c. Table

Table adalah penempatan atau penambahan diagram atau chart.

3.2 Pengelompokan Diagram

Pengelompokan menurut tujuan digunakan untuk :

- ✍ Menerangkan diagram

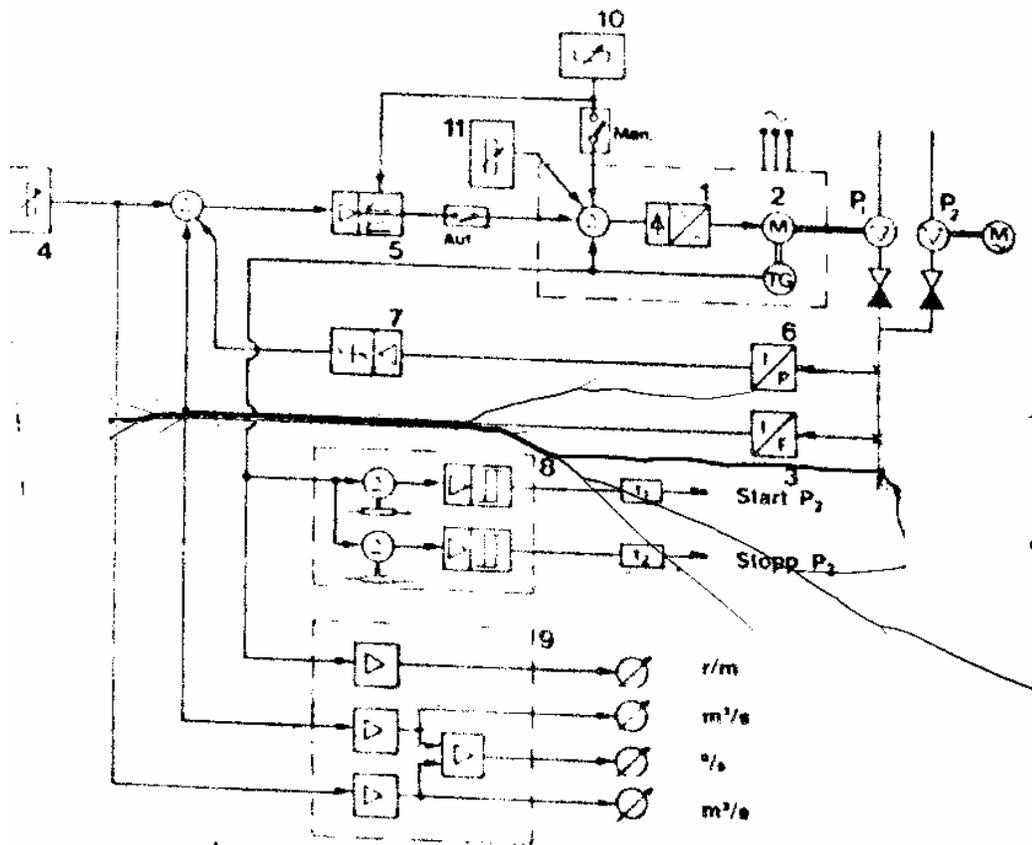
- ✍ Menerangkan grafik dan tabel
- ✍ Menerangkan diagram pengawatan
- ✍ Menerangkan diagram cetak.

Diagram merupakan cara untuk memerangkan suatu bab pelajaran, sehingga dapat mengerti fungsi dari tiap peralatan suatu instalasi.

Ada dua ketentuan dalam bab ini ialah :

a. Blok diagram.

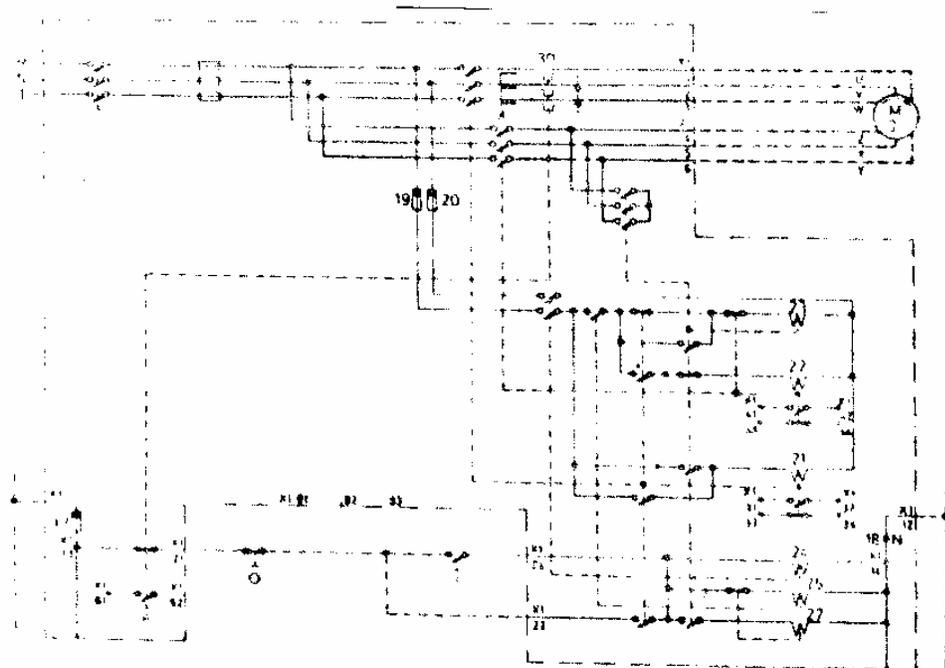
Diagram ini adalah diagram yang paling sederhana untuk dimengerti tentang prinsip bekerjanya. Dalam diagram ini instalasi atau equipmen dihubungkan bersama dengan digambarkan simbol-simbol, kotak atau gambar tanpa memperlihatkan titik sambung. Lihat gambar 3.1.



Gambar. 3.1 Equipment yang dihubungkan bersama tanpa titik sambung

b. Circuit diagram

Diagram ini menerangkan circuit /hubungan dari suatu peralatan secara terperinci. Hal ini ditunjukkan dengan simbol suatu instalasi tentang hubungan kelistrikan yang berhubungan dengan cara kerjanya.



Gambar. 3.2 Diagram circuit /hubungan dari suatu peralatan secara terperinci

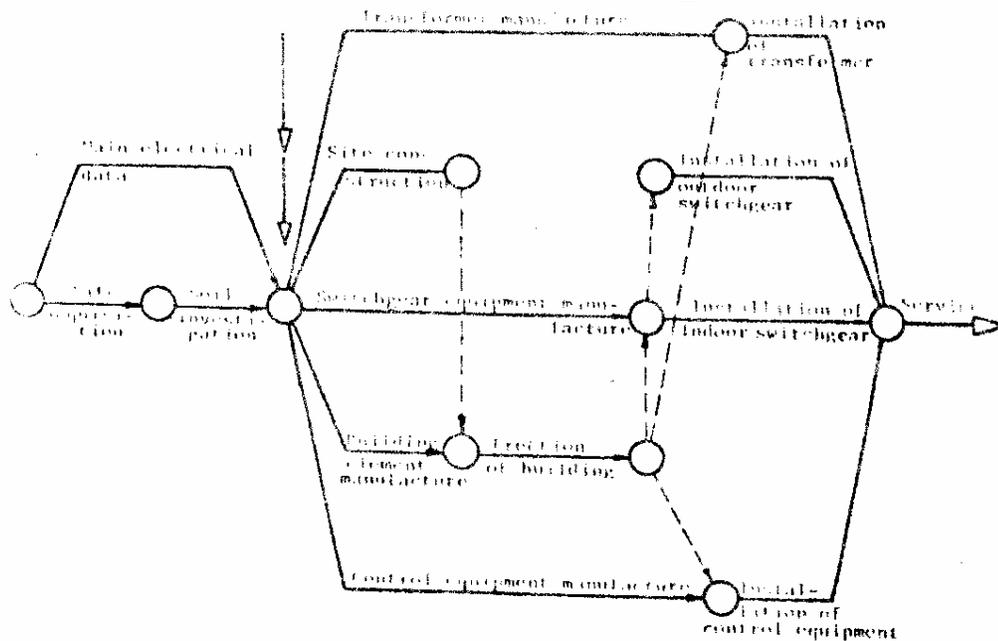
c. Menjelaskan chart atau tabel.

Chart atau tabel diperlukan untuk menjelaskan tentang diagram dan memberikan keterangan-keterangan tambahan.

Terdapat dua contoh, yaitu :

(1) *Urutan chart dan tabel.*

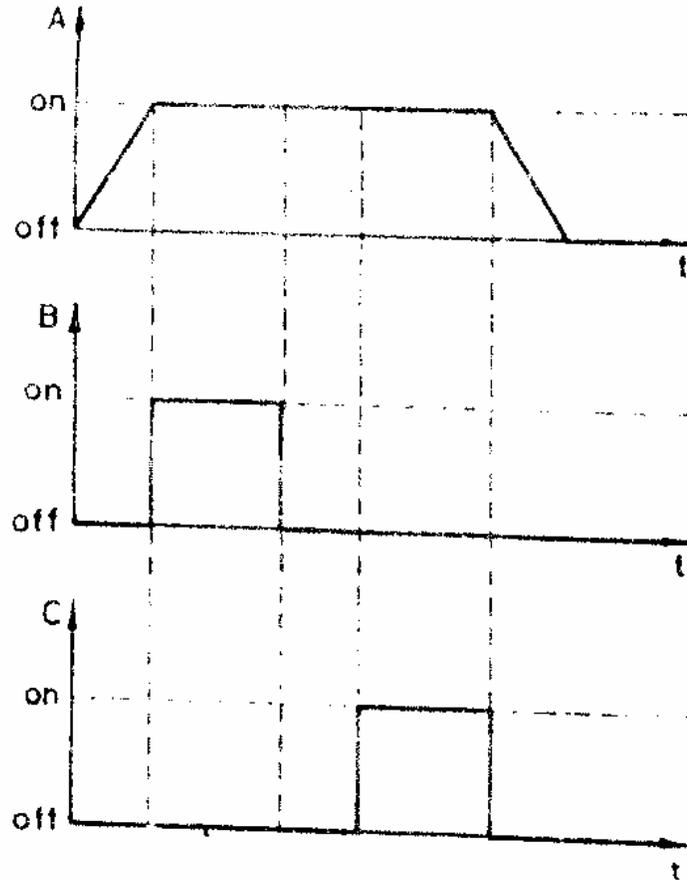
Memberikan keberhasilan kerja dalam perintah khusus. Lihat gambar 3.3



Gambar 3.3 Urutan chart dan tabel

(2) Urutan waktu chart dan tabel.

Menjelaskan hubungan kerja dengan waktu. Lihat gambar 3.4.



Gambar 3.4 Urutan waktu chart dan tabel

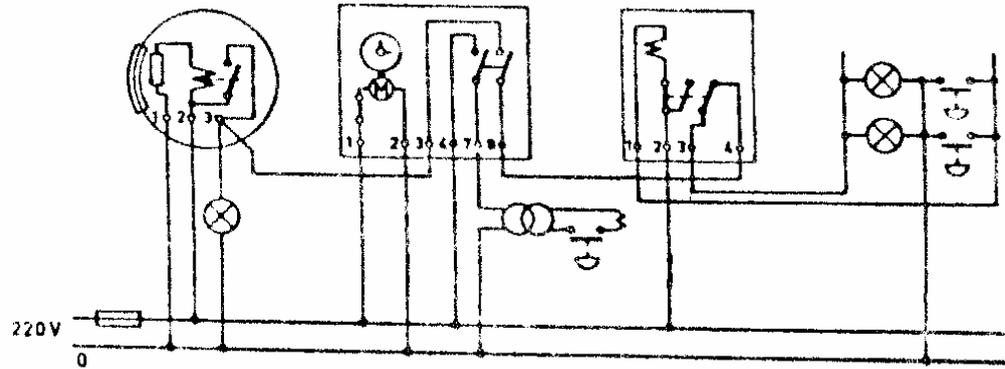
d. Diagram pengawatan atau daftar pengawatan

Diagram pengawatan diperlukan sebagai petunjuk dalam membuat dan memeriksa suatu hubungan pada suatu instalasi atau perlengkapan listrik.

Untuk peralatan listrik ditunjukkan hubungan dalam atau luarnya. Diagram juga menunjukkan bagian-bagian dari alat yang berbeda dan perlengkapannya misal terminal blok dan pengawatannya.

(1) Kesatuan diagram pengawatan

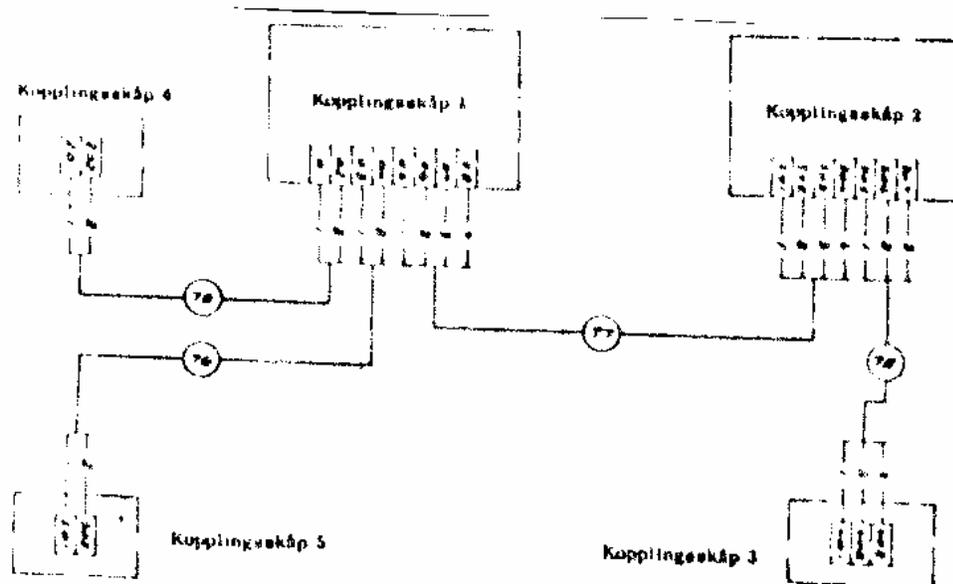
Diagram ini menunjukkan seluruh sambungan kesatuan dari suatu instalasi. Gambar 3.5 menunjukkan kesatuan diagram pengawatan



Gambar 3.5 Urutan waktu chart dan tabel

(2) Diagram sambungan timbal balik

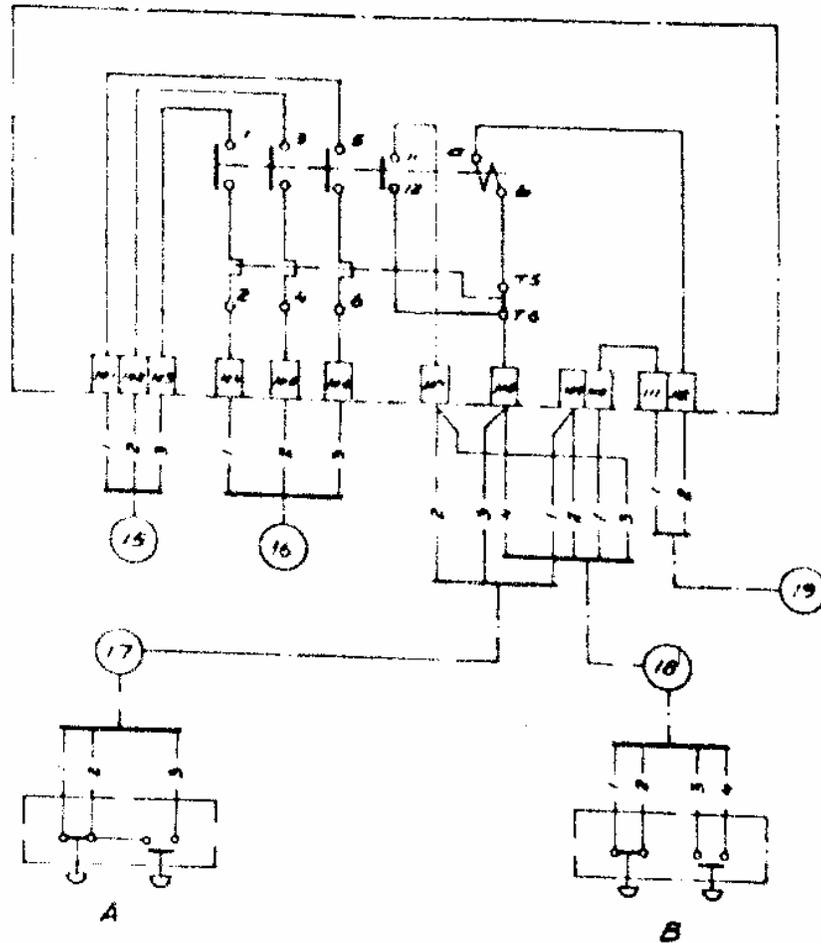
Diagram ini memperlihatkan hubungan antara unit-unit yang berlainan dalam sebuah instalasi



Gambar. 3.6 Diagram sambungan timbal balik

(3) Terminal diagram

Diagram ini memperlihatkan sambungan keluar atau kedalam dengan menggunakan terminal-terminal blok. Lihat gambar 3.7 menunjukkan terminal diagram.



Gambar 3.7 Terminal diagram

e. Diagram lokasi

Diagram lokasi memuat bagian-bagian keterangan tentang letak peralatan listrik misalnya terminal blok, stop kontak, modul-modul, dan sebagainya.

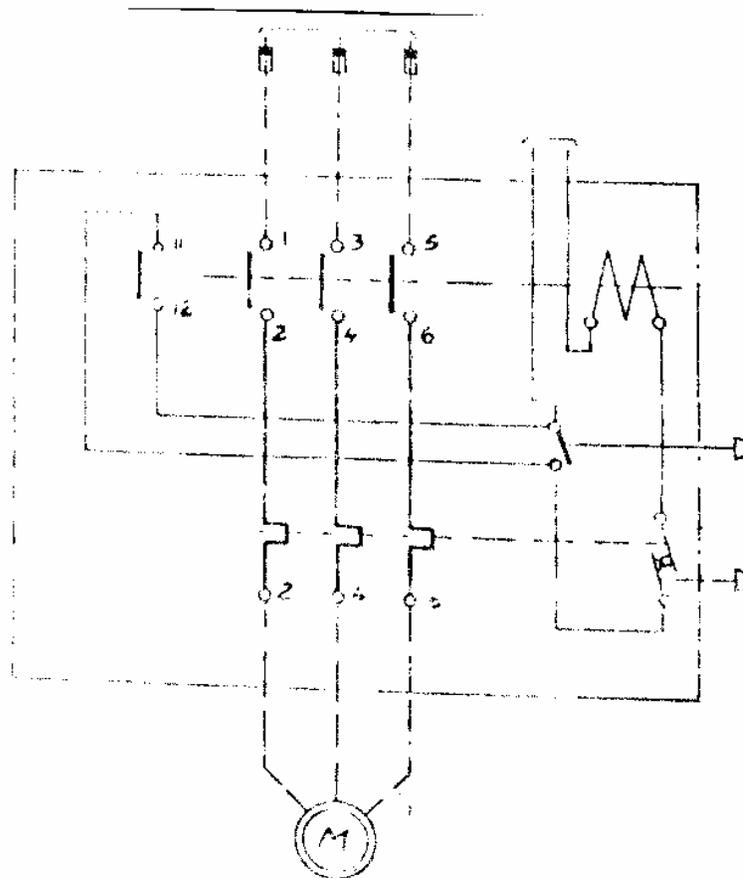
3.3 Pengelompokkan Berdasarkan Cara Penyajian

a. Cara penyajian dibedakan menjadi :

- ✍ Jumlah kawat, perlengkapan atau peralatan yang ditunjukkan oleh satu simbol.
- ✍ Pengaturan simbol yang menunjukkan element atau bagian dari perlengkapan listrik.
- ✍ Penempatan simbol sesuai dengan lay out dari gambar nyata.

b. Jumlah kawat

- ✍ Sesuai dengan jumlah penghantar dari peralatan listrik yang ditunjukkan dengan pengawatan tunggal, dapat diberikan dua cara penyajian.
 - a. Penyajian garis tunggal. Dua atau lebih penghantar dapat digambarkan dengan garis tunggal. Seperti dijelaskan pada gambar 3.8.
 - b. Penyajian dengan garis banyak. Tiap kawat digambar oleh garisnya sendiri.

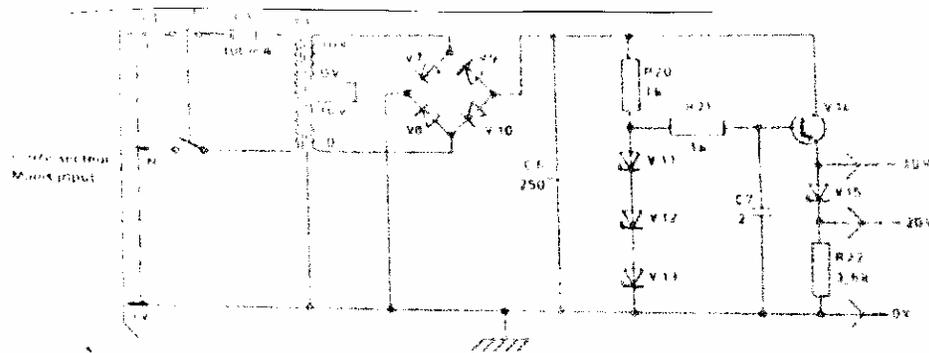


Gambar.3.8 Penyajian garis tunggal

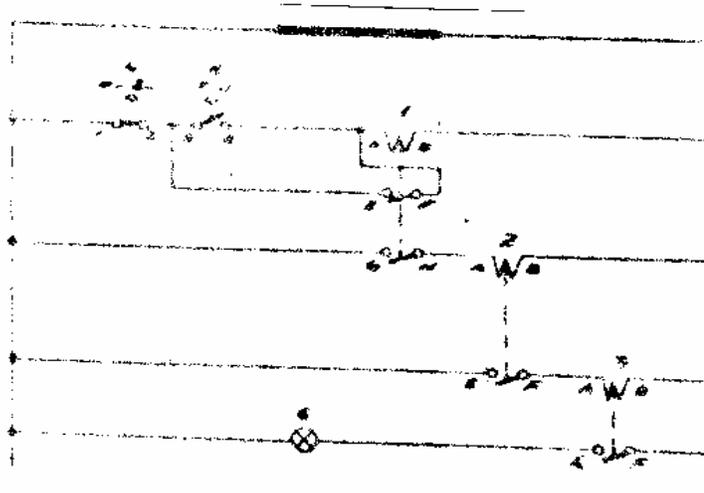
c. Mengatur simbol-simbol

Berdasarkan pengaturan penyajian simbol-simbol dari bagian atau peralatan listrik, terdapat beberapa cara penyajian.

1. Penyajian merakit. Simbol-simbol untuk bagian yang berbeda dari suatu perlengkapan atau instalasi, digambarkan berdekatan seperti pada gambar 3.9.
2. Penyajian semi assembled (Setengah merakit). Simbol untuk bagian-bagian yang berbeda dari sebuah peralatan listrik atau instalasi, dipisahkan, dan diatur sedemikian rupa, sehingga antara simbol-simbol mekanik dan bagian yang bekerja bersamaan dapat digambar dengan mudah. Gambar 3.9

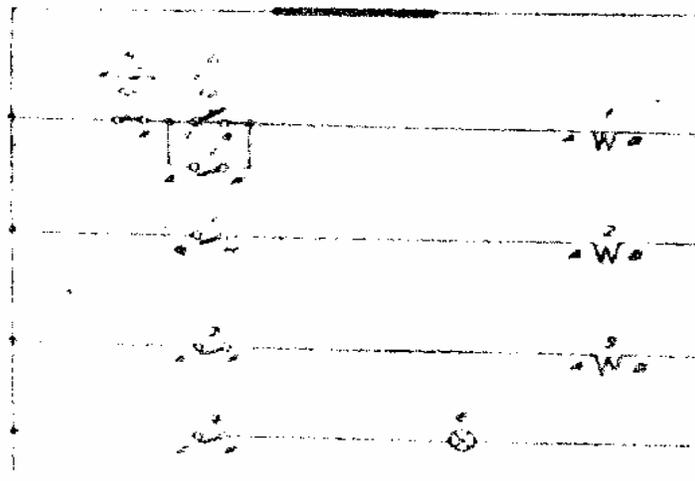


Gambar 3.9 Pengaturan simbol



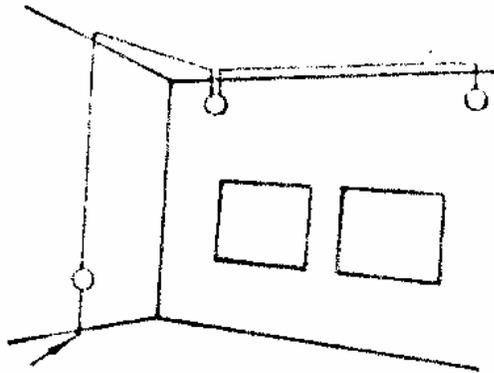
Gambar 3.10 Penyajian semi assembled

3. Penyajian yang terpisah. Simbol-simbol untuk bagian-bagian yang berbeda dari suatu peralatan listrik, dipisahkan dan diatur sedemikian rupa sehingga rangkaian mudah diikuti.



Gambar 3.11 Penyajian Terpisah

4. Topographical representation. Letak dari simbol pada diagram ini harus seluruhnya diperlihatkan (Gambar nyata). Ikutilah contoh gambar nyata yang dapat digunakan ialah : diagram pengawatan, diagram arsitektur, dan diagram jala-jala.



Gambar 3.12 Topographical representation

d. Ukuran kertas

Seyogyanya ukuran kertas yang digunakan berdasarkan standar Internasional ialah serie A. Ukuran kertas dapat dipilih setelah mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut :

- ? Isi dan kekomplekkan perencanaan
- ? Tingkat pengetahuan siswa yang menggunakannya
- ? Sedapat mungkin menggunakan ukuran kecil, dengan jumlah lembar yang cukup banyak
- ? Keperluan pengarsipan
- ? Keperluan pengecilan & reproduksi
- ? Keperluan perencanaan komputer.

Semua sheets dokumen harus diberi nomer yang berurutan.

Pemakaian gambar-gambar simbol

1. Terdapat bermacam-macam perbedaan gambar simbol menurut IEC publication No. 117 disarankan macam-macam simbol misalnya :

- ? Untuk bab (pasal) : simbol-simbol blok, simbol-simbol yang komplit.
- ? Untuk simbol-simbol bagian : Umum, kualitas dan simbol-simbol tambahan.

Dalam beberapa hal, ada perbedaan bentuk simbol.

- ? Bentuk yang sederhana dan complete
 - Untuk diagram; garis tunggal, garis banyak.

3.4 Diagram Rangkaian

Tujuan : dapat menggambarkan diagram rangkaian, lengkap dengan simbol-simbol serta mengikuti petunjuk umum.

Diagram rangkaian harus :

- ? Menerangkan fungsi dari peralatan listrik atau bagian-bagiannya, bila perlu dengan keterangan/uraian atau tambahan.
- ? Melengkapi data-data dalam mempersiapkan rangkaian diagram atau daftar.
- ? Kesempatan memeriksa dan tempat-tempat terjadinya kesalahan. Tambahan dokument misalnya: buku-buku petunjuk, pengawatan, diagram lokasi atau daftar dapat diselipkan.

Isi diagram rangkaian

Diagram rangkaian harus menggambarkan simbol-simbol gambar, sambungan kelistrikan serta fungsi kekhususan dengan tidak terpengaruh oleh ukuran sebenarnya, bentuk atau letak dari pada bagian itu.

Diagram harus cocok dengan rangkaian fungsinya.

Penyederhanaan diizinkan dalam beberapa hal :

- a. Garis tunggal dapat sebagai pengganti seluruh rangkaian atau bagian bila hal ini berguna dalam tujuan-tujuan tertentu.
- b. Bagian dari diagram rangkaian dapat diganti dengan diagram blok atau dengan garis lurus demi ruangan untuk memberikan penjelasan. Dalam hal ini buku-buku petunjuk dilampirkan guna memberikan keterangan-keterangan yang terperinci dari diagram rangkaian.
- c. Bila rangkaian khusus perlu diulang. Hal ini lebih sempurna bila ditunjukkan rangkaian terperinci dengan petunjuk penempatan pada rangkaian lain.
- d. Bila rangkaian lain diperlukan untuk menerangkan rangkaian yang bersangkutan, hal ini dapat diperlihatkan dalam bentuk-bentuk yang sederhana dengan menggunakan dengan buku-buku petunjuk yang ada hubungannya dengan diagram.

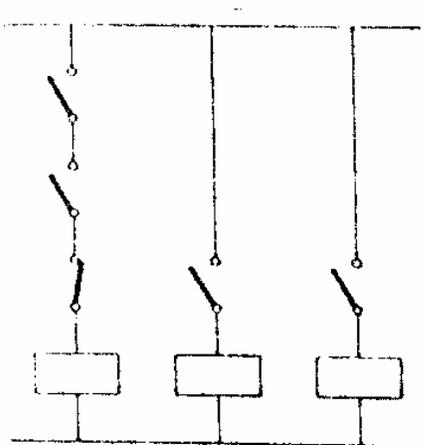
Petunjuk Umum Yang Prinsip

Lay out

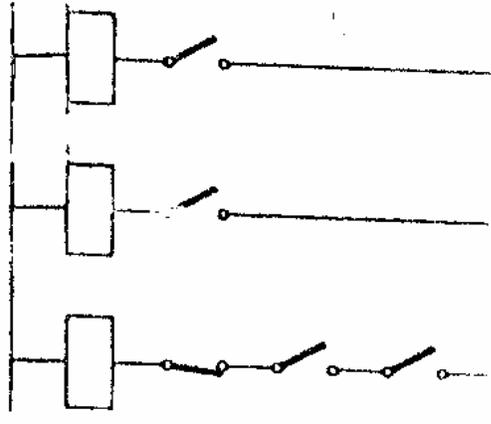
Hal yang perlu diperhatikan dalam mempersiapkan rangkaian diagram adalah memindahkan layout yang jelas dengan keterangan yang diperlukan.

Garis yang menunjukkan kawat pada diagram harus lurus dengan sedikit menggaris dengan simpang siur.

Rangkaian khusus dapat digambarkan tegak lurus atau melintang. Lihat gambar 3.13 dan 3.14.



Gambar. 3.13 Rangkaian tegak lurus



Gambar 3.14 Rangkaian melintang

Pengelompokan alat yang berfungsi.

Hal ini disarankan bahwa simbol untuk rangkaian elemen berdasarkan pada fungsinya, tidak harus pada susunan dan satuan yang sama. Bila mungkin dalam pengelompokan ini diatur urutannya.

Rangkaian selayaknya digambar berurutan dari kiri ke kanan atau dari atas ke bawah.

3.5 Simbol-Simbol Listrik

Teori Umum

Lembaran berikut ini menerangkan grafik simbol menurut 4 standar yang berbeda-beda, yaitu German, Inggris, Amerika/Kanada dan simbol Internasional, sehingga dapat suatu perbandingan antara ke-empat standar simbol tersebut. Pada buku teknik terutama buku Teknik Elektronika dan Listrik, sering ditemui penggunaan simbol yang berbeda-beda, dan yang diterangkan pada lembaran berikut adalah yang sering digunakan baik pada peralatan industri maupun instalasi.

Walaupun demikian dalam menggambar atau membuat diagram dianjurkan menggunakan simbol Internasional, sebagai mana yang telah digariskan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

Simbo-simbol yang dikemukakan berikut ini, dikutip dari buku “ *HOW TO READ GERMAN SCHEMATIC DIAGRAMS* “, edisi ketiga.

Catatan : Tanda = berarti simbol yang digunakan sama dengan simbol German

c. Rangkuman 2

Dalam menggambar teknik, dibutuhkan papan gambar dan beberapa perlengkapan lain seperti macam-macam penggaris, macam-macam sablon huruf, sablon simbol, lingkaran, jangka, dan lain-lain.

Diagram adalah bagian yang dapat memperlihatkan bermacam-macam jaringan listrik, instalasi listrik, kelompok peralatan listrik yang saling berhubungan atau bersambungan.

Chart adalah sesuatu yang dapat menggambarkan hubungan antara : perbedaan kerja, kerja dan waktu, kerja dan jumlah yang dihasilkan, serta pernyataan dan beberapa bagian.

Table adalah penempatan atau penambahan diagram atau chart.

Pengelompokkan diagram menurut tujuan, digunakan untuk : menerangkan diagram, menerangkan grafik dan tabel, menerangkan diagram pengawatan, serta menerangkan diagram cetak. Selain pengelompokan berdasarkan diagram, juga dapat dibedakan berdasarkan : cara penyajiannya, jumlah kawat, pengaturan simbol, dan ukuran kertas.

d. Lembaran Tugas 2

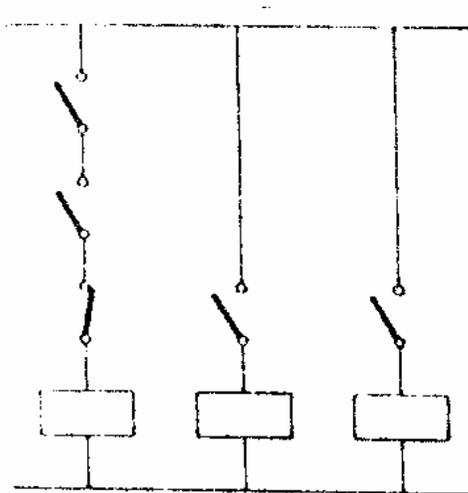
1. Siapkan papan gambar dan perlengkapan-perengkapan lain yang dibutuhkan untuk keperluan menggambar teknik !
2. Buatlah macam-macam gambar diagram yang dapat digunakan untuk membedakan diagram, grafik dan tabel, pengawatan, dan cetak !
3. Buatlah contoh perencanaan gambar diagram instalasi listrik untuk pelaksanaan rumah tinggal yang sederhana !
4. Buatlah contoh-contoh untuk pembuatan sebuah diagram, chart dan tabel pada sebuah kertas gambar dengan ukuran A3 !

e. Test Formatif 2

1. Sebutkan perlengkapan apa saja yang dibutuhkan dan harus disiapkan oleh seorang siswa dalam mengikuti pembelajaran menggambar teknik ?
2. Jelaskan apa perbedaan antara diagram, chart, dan tabel ?
3. Sebutkan cara-cara penyajian untuk mengatur simbol-simbol yang akan digunakan dalam menggambar teknik listrik ?
4. Sebutkan unsur-unsur apa saja yang terdapat dalam penyajian topographical representation ?
5. Buatlah gambar contoh rangkaian untuk menjelaskan gambar rangkaian tegak lurus ?

f. Kunci Jawaban 2

1. Papan gambar, macam-macam penggaris, macam-macam sablon : huruf, simbol, lingkaran, jangka, penghapus, pensil gambar, kertas gambar, dan lain-lain.
2. *Diagram* adalah bagian yang dapat memperlihatkan bermacam-macam jaringan listrik, instalasi listrik, kelompok peralatan listrik yang saling berhubungan atau bersambungan. *Chart* adalah sesuatu yang dapat menggambarkan hubungan antara : perbedaan kerja, kerja dan waktu, kerja dan jumlah yang dihasilkan, serta pernyataan dan beberapa bagian. Sedangkan *Table* adalah penempatan atau penambahan diagram atau chart.
3. Dengan cara : penyajian merakit simbol-simbol dan perlengkapan, penyajian setengah merakit (semi assembled), penyajian terpisah, dan topographical representation.
4. Diagram pengawatan, diagram arsitektur, dan diagram jala-jala.
5. Rangkaian tegak lurus :



Gambar Rangkaian tegak lurus

g. Lembaran Kerja 2

1. **Alat dan bahan** : macam-macam penggaris, macam-macam pensil, kertas gambar, penghapus, peruncing pensil, gambar denah rumah sederhana, dan lain-lain
2. **Keselamatan kerja** : jas lab, sarung tangan, penerangan yang memadai, kerjakan sesuai instruction manual, patuhi prosedur kerja yang telah ditentukan, patuhi peraturan yang tercantum di lab atau tempat praktik.
3. **Langkah kerja** : tentukan peralatan-peralatan dan komponen-komponen yang akan dibutuhkan, buat rancangan diagram/gambar yang akan dilakukan, lakukan pembuatan gambar sesuai dengan rencana, pakailengkap dan peralatan yang telah tersedia, periksa dan teliti gambar yang telah dibuat, perbaiki dan rapikan sesuai dengan prosedur dan instruction yang berlaku, buat berita acara laporan pembuatan
4. **Laporan** : Kerjakan tugas sesuai dengan instruksi dan prosedur yang ada dan serahkan kepada petugas atau instruktur yang ada

III. EVALUASI

PERTANYAAN :

1. Sebutkan macam-macam garis penghubung yang banyak digunakan dalam menggambar teknik listrik ?
2. Gambarkan contoh garis kelompok dengan ujung yang diberi tanda ?
3. Hal-hal apa saja yang harus dipertimbangkan dalam memilih ukuran kertas yang akan digunakan untuk keperluan menggambar teknik ?
4. Jelaskan apa tujuan dari diadakan diagram rangkaian ?
5. Buatlah gambar contoh rangkaian untuk menjelaskan gambar rangkaian melintang ?

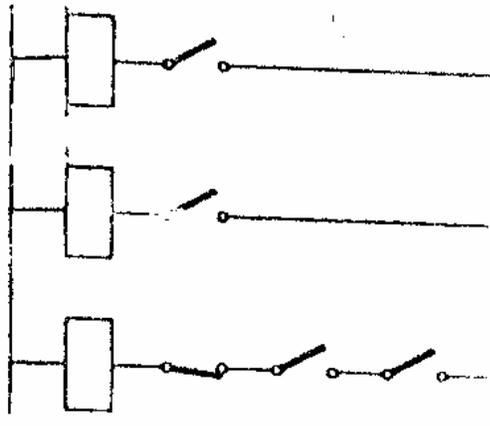
KUNCI JAWABAN :

1. Garis hubung, garis tunggal, dan garis banyak atau garis kelompok.
2. Contoh garis kelompok yang diberi tanda pada kedua ujungnya adalah sebagai berikut :



3. Diantaranya : isi dan kekomplekan perencanaan; tingkat pengetahuan siswa yang menggunakannya; sedapat mungkin menggunakan ukuran kecil, dengan jumlah lembar yang cukup banyak; keperluan pengarsipan; keperluan pengecilan & reproduksi; dan keperluan perencanaan komputer.
4. Untuk : menerangkan fungsi dari peralatan listrik atau bagian-bagiannya, bila perlu dengan keterangan/uraian atau tambahan; melengkapi data-data dalam mempersiapkan rangkaian diagram atau daftar; kesempatan memeriksa dan tempat-tempat terjadinya kesalahan. Tambahan dokument misalnya: buku-buku petunjuk, pengawatan, diagram lokasi atau daftar dapat diselipkan.

5.



Gambar Rangkaian melintang

IV. PENUTUP

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

DAFTAR PUSTAKA

Forcev, B.M, 1983, *Material for Electrical Engineering*, Khana Publisher, New Delhi

Firth, C.B., and Lowe, J.F., 1979, *Electrical Drawing*, Mc Graw-Hill Company (UK) Limited

International Standard Organization (ISO), *R-216*

Luzadder, W. J, 1983, *Menggambar Teknik*, (edisi kedelapan), Erlangga, Jakarta.

....., *Internasional Elektroteknik Commition*

....., 1987, *Gambar Listrik*, PPPG Teknologi, Bandung

....., 1979, *Menggambar Listrik*, Direktorat Pendidikan Menegah dan Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta

....., *How To Read German Schematic Diagrams*, edisi ketiga.

....., *Engineering 1 Basic Course*, workbook, Deutsche Gesellschaft, fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.