

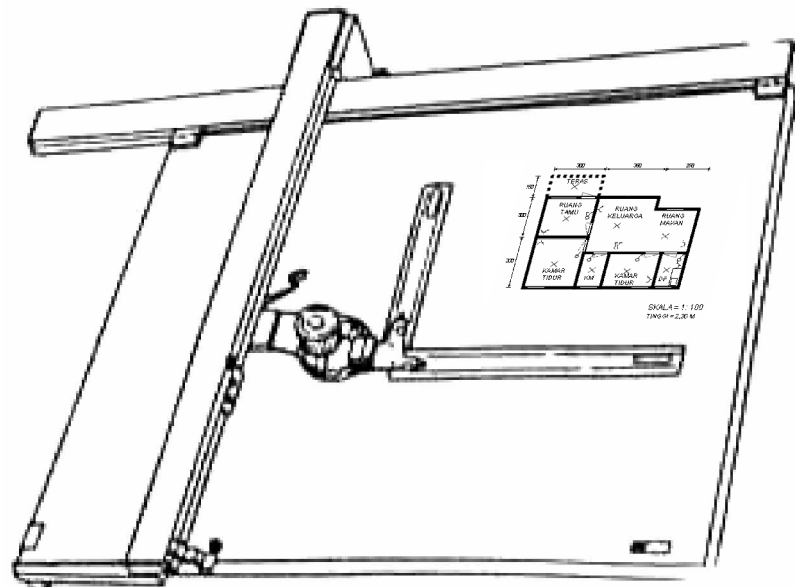
KODE MODUL

TU.002



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN  
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK TRANSMISI  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK JARINGAN AKSES PELANGGAN

## Teknik Gambar Listrik



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
2003

## KATA PENGANTAR

---

Modul "Teknik Gambar Listrik" merupakan bahan ajar panduan praktikum peserta diklat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) untuk membentuk salah satu bagian dari kompetensi pada Bidang Keahlian Teknik Telekomunikasi.

Modul ini membahas jenis dan macam peralatan gambar, standarisasi gambar serta interpretasi gambar teknik elektronika. Modul ini terdiri dari 4 (empat) kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 berisi jenis dan macam peralatan gambar. Kegiatan belajar 2 tentang standarisasi yang terdapat pada gambar teknik. Kegiatan belajar 3 tentang gambar teknik listrik dan teknik elektronika. Kegiatan belajar 4 tentang interpretasi gambar teknik elektronika.

Yogyakarta, Desember 2003

Penyusun.

Tim Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta

# DAFTAR ISI MODUL

---

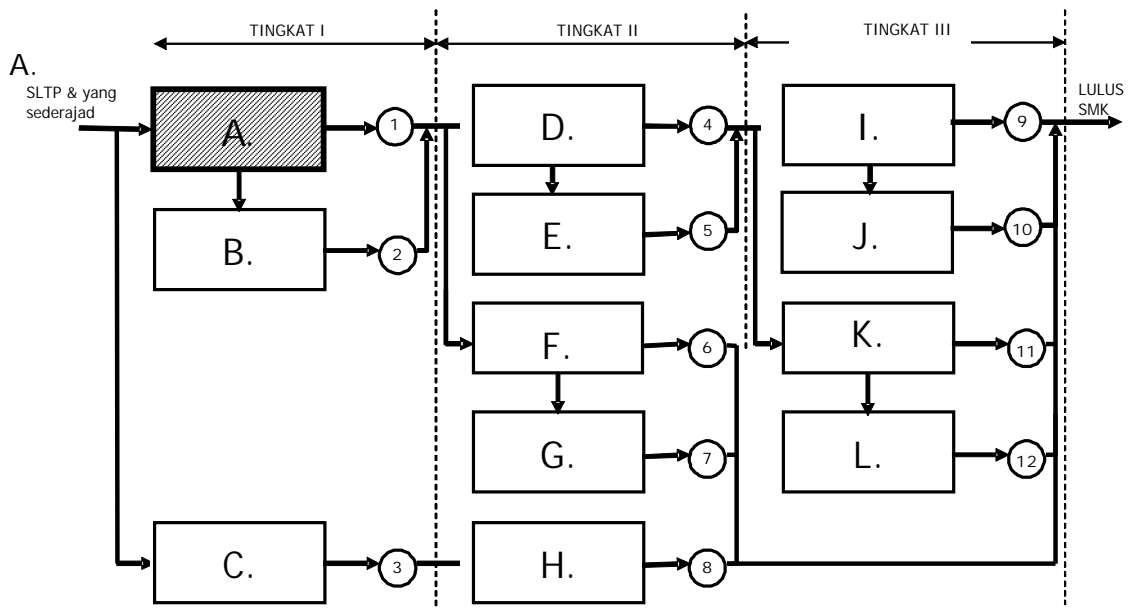
	Halaman
HALAMAN DEPAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
PETA KEDUDUKAN MODUL .....	v
PERISTILAHAN/ GLOSSARY .....	vii
I. PENDAHULUAN .....	1
A. DESKRIPSI JUDUL .....	1
B. PRASARAT .....	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....	2
1. Petunjuk bagi Peserta Diklat .....	2
2. Peran Guru .....	3
D. TUJUAN AKHIR .....	3
E. KOMPETENSI .....	4
F. CEK KEMAMPUAN .....	5
II. PEMBELAJARAN .....	6
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT .....	6
B. KEGIATAN BELAJAR .....	7
1. Kegiatan Belajar 1 : Jenis dan Macam Peralatan Gambar...	7
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran .....	7
b. Uraian Materi 1 .....	7
c. Rangkuman 1 .....	22
d. Tugas 1 .....	22
e. Tes Formatif 1 .....	22
f. Kunci Jawaban Formatif 1 .....	22
g. Lembar Kerja 1 .....	23
2. Kegiatan Belajar 2: Standarisasi Gambar Teknik .....	25
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran .....	25
b. Uraian Materi 2 .....	25

c.	Rangkuman 2 .....	37
d.	Tugas 2 .....	37
e.	Tes Formatif 2 .....	37
f.	Kunci Jawaban Formatif 2 .....	37
g.	Lembar Kerja 2 .....	38
3.	Kegiatan Belajar 3: Gambar Teknik Listrik dan Teknik Elektronika .....	41
a.	Tujuan Kegiatan Pembelajaran .....	41
b.	Uraian Materi 3 .....	41
c.	Rangkuman 3 .....	51
d.	Tugas 3 .....	51
e.	Tes Formatif 3 .....	51
f.	Kunci Jawaban Formatif 3 .....	51
g.	Lembar Kerja 3 .....	53
4.	Kegiatan Belajar 4: Interpretasi Gambar Teknik Elektronika.....	55
a.	Tujuan Kegiatan Pembelajaran .....	55
b.	Uraian Materi 4 .....	55
c.	Rangkuman 4 .....	57
d.	Tugas 4 .....	57
e.	Tes Formatif 4 .....	57
f.	Kunci Jawaban Formatif 4 .....	62
g.	Lembar Kerja 4 .....	69
III.	EVALUASI .....	72
A.	PERTANYAAN .....	72
B.	KUNCI JAWABAN .....	73
C.	KRITERIA PENILAIAN .....	74
IV.	PENUTUP .....	75
	DAFTAR PUSTAKA .....	76

# PETA KEDUDUKAN MODUL

## A. Diagram Pencapaian Kompetensi

Diagram ini menunjukkan tahapan urutan pencapaian kompetensi yang dilatihkan pada peserta diklat dalam kurun waktu tiga tahun. Modul Teknik Dasar Motor Diesel merupakan salah satu dari 9 modul untuk membentuk kompetensi Mengoperasikan Peralatan Telekomunikasi Konsumen (blok A).

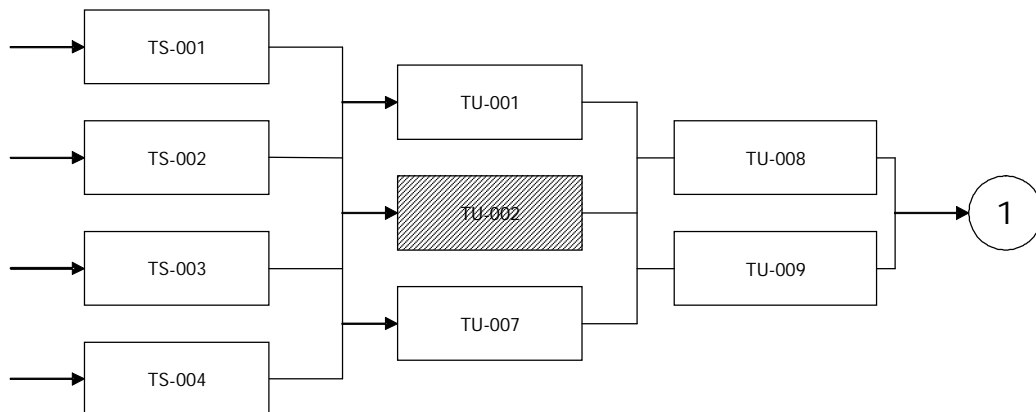


Keterangan :

- A. : Mengoperasikan peralatan: telekomunikasi konsumen
- B. : Memelihara peralatan: telekomunikasi konsumen
- C. : Mengoperasikan peralatan pendukung: transmisi/ jaringan akses
- D. : Mengoperasikan peralatan: transmisi radio terestrial/ jaringan lokal akses tembaga
- E. : Memelihara peralatan: transmisi radio terestrial/ jaringan lokal akses tembaga
- F. : Mengoperasikan peralatan: transmisi optik/ jaringan lokal akses radio
- G. : Memelihara peralatan: transmisi optik/ jaringan lokal akses radio
- H. : Memelihara peralatan: pendukung transmisi/ jaringan akses
- I. : Mengoperasikan peralatan: transmisi seluler/ jaringan telekomunikasi akses fiber
- J. : Memelihara peralatan: transmisi seluler/ jaringan lokal akses fiber
- K. : Mengoperasikan peralatan: transmisi satelit/ jaringan lokal akses xDSL
- L. : Memelihara peralatan: transmisi satelit/ jaringan lokal akses xDSL

## B. Kedudukan Modul

Modul dengan kode TU-002 ini, bersama modul TU-001 dan TU-007, merupakan prasyarat untuk menempuh modul TU-008 atau TU-009.



Keterangan :

- TS-001 Dasar Elektronika Analog dan Digital
- TS-002 Dasar Rangkaian Listrik
- TS-003 Alat Ukur dan Teknik Pengukuran
- TS-004 Pengantar Teknik Telekomunikasi
- TU-001 Peraturan Instalasi Listrik
- TU-002 Teknik Gambar Listrik
- TU-007 Teknik Jaringan Listrik
- TU-008 Teknik instalasi CPE (HP, Parabola)
- TU-009 Teknik Instalasi kabel Rumah/Gedung

## PERISTILAHAN/GLOSSARY

---

CAD (Computer Aided Design) adalah pembuatan gambar atau desain teknik dengan komputer.

Mesin gambar adalah alat yang dilengkapi dengan mekanisme gerak sejajar yang terdiri 4 batang penghubung yang dapat menggantikan alat-alat gambar konvensional.

Standarisasi gambar teknik adalah peraturan dalam pembuatan gambar teknik untuk menghindari salah tafsir.

Skala adalah perbandingan ukuran linear pada gambar terhadap ukuran linear dari benda sebenarnya.

Bahasa Teknik (bahasa untuk sarjana teknik) adalah alat untuk menyatakan ide seorang sarjana teknik yang berupa gambar.

Sistem gambar satu-satu adalah jenis gambar dimana suatu benda digambar pada satu lembar kertas gambar, dan biasanya digunakan untuk merencanakan proses kerja, cara produksi, pembukuan dan sebagainya.

Sistem gambar kelompok yaitu jenis gambar dimana beberapa benda digambar pada satu lembar kertas gambar, dan biasanya banyak digunakan karena mudah untuk menunjuk kembali hubungan-hubungan antara gambar yang satu dengan yang lain.

Gambar berlembar banyak yaitu jenis gambar dimana sebuah benda digambar pada beberapa lembar kertas gambar, dan biasanya digunakan jika benda yang digambar cukup rumit dan tidak mungkin digambar dalam satu lembar kertas.

Interpretasi gambar teknik adalah tafsiran atau terjemahan dari suatu gambar teknik agar gambar tersebut dapat dibaca, dipasang, dioperasikan atau dikomunikasikan oleh pihak-pihak tertentu.

# BAB I

## PENDAHULUAN

---

### A. DESKRIPSI JUDUL

Modul ini membahas jenis dan macam peralatan gambar yang digunakan di dalam proses menggambar gambar teknik, standarisasi gambar dan interpretasi gambar teknik elektronika. Modul ini terdiri dari 4 (empat) kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 berisi jenis dan macam peralatan gambar yang sesuai standar dan sering digunakan. Kegiatan belajar 2 berisi standarisasi yang terdapat pada gambar teknik. Kegiatan belajar 3 berisi gambar teknik listrik dan teknik elektronika. Kegiatan belajar 4 berisi interpretasi gambar teknik elektronika.

Dengan menguasai modul ini peserta diklat mampu mengoperasikan peralatan gambar, menggambar dengan standarisasi gambar teknik listrik dan teknik elektronika, serta dapat menginterpretasikan gambar teknik listrik dan teknik elektronika.

### B. PRASYARAT

Modul Teknik Gambar Listrik merupakan modul awal yang tidak memerlukan prasyarat bagi peserta diklat.



## C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

### 1. Petunjuk bagi Peserta Diklat

- a. Langkah-langkah belajar yang ditempuh
  - 1) Siapkan alat dan bahan!
  - 2) Bacalah dengan seksama uraian materi pada setiap kegiatan belajar!
  - 3) Cermatilah langkah-langkah kerja pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan, bila belum jelas tanyakan pada instruktur!
  - 4) Buatlah sudut keterangan gambar(stucklyst) lebih dahulu sebelum mulai menggambar !
  - 5) Kembalikan semua peralatan praktik yang digunakan!
- b. Perlengkapan yang Harus Dipersiapkan
  - 1) Unit mesin/meja gambar
  - 2) Penggaris
  - 3) Sablon huruf, bentuk (geometri), simbol
  - 4) Pensil
  - 5) Rapido
  - 6) Kertas gambar
  - 7) Alat lain: penghapus, busur, jangka, pita isolasi, dsb.
- c. Hasil Pelatihan

Peserta diklat mampu:

  - 1) Mengoperasikan peralatan gambar.
  - 2) Menggambar dengan standarisasi gambar teknik listrik dan teknik elektronika.
  - 3) Menginterpretasikan gambar teknik listrik dan teknik elektronika.

## 2. Peran Guru

Guru harus menyiapkan rancangan strategi pembelajaran yang mampu mewujudkan peserta diklat terlibat aktif dalam proses pencapaian/ penguasaan kompetensi yang telah diprogramkan. Penyusunan rancangan strategi pembelajaran mengacu pada kriteria unjuk kerja (KUK) pada setiap subkompetensi yang ada dalam GBPP.

## D. TUJUAN AKHIR

Peserta diklat dapat menguasai gambar teknik berdasar standar gambar teknik listrik dan teknik elektronika.

## E. KOMPETENSI

Sub Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
			Sikap	Pengetahuan	Ketrampilan
1	2	3	4	5	6
Menguasai gambar elektronika	Menggambar teknik berdasar standar gambar teknik listrik dan teknik elektronika	Menggambar teknik listrik dan teknik elektronika	ketepatan, ketelitian, dan kerapian dalam proses dan hasil gambar teknik listrik dan elektronika Kemampuan menginterpretasikan gambar teknik elektronika	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Jenis dan macam peralatan gambar</li> <li>· Standarisasi gambar teknik</li> <li>· Gambar teknik listrik dan teknik elektronika</li> <li>· Interpretasi gambar teknik elektronika</li> </ul>	<p>Mengoperasikan peralatan gambar</p> <p>Menggambar dengan standarisasi gambar teknik listrik dan teknik elektronika</p> <p>Mengintrepretasikan gambar teknik listrik dan teknik elektronika</p>

## F. CEK KEMAMPUAN

Untuk mengetahui kemampuan awal yang telah dimiliki, maka isilah cek list (√) seperti pada tabel di bawah ini dengan sikap jujur dan dapat dipertanggung jawabkan.

Sub Kompetensi	Pernyataan	Saya dapat Melakukan Pekerjaan ini dengan Kompeten		Bila Jawaban "Ya" Kerjakan
		Ya	Tidak	
Menguasai instalasi kabel rumah/ gedung (IKR/ G)	1. Mengoperasikan peralatan gambar			Tes Formatif 1
	2. Menggambar dengan standarisasi gambar teknik			Tes Formatif 2
	3. Menggambar menggunakan simbol-simbol listrik dan elektronika			Tes Formatif 3
	4. Menginterpretasikan gambar teknik listrik maupun gambar teknik elektronika			Tes Formatif 4

Apabila anda menjawab TIDAK pada salah satu pernyataan di atas, maka pelajarilah modul ini.

## BAB II PEMBELAJARAN

---

### A. RENCANA PEMBELAJARAN PESERTA DIKLAT

Kompetensi : Mengoperasikan Peralatan Telekomunikasi Konsumen (CPE-  
Customer Premises Equipment)

Sub Kompetensi : Menguasai gambar elektronika

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Jenis dan macam peralatan gambar					
Standarisasi gambar teknik					
Gambar teknik listrik dan teknik elektronika					
Interpretasi gambar teknik elektronika					

## B. KEGIATAN BELAJAR

### 1. Kegiatan Belajar 1: Jenis dan Macam Peralatan Gambar

#### a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi kegiatan belajar satu ini peserta diklat dapat mengidentifikasi jenis dan macam peralatan gambar serta dapat memilih peralatan gambar yang sesuai untuk menggambar obyek tertentu.

#### b. Uraian Materi 1

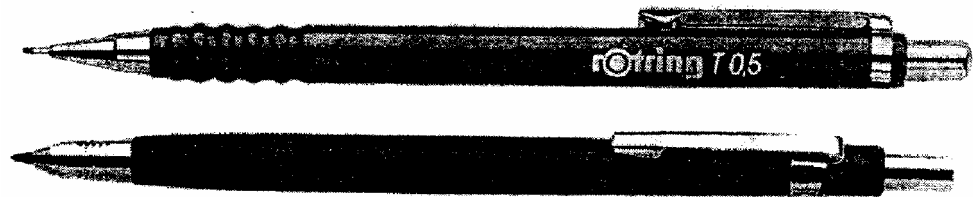
##### 1) Alat dan Bahan Konvensional

- a) Kertas gambar putih (manila/padalarang), kertas sketsa dan kertas milimeter: digunakan untuk gambar tata letak yang digambar dengan pensil.
- b) Kertas kalkir: digunakan untuk gambar asli, yang kemudian dapat dibuat gambar cetak biru (blue print) atau cetak kontak (contact print).
- c) Film gambar: digunakan untuk mendokumentasikan gambar yang keawetannya sangat diperlukan serta tidak boleh memuai atau menyusut.

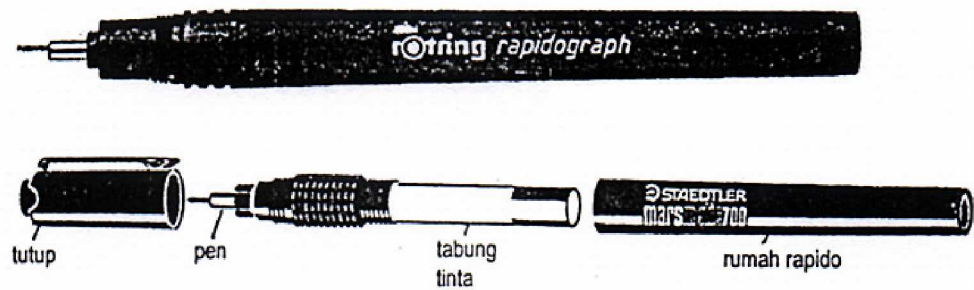
Kertas gambar mempunyai ukuran standar. Ukuran yang banyak digunakan adalah dari seri A. Seri A mempunyai ukuran standar yang dinyatakan dengan angka 0 sampai 4 di belakang huruf A. Ukuran kertas A0 adalah  $1 \text{ m}^2$  dengan perbandingan panjang terhadap lebar  $\sqrt{2}:1$ . Ukuran-ukuran berikutnya diperoleh dengan membagi dua ukuran yang mendahuluinya. Misalnya ukuran A3 mempunyai setengah ukuran A2, dan sebagainya. Untuk jelasnya ukuran kertas gambar dari seri A ini dapat



Ketebalan garis yang sama juga peserta diklat dicapai (gambar 1). Pena gambar: untuk gambar kerja dapat digunakan ketebalan: 0,25 putih, 0,35 kuning, 0,50 coklat dan 0,70 biru (gambar 2).



Gambar 1. Pensil Mekanik dengan Isian



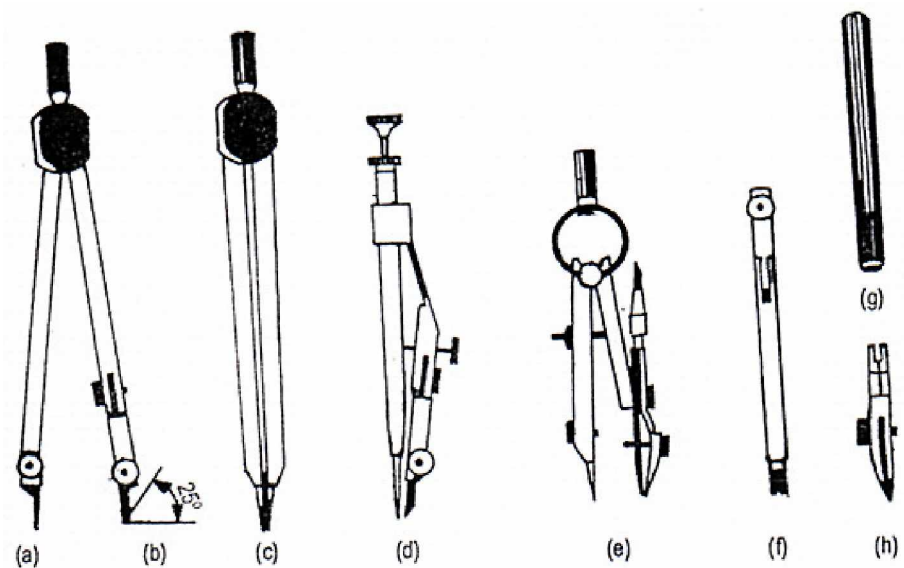
Gambar 2. Pena Teknik

Pena gambar terutama digunakan untuk menggambar di atas kertas transparan. Tinta yang dipakai harus bebas radiasi ultra violet agar tidak menimbulkan hambatan.



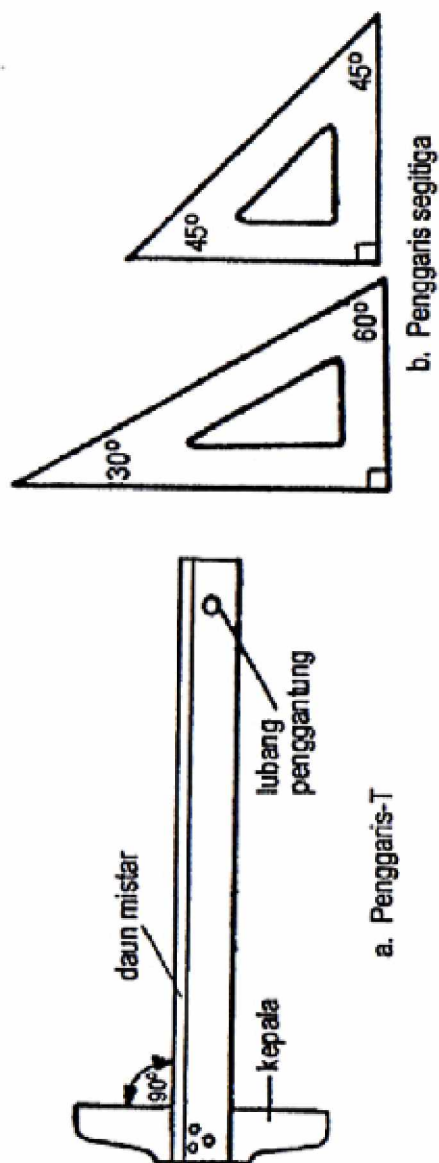
### 3) Jangka

Ada tiga macam jangka yang digunakan untuk menggambar, tergantung besar kecilnya lingkaran yang akan digambar. Jangka besar untuk menggambar lingkaran dengan diameter 100 – 200 mm, jangka menengah untuk lingkaran dari 20 – 100 mm, dan jangka kecil untuk lingkaran 5 – 30 mm. Di samping itu terdapat sebuah jangka untuk membuat lingkaran dengan jari-jari kecil, seperti misalnya untuk pembulatan. Ada dua macam jangka yaitu jangka orleon dan jangka pegas. Dengan alat penyambung dapat dihasilkan lingkaran dengan jari-jari 250 mm.



Gambar 3. Macam-Macam Jangka

#### 4) Macam-Macam Penggaris



##### a) Penggaris –T

Sebuah penggaris – T terdiri dari sebuah kepala dan sebuah daun. Garis-garis horizontal ditarik dengan penggaris –T ini, dengan menekan kepala pada tepi kiri dari meja gambar, dan menggesernya ke atas atau ke bawah.

Supaya hasil dari garis-garis dapat sejajar benar, kepala dari penggaris ini harus betul-betul diikat pada daunnya.

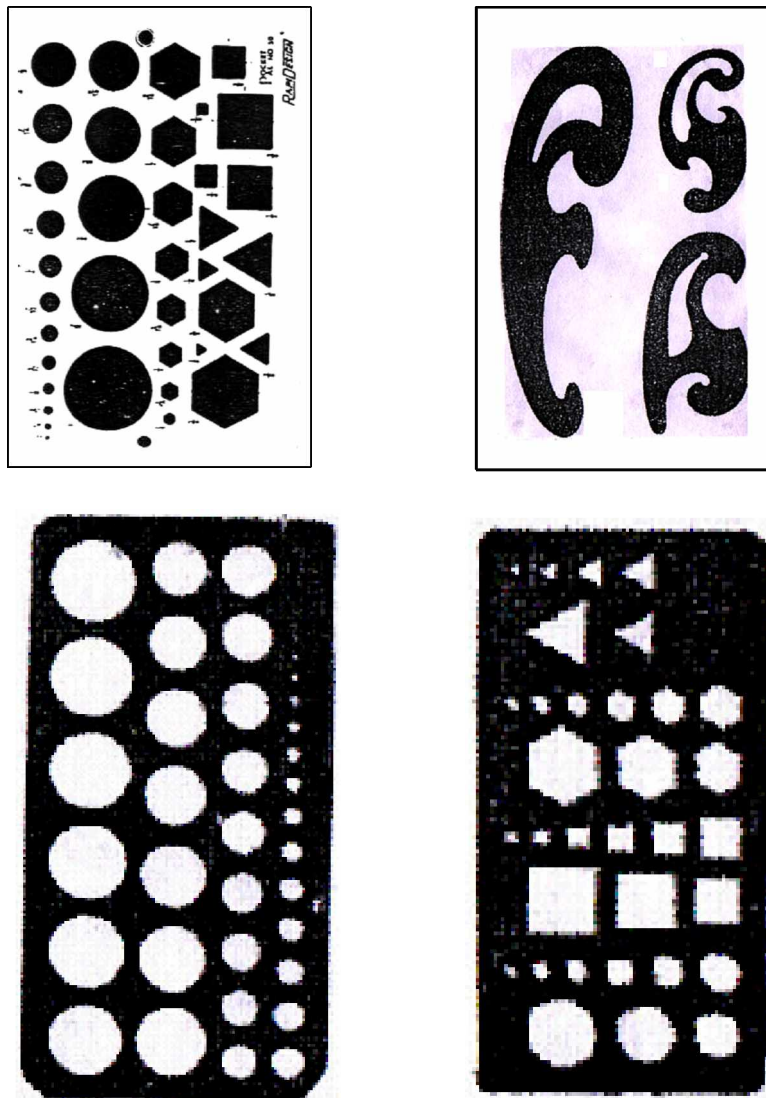
##### b) Penggaris Segi-Tiga

Sepasang segitiga terdiri dari segitiga siku sama kaki dan sebuah segitiga siku 60°. Ukuran segitiga ini ditentukan oleh panjang 1, dan berkisar antara 100 sampai 300 mm.

Gambar 4. Macam-Macam Penggaris

c) Sablon (mal)

Sablon atau yang digunakan untuk teknik elektro antara lain: mal lengkungan, mal bentuk, mal huruf dan mal untuk simbol-simbol elektro dan elektronika. Gambar 5 menunjukkan mal-mal tersebut.

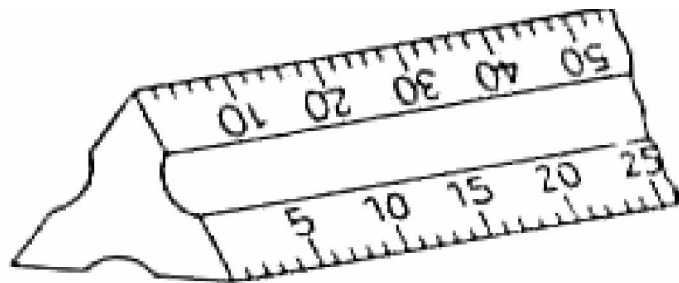


Gambar 5. Contoh Sablon (Mal)

## 5) Alat-Alat Lain

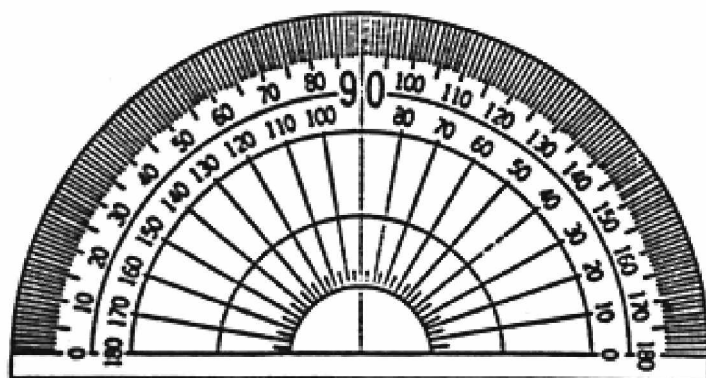
Berbagai macam alat dipergunakan untuk menggambar, disamping alat-alat yang telah dibahas sebelumnya.

- a) Mistar Skala: Untuk gambar mesin dipergunakan mistar skala dari bambu atau plastik, yang panjangnya pada umumnya adalah 300 mm. Disamping ini terdapat pula mistar skala dengan penampang segi tiga dengan ukuran yang diperkecil (Gambar 6).



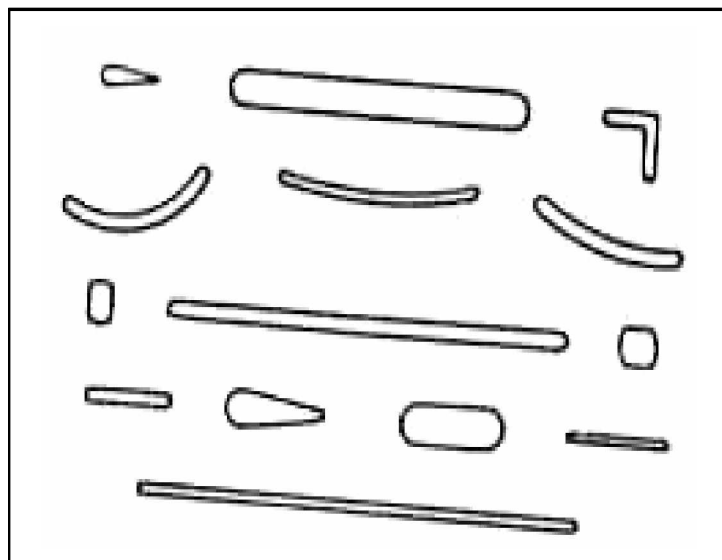
Gambar 6. Mistar Skala

- b) Busur derajat: busur derajat dibuat dari logam, yaitu aluminium, atau plastik. Biasanya busur derajat ini mempunyai garis-garis pembagi dari 0 sampai dengan  $180^{\circ}$  (Gb 7.). Dengan alat ini dapat diukur sudut atau membagi sudut.



Gambar 7. Busur Derajat

- c) Penghapus: Untuk membuang garis yang salah dipergunakan penghapus dengan mutu yang baik. Ada penghapus yang dibuat dari karet, dan ada yang dibuat dari plastik. Penghapus yang baik harus dapat menghilangkan garis atau gambar yang tidak diinginkan, dan tidak merusak kertasnya. Untuk menghilangkan garis atau gambar dengan tinta, harus dipakai penghapus yang khusus.
- d) Pelindung penghapus: Pelindung penghapus ini dipakai bila kita ingin menghilangkan garis yang berdekatan. Dengan alat ini garis-garis yang perlu dapat terlindung dari penghapusan. Hanya garis, atau bagian garis yang salah dapat dihapus. Seperti tampak pada Gambar 8, pelindung tersebut mempunyai berbagai bentuk lubang. Dengan demikian bagian yang diperlukan dapat dilindungi dan bagian yang hanya harus dibuang tampil pada lubang.



Gambar 8. Pelindung Penghapus

- e) Pita Gambar: Untuk menempelkan kertas gambar diatas papan gambar tidak lagi dipergunakan paku payung, karena ini akan

merusak papan gambar, dan akan mengganggu pergerakan penggaris. Sekarang terdapat pita gambar yang akan menempelkan pita gambar pada papan gambar. Jangan menggunakan pita rekat (cellotape), karena daya rekatnya yang terlalu kuat akan merusak kertas gambar bila ingin melepas kertas gambar dari meja gambar.

- f) Alas kertas gambar: Jika kertas gambar diletakkan langsung diatas papan gambar, akan terdapat berkas-berkas garis dan tusukan jarum dari jangka. Hal ini kadang-kadang akan mengganggu pada saat kita menggambar. Untuk menghindarkan hal ini dipasaran terdapat alas kertas gambar dari kertas lunak. Ada juga yang dibuat dari karet magnetik. Untuk menempelkan kertas gambarnya tidak dipakai pita gambar, melainkan pita tipis dari baja tahan karat. Yang terakhir ini sangat ini sangat mudah penggunaannya.
- g) Papan Gambar dan Meja Gambar: Papan gambar harus mempunyai permukaan yang rata dan tepi yang lurus, dimana kepala dari penggaris –T digeser. Papan gambar dibuat dari pohon cemara, kayu pohon linde, kayu lapis (plywood) atau hardboard. Ukurannya disesuaikan dengan ukuran kertas, misalnya untuk ukuran kertas A 0 mempunyai ukuran 1.200 mm x 900 mm, kertas ukuran A 1 mempunyai ukuran 600 mm x 450 mm. Belakangan ini terdapat papan gambar yang telah dilapisi dengan alas kertas gambar.

Papan gambar ini dapat diletakkan diatas standar yang dibuat khusus untuk tujuan ini. Standar ini dapat diubah-ubah kedudukannya. Pada Gambar 9 tampak sebuah standar papan gambar yang sederhana, yang hanya dapat merubah kemiringannya, sedangkan Gambar 10 menunjukkan sebuah standar papan gambar yang dapat diatur ketinggiannya maupun kemiringannya. Papan gambar khusus yang dipasang diatas sebuah standar disebut juga meja gambar. Papan gambar sederhana dapat diletakkan diatas meja biasa.



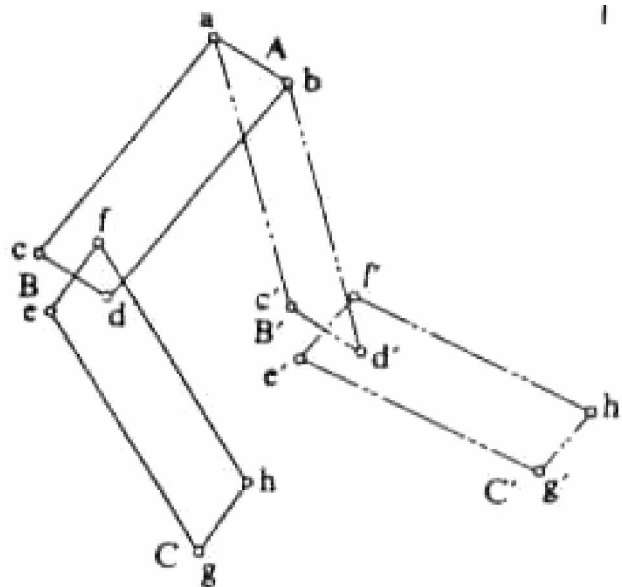
Gambar 9. Meja Gambar Sederhana



Gambar 10. Meja Gambar

## 6) Mesin Gambar

Mesin gambar adalah sebuah alat, yang dapat menggantikan alat-alat gambar lainnya, seperti busur derajat, penggaris –T, segi tiga dan ukuran. Sebuah mesin gambar dilengkapi dengan mekanisme gerak sejajar yang terdiri dari 4 batang penghubung ( link ) seperti tampak pada Gambar 11 di bawah ini.

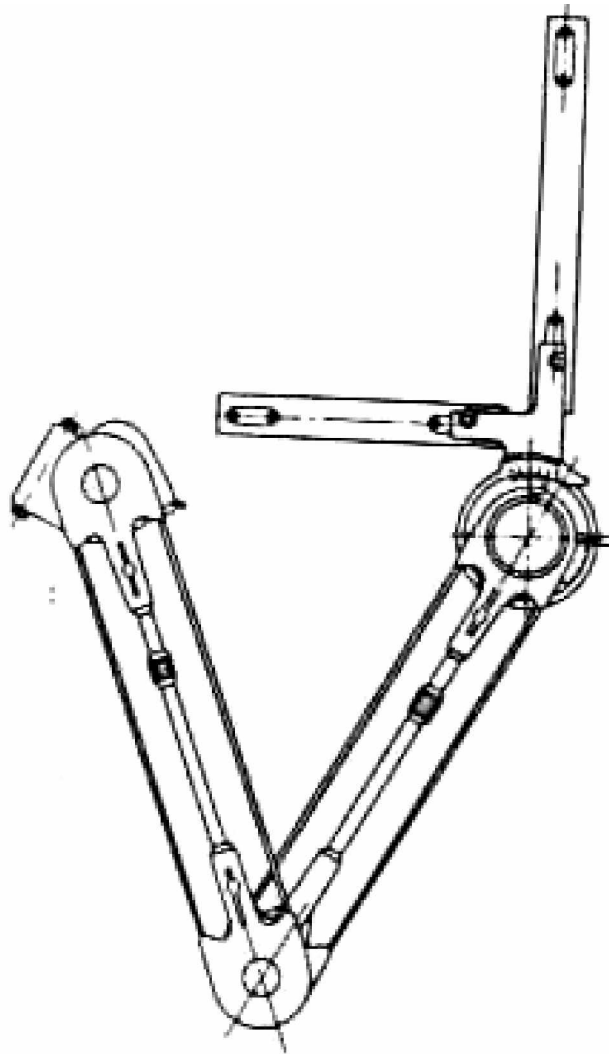


Gambar 11. Mekanisme Batang dari Sebuah Mesin Gambar.

Sepasang batang penghubung dipasang secara tetap pada sebuah alat, yang dapat dipasang pula pada papan gambar. Pada pasangan yang lain ditempatkan sepasang penggaris tegak lurus, dan dapat diputar pada sudut yang dikehendaki.. Dengan alat ini dapat ditarik garis-garis sejajar, dan garis-garis tegak lurus dengan mudah. Disamping mesin gambar jenis mekanisme batang ini terdapat mesin gambar yang tidak menggunakan



batang penghubung. Sebagai penggantinya dipakai roda-roda dan pita baja. Mesin gambar jenis ini dapat dilihat pada Gambar 12 dibawah ini:



Gambar 12. Mesin Gambar Pita

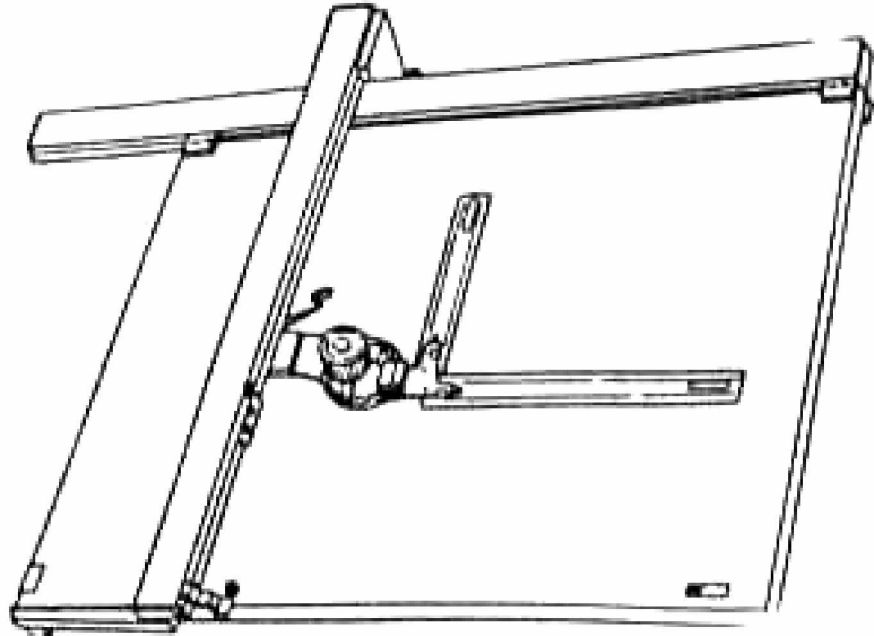
Pada Tabel 2 terdapat jenis-jenis mesin gambar yang ada di negeri Jepang, yang telah diperinci oleh standar Jepang JIS. Penggaris yang dipasang pada mesin gambar ini dapat dilepas dan diganti dengan penggaris yang mempunyai ukuran dengan bermacam-macam skala. Misalnya: 2: 1, 1:

2,5, 1: 5, dan sebagainya. Bahan yang dipakai dapat berupa kayu yang dilapisi dengan sejenis plastik, dimana terdapat goresan-goresan pembagi ukuran, atau seluruhnya dibuat dari plastik tembus cahaya dengan goresan-goresan yang sama. Yang terakhir ini dapat juga dipakai untuk menarik garis dengan tinta, sedangkan penggaris dari kayu mempunyai penggaris khusus untuk ini.

Tabel 2. Jenis-jenis mesin gambar

Jenis	Lambang	Daerah kerja	Kombinasi skala	
			P (jenis pita)	L (jenis-Batang)
Jenis Ao-L	AO-L	(mm) ≈ 1000	400 L-250L	500 L-300L
Jenis A1-L	A1-L	≈ 800	400 L-250L	400 L-250L
Jenis A1-S	AO-S	≈ 710	300 S-200S	300 S-200S

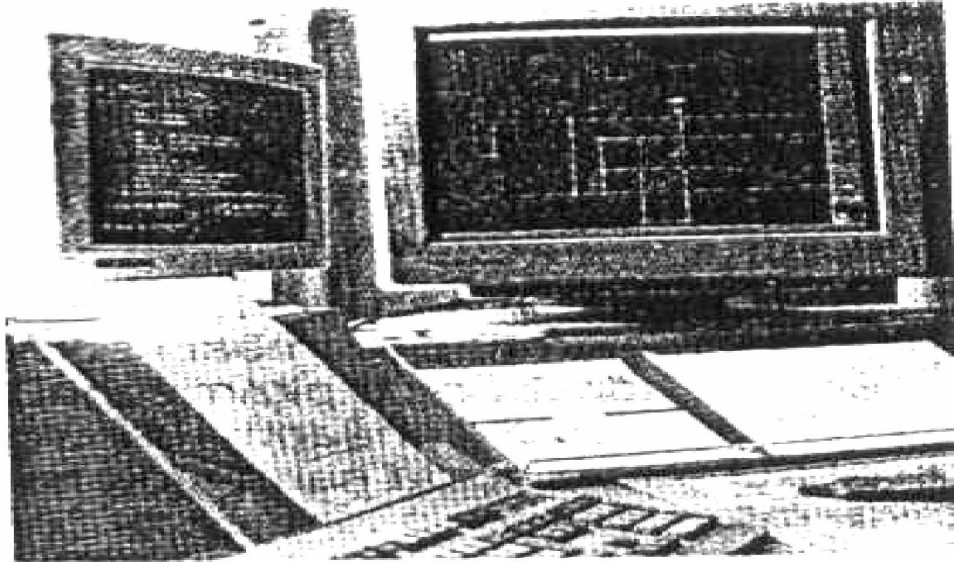
Belakangan ini terdapat mesin gambar kereta, yang dapat dilihat pada Gambar 13. Pada mesin ini pasangan penggaris dan alat putarnya ditempatkan pada sebuah kereta vertikal, dimana penggarisnya dapat digerakkan secara vertikal, dan seluruhnya ini dapat digerakkan secara horizontal pada kereta horizontal. Mesin gambar jenis pita dan jenis batang disebut juga jenis lengan, berbeda dengan jenis kereta. Jenis yang terakhir ini mempunyai konstruksi yang lebih kuat dan kekar di bandingkan dengan jenis lengan. Disamping ini kedudukan penggaris dapat dikunci pada kereta vertikal, sehingga memudahkan penggambaran bagian-bagian yang simetris. Mesin gambar kereta ini memerlukan luas yang lebih kecil dibandingkan dengan mesin gambar jenis lengan, karena bagian-bagiannya menonjol keluar dari bidang papan gambar. Oleh karena itu mesin jenis ini makin banyak dipakai, terutama dalam ruang gambar dengan jumlah mesin gambar yang banyak.



Gambar 13. Mesin Gambar Kereta.

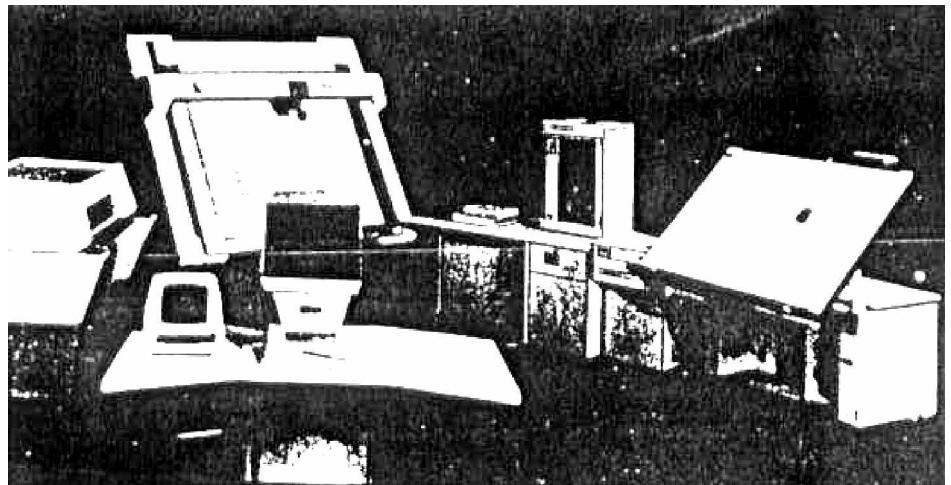
7) Pembuatan Desain dengan Bantuan Komputer (Computer-Aided Design/ Cad)

Dengan sebuah alat pemasukan data, cursor lensa atau mouse, dilakukan penggambaran pada monitor. Bagian yang sudah digambar setelah itu dapat dikopi, dipantulkan, diputar dan sebagainya untuk dipindahkan pada pekerjaan berikutnya. Program CAD menyimpan geometri bagian-bagian, maka secara otomatis ukuran dapat ditampilkan. Pada perubahan bagian yang kemudian ditiadakan, ukuran akan mengikuti dengan sendirinya. Setelah itu gambar dapat dicetak pada sebuah plotter atau printer (Gambar 14)



Gambar 14. Tempat Kerja CAD

Bekerja dengan komputer memiliki banyak keuntungan. Bagian-bagian gambar yang sudah satu kali dikerjakan, dapat disisipkan pada gambar lain. Ukuran bagian ini, misalnya seal karet sederhana atau elemen perabot tiga dimensi yang sulit tidak menjadi masalah.



Gambar 15. Unit CAD dan Kelengkapannya.

c. Rangkuman 1

Kemampuan untuk mengidentifikasi jenis dan macam peralatan gambar sangat dibutuhkan agar hasil gambar yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan gambar yang benar.

d. Tugas 1

- 1) Pelajari kegiatan belajar jenis dan macam peralatan gambar!
- 2) Gambarlah pada kertas manila ukuran A4 gambar 5 menggunakan mal sablon dan pensil mekanik!

e. Tes Formatif 1

- 1) Sebutkan jenis dan kegunaan kertas gambar untuk menggambar teknik!
- 2) Identifikasikanlah peralatan gambar menurut jenis dan kegunaannya!
- 3) Untuk keperluan yang sama, apa keuntungan penggunaan mesin gambar dibanding dengan alat yang lain?

f. Kunci Jawaban Formatif 1

- 1) Jenis dan kegunaan kertas gambar untuk menggambar teknik adalah:
  - a) Kertas putih (manila/padalarang), kertas sketsa dan kertas milimeter, digunakan untuk gambar tata letak, gambar rangkaian listrik, atau gambar lain yang digambar dengan pensil atau tinta.
  - b) Kertas kalkir: digunakan untuk gambar asli, yang kemudian dapat dibuat gambar cetak biru (blue print) atau cetak kontak (contact print)
- 2) Identifikasi peralatan gambar teknik:

- a) Peralatan Konvensional: pensil, pena, jangka, penggaris, sablon (mal), busur derajat, penghapus, mesin gambar, dan sebagainya.
- b) Peralatan gambar berbasis komputer
  - i) Software: Corel Draw, AutoCad, ORCAD, EWB, Designer, dsb
  - ii) Hardware: Unit computer, printer, plotter, dsb.
- 3) Keuntungan menggunakan mesin gambar daripada alat konvensional lainnya adalah mesin gambar merupakan alat yang multifungsi, yaitu dapat digunakan sebagai busur derajat, penggaris-T, dan mistar segitiga.

g. Lembar Kerja 1

Alat dan bahan:

- 1) Kertas gambar ukuran A<sub>4</sub> ..... 1 lembar
- 2) Pensil ..... 1 buah
- 3) Penghapus ..... 1 buah
- 4) Penggaris ..... 1 set
- 5) Jangka ..... 1 set
- 6) Sablon simbol ..... 1 set

Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

- 1) Berdo'alah sebelum memulai kegiatan belajar!
- 2) Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar!
- 3) Gunakanlah peralatan gambar dengan hati-hati!

Langkah Kerja:

- 1) Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
- 2) Rekatkanlah kertas gambar dengan isolasi pada sudut kertas gambar!
- 3) Buatlah garis tepi!
- 4) Buatlah sudut keterangan gambar (stucklyst)!
- 5) Buatlah bermacam-macam konstruksi geometris menggunakan bentuk dan pensil mekanis di atas kertas A<sub>4</sub>!
- 6) Rencanakan tata letak (lay out) pembuatan gambar!
- 7) Kumpulkanlah hasil pekerjaan jika sudah selesai!
- 8) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya!

## 2. Kegiatan Belajar 2: Standarisasi Gambar Teknik

### a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari dan mengikuti kegiatan belajar 2 berupa standarisasi gambar teknik, peserta diklat mampu menggambar dengan standarisasi gambar teknik.

### b. Uraian Materi 2

#### 1) Standarisasi Huruf dan Angka

Gambar teknik mempunyai tujuan menjelaskan maksud pelaksanaan dalam kegiatan teknik, atau menuntun suatu kegiatan keteknikan pada umumnya. Karena itu mengandung suatu petunjuk yang berfungsi penting dalam kegiatan penyelesaian keteknikan.

Untuk melengkapi keterangan-keterangan pada gambar teknik supaya tidak terjadi salah tafsir maka perlu adanya keterangan berupa huruf, angka serta lambang-lambang teknik dalam susunan yang meyakinkan.

Ciri-ciri yang perlu pada huruf dan angka pada gambar teknik, :

- a) Jelas.
- b) Seragam.
- c) Dapat dibuat microfilmnya, atau cara reproduksi lainnya.
- d) Huruf dan angka gambar teknik senantiasa menjadi cara untuk menunjukkan maksud dan tujuan gambar teknik yang bersangkutan sejelas-jelasnya.
- e) Huruf dan angka gambar teknik selain berfungsi seperti diatas, juga akan menjadi hiasan bagi gambar teknik itu. Oleh sebab itu posisi gambar maupun huruf dan angka perlu diatur sedemikian rupa sehingga mudah dibaca.



f) Pada dasarnya bentuk huruf dan angka gambar teknik dapat digolongkan menjadi dua:

- 1) Huruf dan angka untuk gambar teknik bangunan.
- 2) Huruf dan angka untuk gambar teknik mesin dan listrik.
- g) Huruf dan angka tersebut dapat dibuat tegak atau miring.

Gambar 16 berikut memberikan contoh ukuran bentuk huruf dan angka yang sudah dinormalisir.













Gambar 16. Contoh Bentuk Huruf dan Angka Standard

## 2) Standarisasi Garis Gambar

Lembar garis ialah 10 % tinggi tulisan. Bila anda menggambar dengan tinta cina atau komputer, lebar garis ini dapat diberikan sebelumnya, misalnya: tinggi tulisan 5 m, lebar garis 0,5 mm. Pada penggambaran dengan pensil, lebar garis diperkirakan dari penglihatan, sedangkan lebar atau tebal garis dengan tinta atau CAD ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Lebar Garis Menurut Standar CAD

Nama garis	Penggunaan	Tebal garis dengan CAD
1. Garis penuh	Garis batas (kontur) untuk tembok, plafon, dinding dan sebagainya yang berhubungan dengan pekerjaan tukang kayu	1,0 
2. Garis penuh	Garis batas (kontur) bidang potongan bagian potongan dalam skala 1: 1 dan 1: 10	0,5 
3. Garis penuh	Pandangan dan garis batas (kontur) dalam skala 1: 10 dan 1: 20.	0,35 
4. Garis penuh	Sisi yang terlihat, garis pembatas pada semua garis ukuran	0,25 
5. Garis penuh	Garis ukuran	0,25 
6. Garis tangan bebas	Arsir, sambungan lem	0,25 
7. Garis-titik-garis	As potongan	0,5 
8. Garis-titik-garis	Sumbuh tengah pada pengeboran, garis tengah sumbu simetri, titik putar, ukuran pasak	0,35 
9. Garis putus	Garis yang tidak terlihat pada perlengkapan, sambungan-sambungan, sisi, garis kontur	0,35 
10. Garis-titik-titik garis	Sisi yang terletak didepan atau diatas bidang potong, garis batas untuk bagian yang berbatasan	0,35 

Dalam gambar teknik dipergunakan beberapa jenis garis, yang masing-masing mempunyai arti dan penggunaannya sendiri. Oleh karena itu penggunaannya harus sesuai dengan maksud dan tujuannya. Ada lima jenis garis gambar, yaitu:

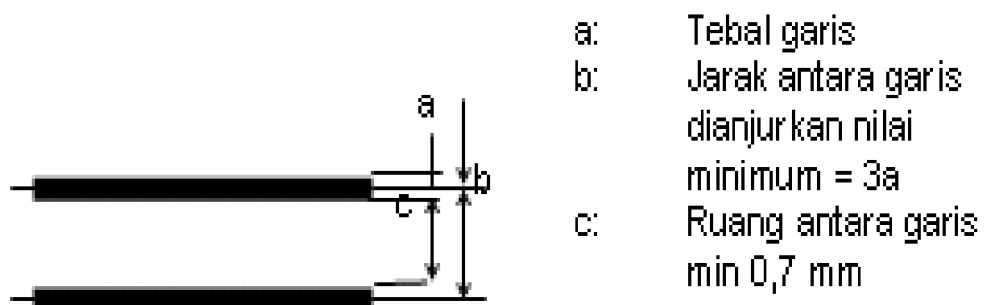
- a) Garis Gambar: Untuk membuat batas dari bentuk suatu benda dalam gambar
- b) Garis Bayangan: Berupa garis putus-putus dengan ketebalan garis  $\frac{1}{2}$  tebal garis biasa. Garis ini digunakan untuk membuat batas sesuatu benda yang tidak tampak langsung oleh mata.
- c) Garis Hati: Berupa garis "strip, titik, strip, titik" dengan ketebalan garis  $\frac{1}{2}$  garis biasa. Garis ini misalnya digunakan untuk menunjukkan sumbu suatu benda yang digambar.
- d) Garis Ukuran: Berupa garis tipis dengan ketebalan  $\frac{1}{2}$  dari tebal garis biasa. Garis ini digunakan untuk menunjukkan ukuran suatu benda atau ruang. Garis ukuran terdiri dari garis petunjuk batas ukuran dan garis petunjuk ukuran. Garis petunjuk batas ukuran dibuat terpisah dari garis batas benda, dengan demikian maka tidak mengacaukan pembaca gambar. Sedang garis petunjuk ukuran dibuat dengan ujung pangkalnya diberi anak tanda panah tepat pada garis petunjuk batas ukuran.
- e) Garis Potong: Garis ini berupa garis "strip,titik,titik,strip" dengan ketebalan  $\frac{1}{2}$  tebal garis biasa. Semua gambar teknik yang dikehendaki dengan pemotongan, batas potongan harus digaris dengan garis potong ini.



Gambar 17 Jenis-Jenis Garis.

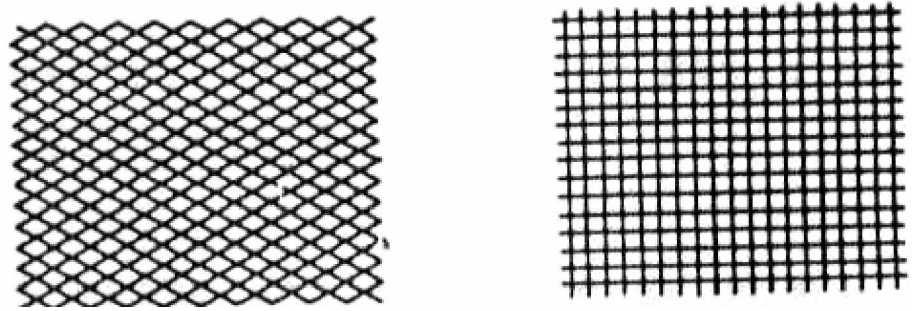
Jenis garis menurut tebalnya ada tiga macam, yaitu: garis tebal, garis sedang dan garis tipis. Ketiga jenis tebal garis ini menurut standar ISO memiliki perbandingan  $! : 0,7 ; 0,5$ . Tebal garis dipilih sesuai besar kecilnya gambar, dan dipilih dari deretan tebal berikut: 0, 18; 0, 25; 0, 35; 0, 5; 0, 7; 1; 1 4; dan 2 mm. Karena kesukaran-kesukaran yang ada pada cara reproduksi tertentu, tebal 0, 18 sebaiknya jangan dipakai. Pada umumnya tebal garis adalah 0, 5 atau 0, 7.

Jarak minimum antara garis-garis (jarak antara garis tengah garis) sejajar termasuk arsir, tidak boleh kurang dari tiga kali tebal garis yang paling tebal dari gambar (Gambar 18). Dianjurkan agar ruang antara garis tidak kurang dari 0, 7 mm.



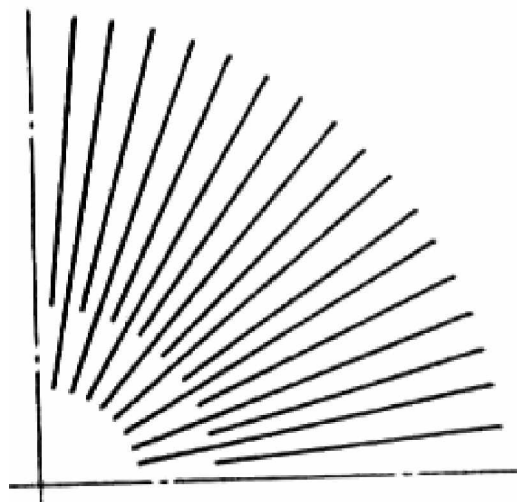
Gambar 18. Jarak Antar Garis-Garis.

Pada garis sejajar yang berpotongan (Gambar 2.4) jaraknya dianjurkan paling sedikit empat kali tebal garis.



Gambar 19. Garis Sejajar yang Saling Berpotongan.

Bila beberapa garis berpusat pada sebuah titik, garis-garisnya tidak digambar berpotongan pada titik pusatnya, tetapi berhenti pada titik dimana jarak antara garis kurang lebih sama dengan tiga kali tebal garisnya (Gambar 20)



Gambar 20. Garis yang Memotong pada Sebuah Titik

Garis gores dan garis bertitik yang berpotongan, atau bertemu, harus diperlihatkan dengan jelas titik pertemuannya atau titik perpotongannya, seperti pada Gambar 21 dibawah ini.

<b>Benar</b>				
<b>Salah</b>				
<b>Benar</b>				
<b>Salah</b>				
<b>Benar</b>				
<b>Salah</b>				



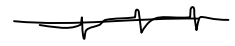
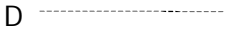
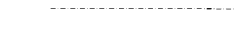

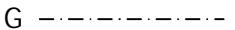
Gambar 21. Gambar Garis Gores dan Garis Bertitik

Panjang garis gores dan jarak antarannya pada satu gambar harus sama. Panjang ruang antara harus cukup pendek dan jangan terlalu panjang.

### 3) Penggunaan Garis

Penggunaan gari-garis ini disamping yang telah diuraikan diatas, Tabel berikut memperlihatkan contoh-contoh penggunaan garis menurut standar ISO.

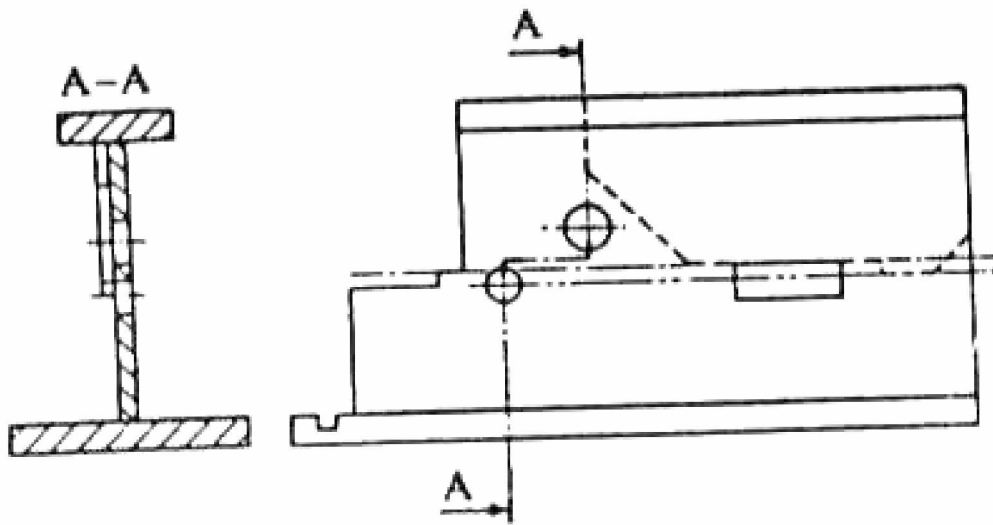
Tabel 4. Macam Garis dan Penggunaannya Menurut ISO

Jenis garis	Keterangan	Penggunaan
A 	Garis tebal	Garis gambar dan tepi
B 	Garis tipis	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Garis khayal yang terjadi dari perpotongan yang dibulatkan.</li> <li>2. Garis ukur, garis bantu dan garis petunjuk.</li> <li>3. Garis arsir.</li> <li>4. Garis batas yang diputar ditempat.</li> <li>5. Garis dasar ulir.</li> <li>6. Garis batas gambar yang berdampingan.</li> <li>7. Garis batas mula, sebelum dibentuk.</li> </ol>
C 	Garis bebas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Garis potong, yang menghilangkan sebagian benda</li> <li>2. Garis batas antara bagian benda yang dipotong, dan sebagian benda dalam bayangan.</li> </ol>
D 	Garis gores	Garis benda yang tidak kelihatan
E 	Garis bertitik	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Garis sumbu.</li> <li>2. Lingkaran jarak.</li> <li>3. Garis simetri.</li> <li>4. Gambar benda yang tidak pada tempatnya.</li> <li>5. Bagian benda yang terletak di depan bidang potong.</li> <li>6. Kedudukan bagian benda yang dapat bergerak yang dapat dicapai.</li> </ol>
F 	Garis bertitik yang dipertebal pada ujung-ujungnya dan pada perubahan arah.	Bidang potong.
G 	Garis bertitik tebal.	Menunjukkan bagian permukaan yang dapat perlakuan khusus.

#### 4) Garis-garis yang berimpit

Bila dua garis atau lebih yang berbeda-beda jenisnya berimpit, maka penggambarannya harus dilaksanakan sesuai dengan prioritas seperti berikut (Gambar 22).

- a) Garis gambar (garis tebal kontinyu, jenis A)
- b) Garis tidak tampak (garis gores sedang, jenis D)
- c) Garis potong (garis bertitik, yang dipertebal ujung-ujungnya dan tempat-tempat perubahan arah, jenis F)
- d) Garis-garis sumbu (garis bertitik, jenis E)
- e) Garis bantu, garis ukur dan garis arsir (garis tipis kontinyu, jenis B).



Gambar 22. Garis yang Berimpit

#### 5) Skala Gambar

Setiap jenis gambar mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Ada yang kecil dan ada yang besar. Oleh karena itu sering kali tidak



memungkinkan menggambar suatu gambar dalam kertas gambar ukuran tertentu, dalam ukuran sebenarnya. Untuk ini ukuran gambar harus diperkecil jika bendanya besar, dan harus diperbesar jika bendanya terlalu kecil.

Pengecilan atau pembesaran gambar dilakukan dengan skala tertentu. Skala adalah perbandingan ukuran linear pada gambar terhadap ukuran linear dari benda sebenarnya.

Ada tiga macam skala gambar, yaitu:

a) Skala pembesaran

Skala pembesaran digunakan jika gambarnya dibuat lebih besar dari pada benda sebenarnya. Umpamanya jika bendanya kecil dan rumit seperti misalnya rangkaian kontrol pada lampu jalan, maka harus menggunakan skala pembesaran untuk menggambarkan rangkaian ini.

Penunjukan untuk skala pembesaran adalah:  $x: 1$ , sedangkan ukuran lengkap yang dianjurkan adalah:

50: 1 ; 20: 1 ; 10: 1  
5: 1 ; 2: 1

b) Skala penuh

Skala penuh dipergunakan bilamana gambarnya dibuat sama besar dengan benda sebenarnya. Skala ini dianjurkan untuk sedapat mungkin dipergunakan, agar supaya dapat membayangkan benda yang sebenarnya, atau untuk memudahkan pemeriksaan.

Penunjukkan skala penuh adalah  $1: 1$ .

c) Skala pengecilan

Skala pengecilan dipergunakan bilamana gambarnya dibuat lebih kecil daripada gambar yang sebenarnya, sedangkan penunjukannya adalah 1: x.

Berikut ini daftar penunjukkan skala pengecilan yang dianjurkan:

1: 2	1: 5	1: 10
1: 20	1: 50	1: 100
1: 200	1: 500	1: 1000
1: 2000	1: 5000	1: 10000

Bila dibuat pada skala besar, pada saat gambar diperkecil dianjurkan untuk mengacu ke format DIN (Deutsche Industrie Norma/norma industri Jerman) sehingga detail-detail akan tampak jelas.

6) Tingkat pengecilan

Pada penggunaan format DIN, tingkat pengecilan ke format DIN berikutnya dengan foto kopi ialah 70,7%, misalnya dari DIN A3 menjadi DIN A4.

7) Tingkat pembesaran

Untuk pembesaran dari format DIN ke format DIN yang berikutnya yang lebih besar, digunakan tingkat pembesaran 141,4%, misalnya dari DIN A4 menjadi DIN A3. Pengecilan maupun pembesaran ini diatur secara otomatis pada mesin fotokopi.

### 8) Lebar garis

Lebar garis dapat dipilih, sehingga pada pengecilan atau pembesaran, lebar garis normal yang diinginkan dapat muncul.

Lebar dalam satuan mm.

A3	→ diperkecil 1 tingkat DIN	→	A4
0,35			0,25
0,50			0,35
0,70			0,50
1,00			0,70
1,40	← diperbesar 1 tingkat DIN	←	1,00

### 9) Tinggi tulisan

Tinggi tulisan juga dapat ditulis sedemikian rupa, sehingga bila dkecilkan atau dibesarkan dapat disesuaikan dengan yang kita inginkan.

Tinggi dalam satuan mm.

A3	→ diperkecil 1 tingkat DIN	→	A4
5			3,5
7			5
10			7
14	← diperbesar 1 tingkat DIN	←	10

c. Rangkuman 2

Penerapan standarisasi gambar teknik pada proses menggambar sangat dianjurkan. Karena bila tidak, akan membingungkan pembaca gambar maupun yang menggambar.

d. Tugas 2

- 1) Pelajarilah kegiatan belajar standarisasi gambar teknik!
- 2) Gambarlah pada kertas manila ukuran A4, tabel 4 yang memuat standar penggambaran garis. Gambarlah menggunakan mal huruf dan penggaris serta menggunakan rapido!

e. Tes Formatif 2

- 1) Mengapa dalam gambar teknik harus dibuat standarisasi baik secara nasional maupun secara internasional?
- 2) Apa fungsi huruf dan angka standar dalam gambar teknik?
- 3) Sebutkan ciri-ciri standar penulisan huruf dan angka dalam gambar teknik!

f. Kunci Jawaban Formatif 2

- 1) Dalam gambar teknik harus dibuat standar karena berfungsi sebagai alat komunikasi universal antara perencana dan pelaksana, maka agar mudah dipahami harus dibuat standar.
- 2) Fungsi huruf dan angka standar dalam gambar teknik adalah untuk melengkapi keterangan-keterangan pada gambar teknik supaya tidak terjadi salah tafsir dan memudahkan para pemakainya.

- 3) Ciri-ciri penulisan huruf dan angka: jelas dan seragam; dapat dibuat mikro filmnya; dapat digunakan sebagai penjelas.

g. Lembar Kerja 2

Alat dan bahan:

- |   |          |
|---|----------|
| 1) Kertas gambar ukuran A <sub>4</sub> .....      | 1 lembar |
| 2) Pensil .....                                   | 1 buah   |
| 3) Penghapus .....                                | 1 buah   |
| 4) Penggaris .....                                | 1 set    |
| 5) Jangka .....                                   | 1 set    |
| 6) Sablon elips (lengkung), huruf dan angka ..... | 1 set    |

Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

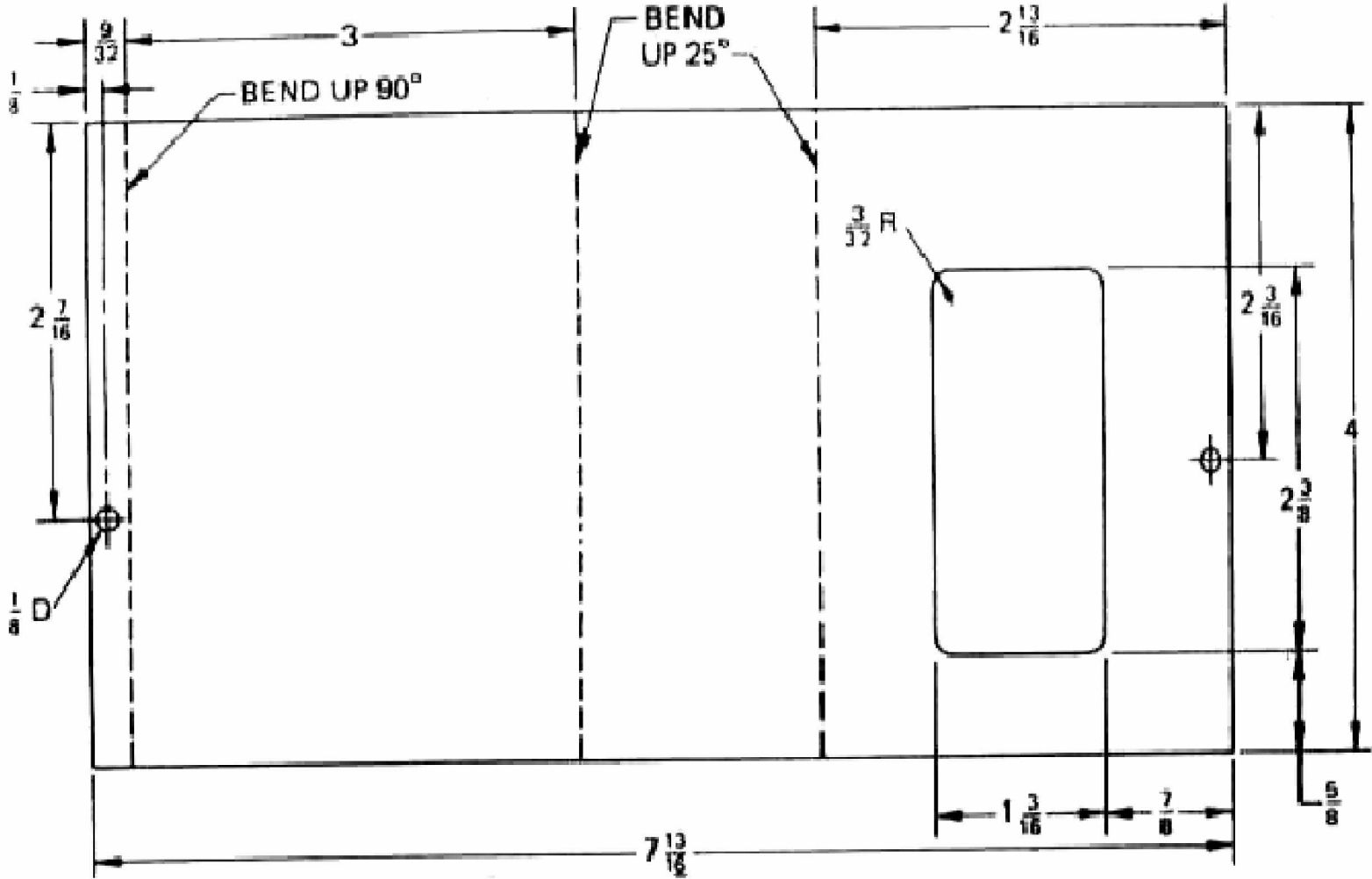
- 1) Berdo'alah sebelum memulai kegiatan belajar!
- 2) Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar!
- 3) Gunakanlah peralatan gambar dengan hati-hati!

Langkah Kerja:

- 1) Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
- 2) Rekatkanlah kertas gambar dengan isolasi sudut kertas gambar!
- 3) Buatlah garis tepi!
- 4) Buatlah sudut keterangan gambar (stucklyst)!

- 5) Buatlah gambar chasis alarm tanda bahaya yang dilihat dari atas (tampak atas), seperti gambar berikut dengan ketentuan:
  - a) Skala gambar disesuaikan ukuran kertas A<sub>4</sub>
  - b) Digambar dengan pensil
- 6) Rencanakan tata letak (lay out) pembuatan gambar!
- 7) Tentukanlah skala pembesaran yang dipilih, sesuaikan dengan ukuran kertas!
- 8) Kumpulkanlah hasil latihan jika sudah selesai!
- 9) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya!

Lembar Kerja:



### 3. Kegiatan Belajar 3: Gambar Teknik Listrik dan Teknik Elektronika

#### a) Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan belajar 3 ini, peserta diklat dapat membaca simbol-simbol dalam gambar teknik listrik maupun teknik elektronika. Selain itu peserta diklat dapat menggambar menggunakan simbol-simbol standar.

#### b) Uraian Materi 3

##### 1) Gambar Teknik Listrik

Simbol teknik listrik bertujuan untuk menyingkat keterangan-keterangan dengan menggunakan gambar. Simbol listrik sangat penting untuk dipelajari dipahami karena hampir semua rangkaian listrik menggunakan simbol-simbol.

Gambar simbol untuk teknik telah diatur oleh lembaga normalisasi atau standarisasi. Beberapa lembaga yang menormalisasi simbol-simbol listrik antara lain:

- ANSI : American National Standard Institute
- JIC : Joint International Electrical Association
- NMEA : National Manufacturer Electrical Assotiation
- DIN : Deutche Industrial Norm
- VDE : Verband Deutcher Elektrotechniker
- NEC : National Electrical Code
- IEC : International Electrical Commission.

Meskipun banyak lembaga yang mengeluarkan simbol listrik, namun dalam normalisasinya telah diatur sedemikian rupa sehingga suatu simbol


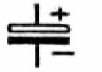
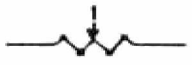
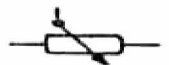
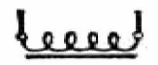

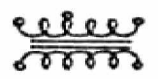

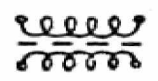
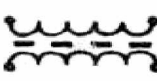
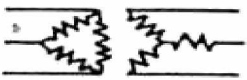

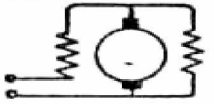
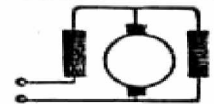


tidak mungkin mempunyai dua maksud atau dua arti, begitu sebaliknya dua gambar simbol mempunyai satu maksud (interpretasi).

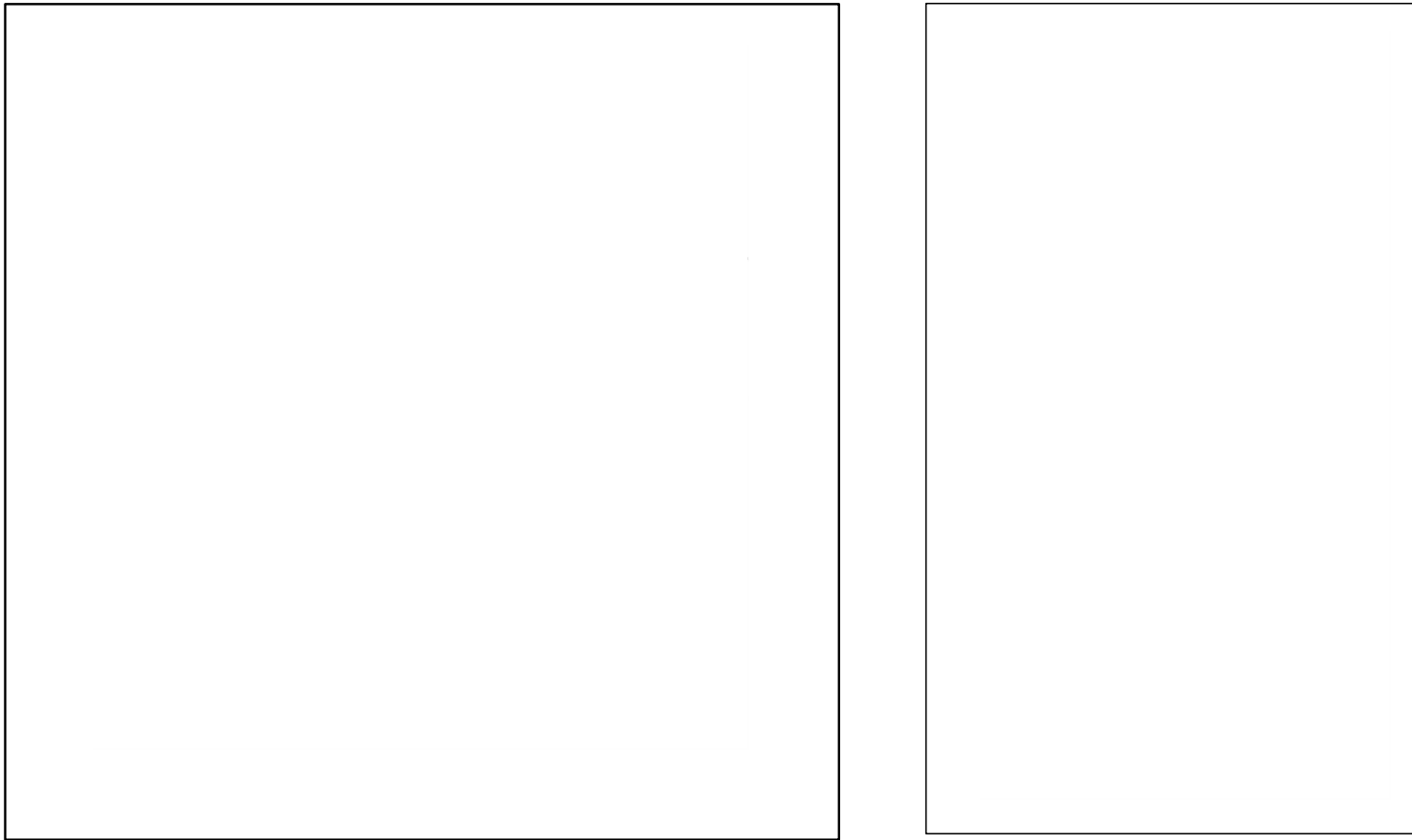
Diantara negara yang sudah maju industri kelistrikannya menentukan normalisasi sendiri, bahkan diikuti oleh dunia teknik pada umumnya. Contoh negara yang mempunyai normalisasi sendiri adalah Amerika dan Jerman.

Simbol listrik dari kedua negara tersebut agak berlainan bentuk maupun interpretasinya, namun semua itu dapat dipahami karena sama-sama bertujuan untuk memudahkan dan membuat lancar kegiatan teknik yang dihadapi. Gambar 23 memperlihatkan sebagian perbedaan simbol listrik dari Amerika dan Jerman.

Indonesia berdasarkan pertemuan yang diprakarsai oleh LIPPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) antara ilmuwan dan kalangan industri telah berhasil membuat standar simbol yang berhubungan dengan teknik listrik arus kuat. Hasil tentang simbol listrik ini telah dituangkan dalam buku PUIL 1977 (Peraturan Umum Instalasi Listrik) dan diperbaharui lagi dalam PUIL 1987 dan PUIL 2000 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik)

S I M B O L		K E T E R A N G A N
AMERIKA	JERMAN	
		Kondensator elektrolit
		Tahanan dapat dirubah
		Kumparan berinti besi
		Transformator berinti besi
		Tranformator berinti udara
		Transformator tiga fasa segi tiga bintang
		Motor listrik kompon

Gambar 23. Perbedaan Simbol Amerika dan Jerman



Gambar 24. Contoh-contoh Sablon Simbol Elektro & Elektronika

## 2) Gambar Teknik Elektronika

Sama seperti simbol listrik, simbol elektronika juga dinormalisasi oleh lembaga internasional seperti oleh:

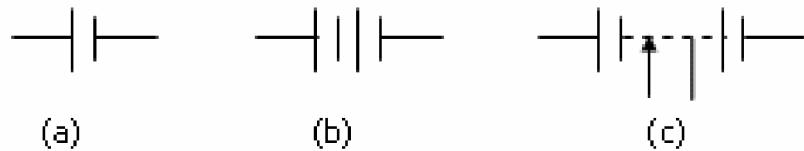
ANSI = American National Standard Institute.

IEEE = The Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IEC = International Electrotechnical Commission.

### a) Simbol Baterai

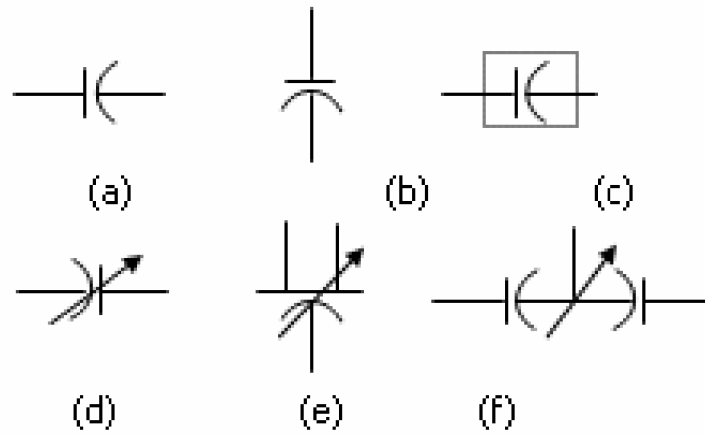
Simbol baterai diperlihatkan pada Gambar 25. Dua garis vertikal merupakan tanda polaritas, yang lebih panjang merupakan polaritas positif dan yang pendek tanda polaritas negatif. Baterai yang terdiri dari beberapa sel ( multi sel ) ditunjukkan pada Gambar 25.b dan Gambar 25.c menunjukkan baterai multi sel dua kedudukan, yaitu fix dan dapat diatur.



Gambar 25.

Simbol baterai: (a) Tunggal; (b) Multi sel; (c) Multi Sel Dua Kedudukan

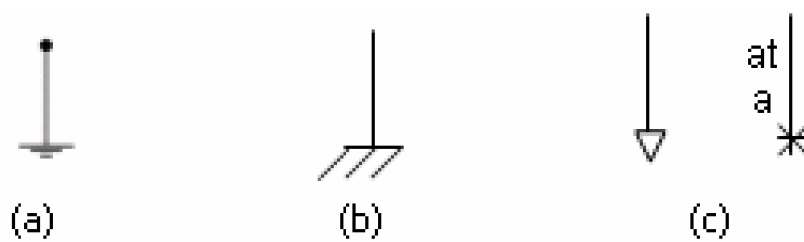
b) Kapasitor, ditunjukkan pada Gambar 26.



Gambar 26. Simbol kapasitor.

- (a) Simbol Umum
- (b) Kapasitor berpolaritas
- (c) Kapasitor dengan Pelindung
- (d) Kapasitor Variabel (dapat diatur)
- (e) Kapasitor Pengatur Diferensial
- (f) Split Stator.

c) Chassis dan ground

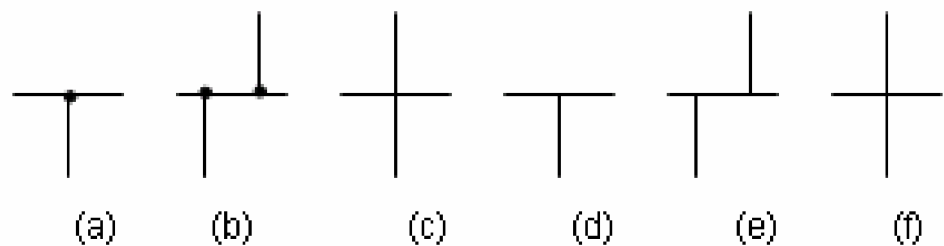


Gambar 27.

- (a) Simbol Chassis
- (b) Hubungan Tanah (Ground)
- (c) Hubungan Bersama (Common Connection)

d) Koneksi dan hubungan percabangan

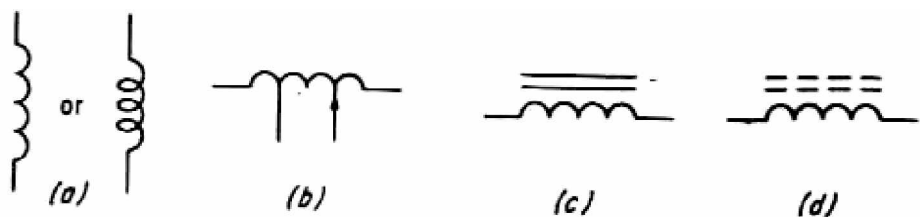
Ada dua cabang penggambaran titik dan tanpa titik cabang. Sistem tanpa titik cabang sebetulnya merupakan simbol yang standar, tetapi kebanyakan rangkaian elektronika justru menggunakan sistem bertitik.



Gambar 28. Simbol Percabangan  
(a) dan (b) Sistem Percabangan Bertitik.  
(d) sampai (f) Sistem Percabangan Tidak Bertitik.

e) Induktor

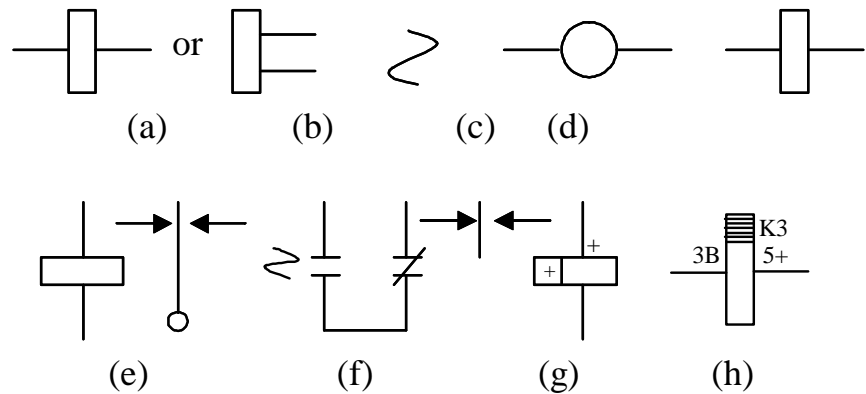
Induktor atau kumparan induksi didalam rangkaian elektronika sering digunakan untuk lilitan transformator, kumparan radio frekuensi atau kumparan penghambat. Simbol standar untuk kumparan diperlihatkan pada Gambar 29.



Gambar 29. Simbol-simbol Induktor  
(a) Simbol Umum.  
(b) Konduktor Tetap dan Variabel.  
(c) Konduktor dengan Inti Baja.  
(d) Konduktor dengan Inti Keramik.

f) Kumparan relai

Kumparan relai sering disebut juga solenoida, ada tiga jenis simbol yang digunakan dalam rangkaian elektronika, seperti ditunjukkan pada Gambar 30 berikut.



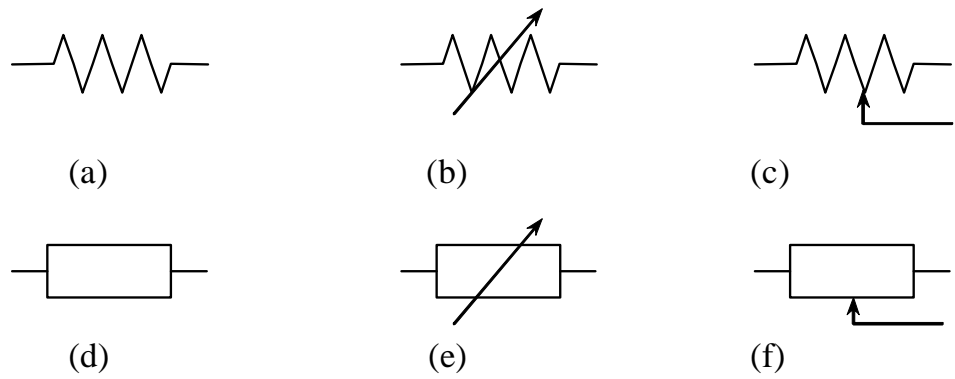
Gambar 30. Simbol-simbol Relai.

- (a), (b), (c), dan (d) Simbol Kumparan Relai yang Diakui IEC
- (e) dan (f) Relai dengan Kontak Transfer
- (g) Relai Berpolaritas dengan Transfer Kontak
- (h) Relai dengan Penunjuk Jumlah

g) Resistor

Simbol resistor standar ditunjukkan pada Gambar 31.a. Sudut kemiringan zig-zag adalah  $60^{\circ}$ , dan setiap simbol resistor hanya dibuat tiga titik zig-zag, kecuali untuk simbol resistor tu.

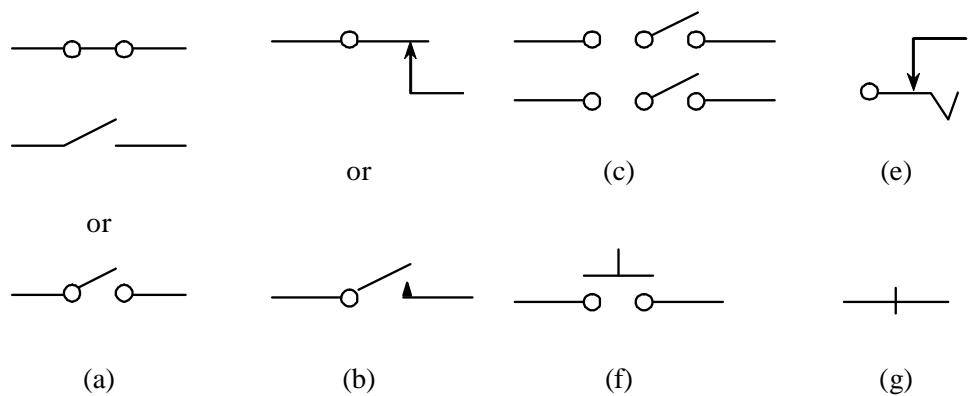
Nilai resistansi dapat tetap, berubah atau bertingkat simbolnya dapat dilihat pada Gambar 31 d dan c.



Gambar 31. Simbol-simbol Resistor

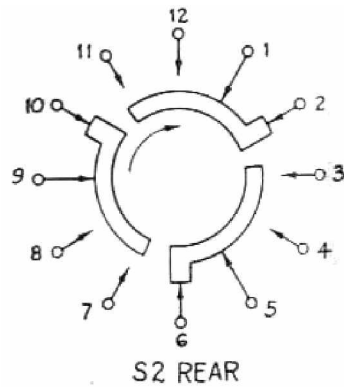
h) Sakelar

Fungsi utama sebuah sakelar adalah membuka atau menutup rangkaian. Istilah 'Break' dan 'Make' merupakan kata lain dari membuka dan menutup. Gambar 32 menunjukkan simbol sakelar dan Gambar 33 menunjukkan sakelar putar.



Gambar 32. Simbol-simbol Sakelar.





S2		
POS	FUNCTION	TERM.
1	OFF (SHOWN)	1-2, 5-6, 9-10
2	STAND BY	1-3, 5-7, 9-11
3	OPERATE	1-4, 5-8, 9-12

Gambar 33. Sakelar Putar

i) Ukuran Gambar Simbol

Setiap teori ukuran tidak begitu diutamakan, akan tetapi agar dalam penggambaran simbol-simbol elektro dan elektronika dapat mendekati standar, dibawah ini akan diberikan tabel pendekatan untuk menentukan ukuran dalam penggambaran simbol.

Tabel 5. Pendekatan ukuran simbol

	Measurements in fractions of an inch							
	minimum				maximum			
	a	b	c	d	a	b	c	d
1.	.25	.06			.40	.10		
2.	.15				.30			
3.		.15	*			.25		
4.	.25		*		.35			
5.			.06				.10	
6.				.60				.80
7.			.06				.12	
8.								

Simbol untuk rangkaian elektro dan elektronika dapat digambar secara manual, menggunakan sablon simbol atau digambar dengan menggunakan program komputer.

c) Rangkuman 3

Pemakaian simbol-simbol listrik maupun elektronika pada proses menggambar berujuan untuk menyingkat keterangan-keterangan dengan menggunakan gambar. Hampir semua rangkaian listrik maupun elektronika menggunakan simbol-simbol. Penggunaan simbol-simbol sudah diatur dalam standar internasional.

d) Tugas 3

- 1) Pelajari kegiatan belajar jenis dan macam peralatan gambar!
- 2) Gambarlah pada kertas manila ukuran A4 gambar 23, 26, 27, 29, 30, 32 beserta keterangannya menggunakan penggaris, mal sablon dan rapido!

e) Tes Formatif 3

- 1) Sebutkan tujuan penggunaan simbol dalam gambar teknik listrik maupun elektronika!
- 2) Sebutkan lembaga-lembaga yang menormalisasi standarisasi gambar teknik listrik dan elektronika!
- 3) Gambarkan logo kapasitor dan artinya

f) Kunci Jawaban Formatif 3

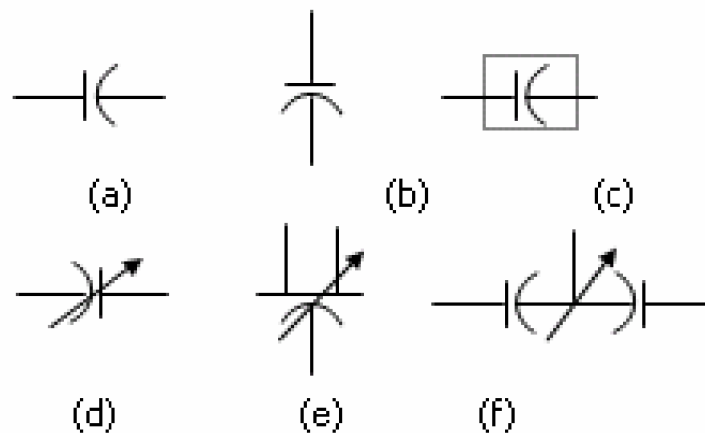
- 1) Simbol teknik listrik bertujuan untuk menyingkat keterangan-keterangan dengan menggunakan gambar. Simbol listrik sangat penting untuk

dipelajari dipahami karena hampir semua rangkaian listrik menggunakan simbol-simbol.

2) Lembaga yang menormalisasi simbol-simbol listrik dan elektronika antara lain:

- ANSI : American National Standard Institute
- JIC : Joint International Electrical Association
- NMEA : National Manufacturer Electrical Assotiation
- DIN : Deutche Industrial Norm
- VDE : Verband Deutcher Elektrotechniker
- NEC : National Electrical Code
- IEEE : The Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IEC : International Electrotechnical Commission.

3) Kapasitor;



Gambar 34. Simbol kapasitor.

- (a) Simbol umum.
- (b) Kapasitor berpolaritas.
- (c) Kapasitor dengan pelindung.
- (d) Kapasitor variabel (dapat diatur).
- (e) Kapasitor pengatur diferensial.
- (f) Split stator.

g) Lembar Kerja 3

Alat dan bahan:

- |  |          |
|--|----------|
| 1) Kertas gambar ukuran A <sub>3</sub> ..... | 1 lembar |
| 2) Pensil .....                              | 1 buah   |
| 3) Penghapus .....                           | 1 buah   |
| 4) Penggaris .....                           | 1 set    |
| 5) Rapido .....                              | 1 set    |
| 6) Sablon huruf dan angka, simbol .....      | 1 set    |

Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

- 1) Berdo'alah sebelum memulai kegiatan belajar!
- 2) Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar!
- 3) Gunakanlah peralatan gambar dengan hati-hati!


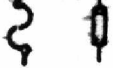





















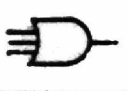

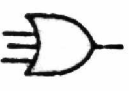

Langkah Kerja:

- 1) Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
- 2) Rekatkanlah dengan isolasi sudut kertas gambar!
- 3) Buatlah garis tepi!
- 4) Buatlah sudut keterangan gambar (stucklyst)!
- 5) Rencanakan tata letak (lay out) pembuatan gambar sesuai ukuran kertas!
- 6) Mulailah menggambar dengan menggunakan pensil lebih dahulu, baru disalin dengan rapido!
- 7) Kumpulkanlah hasil latihan jika sudah selesai!
- 8) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya!

Gambar Kerja:

Salinlah simbol elektronika dalam lembar berikut di atas kertas A<sub>3</sub> dengan menggunakan rapido!

Berilah judul gambar: SIMBOL ELEKTRONIKA

	Diode		Fuse/Zenering
	Breakdown diode zener		Relay
	Tunnel diode		Coil
	Silicon controlled rec- tifier (SCR)		P type field effects transistor
	Light detector resistance (LDR)		P type unijunction tran- sistor
	Photo electric tube		Double base transistor
	Rectifier tube		NPN transistor
	Resistor/thermistor		PNP transistor (emitter connection intrinsic re- gion)
	Potentiometer		PNPN transistor
	Static condenser		Tetrode transistor
	Variable condenser		PNPN transistor (re- mote base connection)
	Electrolyt condenser		AND integrated circuit
	Crystal		OR integrated circuit
	<b>ELECTRONIC SYMBOLS</b>		<b>ELECTRONIC № 12-45</b>

#### 4. Kegiatan Belajar 4: Interpretasi Gambar Teknik Elektronika

##### a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan belajar 4 berupa interpretasi gambar teknik listrik dan elektronika ini peserta diklat mampu menginterpretasikan gambar teknik listrik maupun gambar teknik elektronika.

##### b. Uraian Materi 4

###### a) Interpretasi simbol teknik listrik dan elektronika

Simbol teknik listrik dan elektronika bertujuan untuk meyingkat keterangan-keterangan dengan menggunakan gambar. Simbol listrik dan elektronika sangat penting untuk dipelajari karena hampir semua rangkaian listrik menggunakan simbol-simbol.

Gambar simbol untuk teknik telah diatur oleh lembaga normalisasi atau standardisasi. Beberapa lembaga yang menormalisasi simbol-simbol listrik dan elektronika antara lain:

- ANSI : American National Standard Institute
- JIC : Joint International Electrical Association
- NMEA : National Manufacturer Electrical Association
- DIN : Deutsche Industrial Norm
- VDE : Verband Deutcher Elektrotechniker
- NEC : National Electrical Code
- IEC : International Electrical Comission
- ANSI : American National Standart Institute
- IEEE : The Institute of Electrical and Electronics Engineers

Meskipun banyak lembaga yang mengeluarkan simbol listrik, dan elektronika namun dalam normalisasinya telah diatur sedemikian rupa sehingga suatu simbol tidak mungkin mempunyai dua maksud atau dua arti, begitu sebaliknya dua gambar simbol mempunyai satu maksud (interpretasi).

Simbol yang banyak digunakan di Indonesia adalah simbol dari Amerika dan Jerman. Simbol kedua negara tersebut agak berlainan bentuk maupun interpretasinya, namun semua itu dapat dipahami karena sama-sama bertujuan untuk memudahkan dan membuat lancar kegiatan teknik yang dihadapi.

#### b) Interpretasi gambar rangkaian teknik listrik dan elektronika

Yang dimaksud dengan interpretasi gambar rangkaian listrik adalah tafsiran atau terjemahan dari suatu gambar rangkaian listrik agar gambar tersebut dapat dibaca, dipasang, dioperasikan atau dikomunikasikan oleh pihak-pihak tertentu. Sedangkan interpretasi gambar elektronika adalah tafsiran atau terjemahan dari suatu gambar rangkaian listrik agar gambar tersebut dapat dibaca, dipasang, dioperasikan atau dikomunikasikan oleh pihak-pihak tertentu. Seseorang dapat dikatakan mampu menginterpretasikan gambar rangkaian listrik maupun elektronika apabila ia dapat membaca, memahami maksud yang ada pada suatu gambar rangkaian listrik dan elektronika.

Agar gambar rangkaian dapat diinterpretasikan oleh pihak lain secara efisien maka gambar tersebut harus menggunakan kode atau simbol teknik listrik maupun elektronika yang standar atau yang sudah dinormalisir. Pada modul terdahulu telah dibahas mengenai simbol teknik listrik dan elektronika baik yang berlaku di beberapa negara maupun yang berlaku internasional.

Orang yang berkecimpung di bidang teknik listrik dan elektronika harus dapat mengekspresikan ide tekniknya dengan menggunakan simbol-simbol teknik listrik dan elektronika. Selain itu juga harus dapat membaca,

memahami, berkomunikasi, memasang ataupun mengoperasikan aplikasi simbol listrik dan elektronika dari suatu gambar rangkaian.

c. Rangkuman 4

Hampir semua gambar teknik menggunakan simbol-simbol dalam penggambarannya yang bertujuan untuk menyingkat keterangan-keterangan dalam menggambar. Agar gambar rangkaian dapat diinterpretasikan oleh pihak lain secara efisien maka gambar tersebut harus menggunakan kode atau simbol teknik listrik maupun elektronika yang standar atau yang sudah dinormalisir. Orang yang berkecimpung di bidang teknik listrik dan elektronika harus dapat mengekspresikan ide tekniknya dengan menggunakan simbol-simbol teknik listrik dan elektronika. Selain itu juga harus dapat membaca, memahami, berkomunikasi, memasang ataupun mengoperasikan aplikasi simbol listrik dan elektronika dari suatu gambar rangkaian.

d. Tugas 4

- 1) Pelajarilah kegiatan belajar interpretasi gambar teknik!
- 2) Ambillah salah satu gambar rangkaian teknik listrik atau elektronika yang telah jadi. Interpretasikan gambar rangkaian yang sudah jadi tersebut!

e. Tes Formatif 4

- 1) Apakah tujuannya pemakaian simbol-simbol dalam gambar teknik?
- 2) Apakah yang dimaksud dengan interpretasi gambar rangkaian elektronika?
- 3) Mengapa pada gambar teknik harus menggunakan simbol teknik listrik maupun elektronika yang standar atau yang sudah dinormalisir?





- 4) Gambar untuk latihan 1 berikut menunjukkan bentuk dan nama suatu peralatan instalasi listrik. Tugas kalian adalah membuat gambar simbol dari peralatan tersebut. Isikanlah pada kolom yang tersedia!










BENTUK	NAMA	SIMBOL INTERNASIONAL
	Sakelar kutub satu	
	Sakelar kutub dua	
	Sakelar kutub tiga	
	Sakelar seri	
	Sakelar tukar	
	Sakelar silang	
	Sakelar kedap air Schakelaar	
	Kotak-kontak dinding	
	Kotak-kontak dinding ganda	
	Kotak kontak dinding dengan kontak pengaman	








	Tusuk kontak	
	Kontak tusuk dengan kabel yang dapat dipindah-pindahkan	
	Kotak kontak alat	
	Alat listrik untuk rumah tangga	
	Elemen pemanas alat pemanas	
	Armaturnya penerangan kedap air	
	Jalur teminal	
	Pengaman sakelar kutub tiga tegangan nol kutub dua	
	Pemisah dengan pengaman	

	Pemisah sorong	
	Pelayanan dengan elemen dwi logam	
	Pelayanan dengan jam	
	Sakelar dengan pelayanan elektromagnetik	
	Motor	
	Transformator	

5) Gambar untuk latihan 2 menunjukkan bentuk dan nama suatu komponen elektronika. Tugas saudara adalah membuat gambar simbol dari komponen tersebut. Isikanlah pada kolom yang tersedia!

BENTUK	NAMA	SIMBOL INTERNASIONAL
	Kapasitor	
	Kapasitor elektrolit	

	Kapasitor variabel	
	Piezoelektrik kristal	
	Diode	
	Induktor/kumparan	
	Jack	
	Bola lampu (neon)	
	Bola lampu	
	Meter	
	Resistor/tahanan	






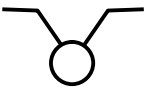
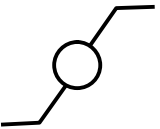
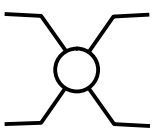
	Potensiometer	
	Sakelar SPST	
	Transformator	
	Transformator variabel	
	Transformator variabel	
	Transistor	
	Tabung	

f. Kunci Jawaban Formatif 4


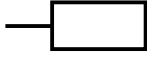



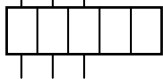







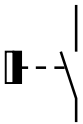
- 1) Simbol teknik listrik dan elektronika bertujuan untuk meyingkat keterangan-keterangan dengan menggunakan gambar.
- 2) Interpretasi gambar elektronika adalah tafsiran atau terjemahan dari suatu gambar rangkaian listrik agar gambar tersebut dapat dibaca, dipasang, dioperasikan atau dikomunikasikan oleh pihak-pihak tertentu.

3) Agar gambar rangkaian dapat diinterpretasikan oleh pihak lain secara efisien


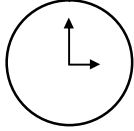

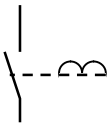


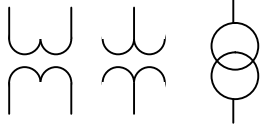
4) Simbol listrik

BENTUK	NAMA	SIMBOL INTERNASIONAL
	Sakelar kutub satu	
	Sakelar kutub dua	
	Sakelar kutub tiga	
	Sakelar seri	
	Sakelar tukar	
	Sakelar silang	


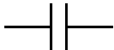

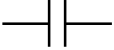
	Sakelar kedap air Schakelaar	
	Kotak-kontak dinding	
	Kotak-kontak dinding ganda	
	Kotak kontak dinding dengan kontak pengaman	
	Tusuk kontak	
	Kontak tusuk dengan kabel yang dapat dipindah- pindahkan	
	Kotak kontak alat	
	Alat listrik untuk rumah tangga	










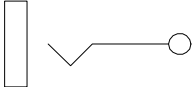

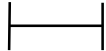



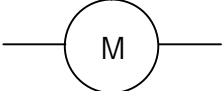


	Elemen pemanas alat pemanas	
	Armatur penerangan kedap air	
	Jalur teminal	
	Pengamanan sakelar kutub tiga tegangan nol kutub dua	
	Pemisah dengan pengaman	
	Pemisah sorong	
	Pelayanan dengan elemen dwi logam	


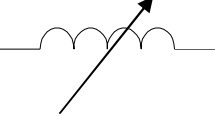



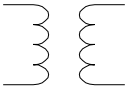

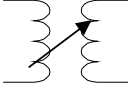

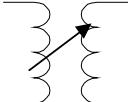

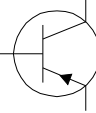

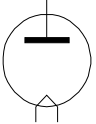


	Pelayanan dengan jam	
	Sakelar dengan pelayanan elektromagnetik	
	Motor	M
	Transformator	

5) Simbol elektronika

BENTUK	NAMA	SIMBOL INTERNASIONAL
	Kapasitor	
	Kapasitor elektrolit	

	Kapasitor variabel	
	Piezoelektrik kristal	
	Diode	
	Induktor/kumparan	
	Jack	
	Bola lampu (neon)	
	Bola lampu	
	Meter	
	Resistor/tahanan	

	<p>Potensiometer</p>	
	<p>Sakelar SPST</p>	
	<p>Transformator</p>	
	<p>Transformator variabel</p>	
	<p>Transformator variabel</p>	
	<p>Transistor</p>	
	<p>Tabung</p>	

g. Lembar Kerja 4

Alat dan Bahan:

- |  |          |
|--|----------|
| 1) Kertas gambar ukuran A <sub>3</sub> ..... | 2 lembar |
| 2) Penghapus .....                           | 1 buah   |
| 3) Pensil .....                              | 1 buah   |
| 4) Rapido .....                              | 1 set    |
| 5) Sablon huruf dan angka, simbol .....      | 1 set    |

Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

- 1) Berdo'alah sebelum memulai kegiatan belajar!
- 2) Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar!
- 3) Gunakanlah peralatan gambar dengan hati-hati!

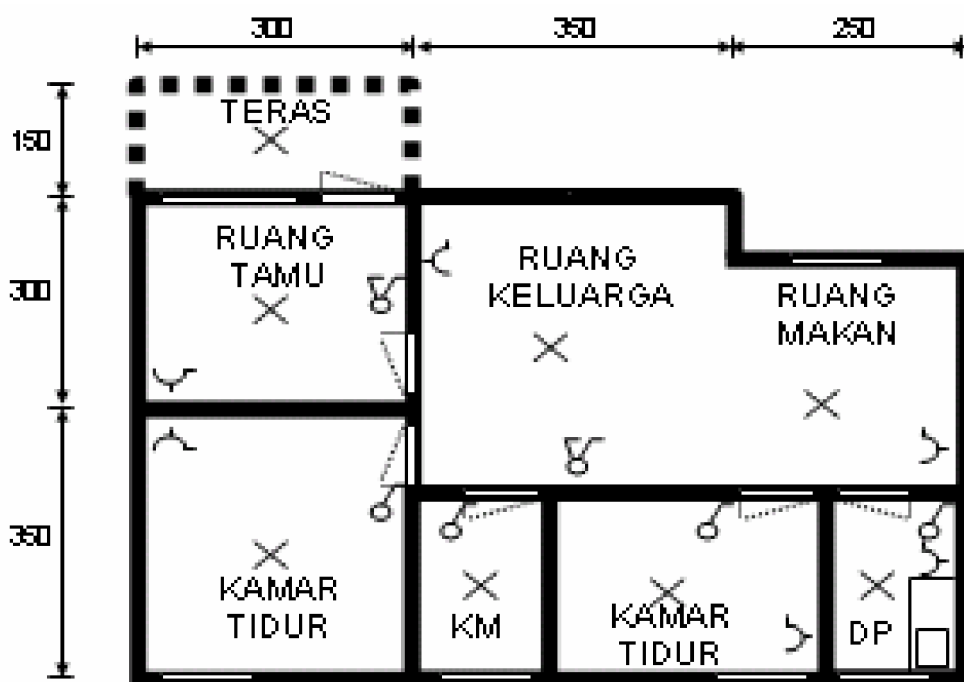
Langkah kerja:

- 1) Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
- 2) Rekatkanlah dengan isolasi sudut kertas gambar!
- 3) Buatlah garis tepi!
- 4) Buatlah sudut keterangan gambar (stucklyst)!
- 5) Kerjakanlah lembar latihan di bawah ini!
- 6) Rencanakan tata letak (lay out) pembuatan gambar!
- 7) Mulailah menggambar dengan menggunakan pensil lebih dahulu, baru disalin dengan rapido!
- 8) Kumpulkanlah hasil latihan jika sudah selesai!
- 9) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya!

10) Berilah judul Interpretasi gambar teknik listrik dan elektronika!

Gambar Kerja:

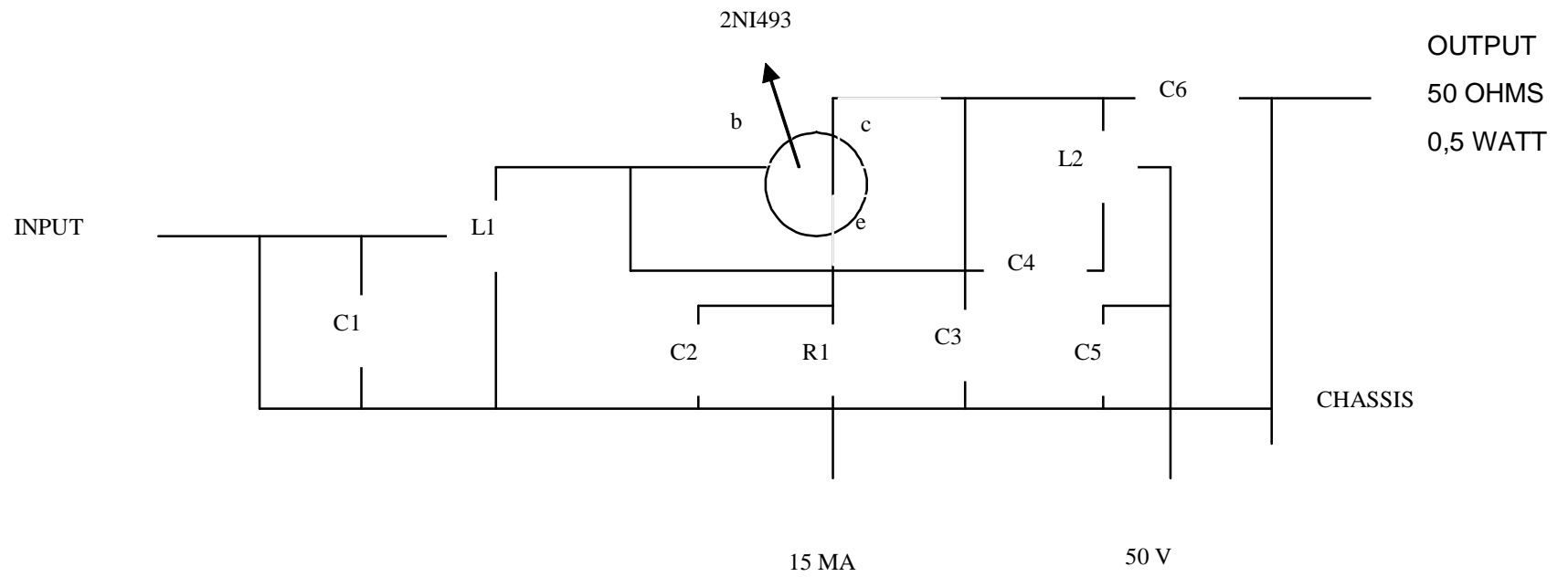
- 1) Lengkapilah gambar instalasi penerangan berikut dengan diagram garis tunggal dilengkapi dengan jumlah kawatnya !



SKALA = 1 : 100  
TINGGI = 2,30 M

Gambar 35. Instalasi Listrik dalam Rumah

- 2) Lengkapilah gambar rangkaian amplifier daya berikut dengan simbol yang telah dinormalisasi!



Gambar 36. Gambar Rangkaian Elektronika

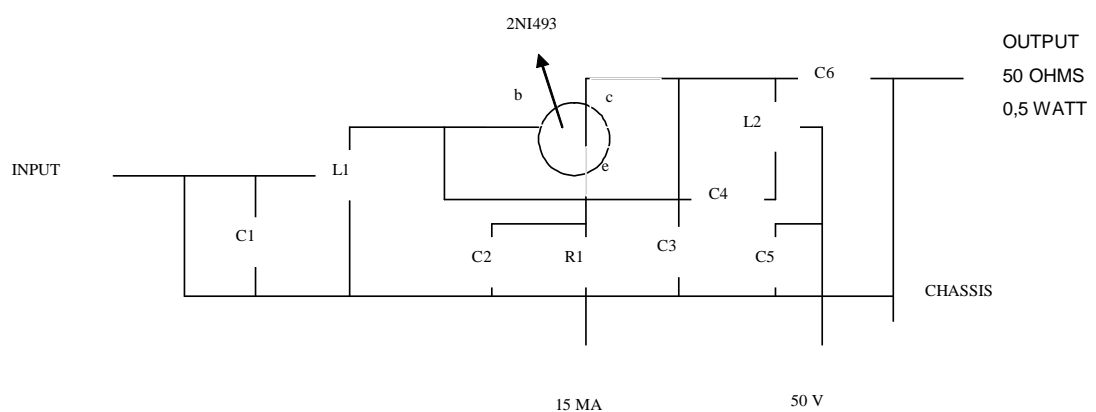
## BAB III

### EVALUASI

---

#### A. PERTANYAAN

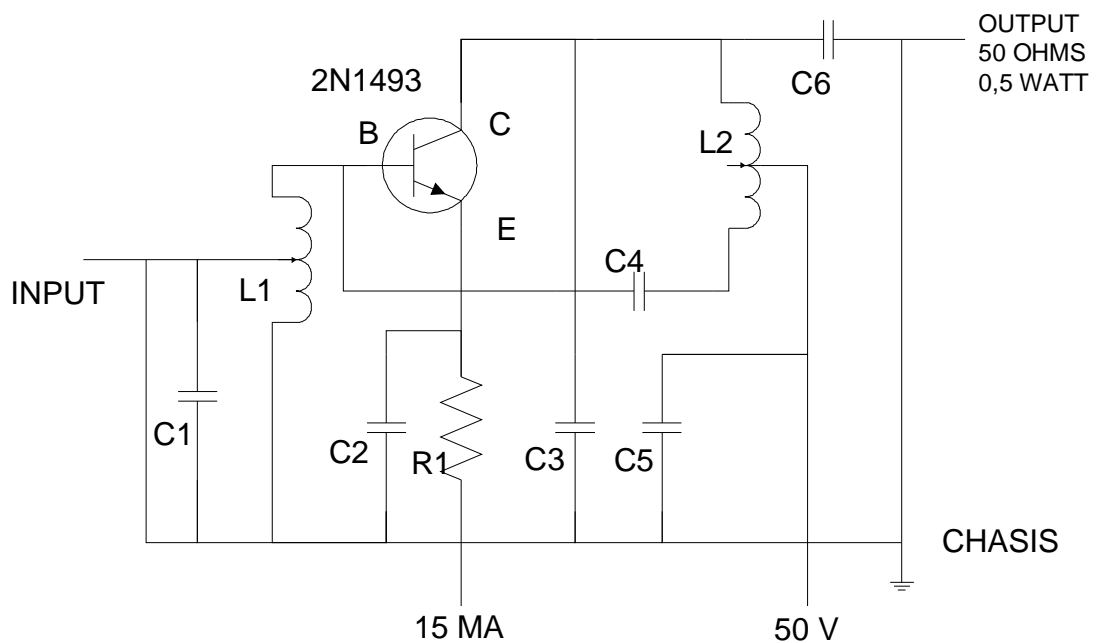
1. Identifikasikanlah peralatan gambar menurut jenis dan kegunaannya!
2. Mengapa dalam gambar teknik harus dibuat standarisasi baik secara nasional maupun secara internasional?
3. Sebutkan tujuan penggunaan simbol dalam gambar teknik listrik maupun elektronika!
4. Lengkapilah gambar rangkaian amplifier daya berikut dengan simbol yang telah dinormalisasi!



Gambar 37. Gambar Rangkaian Elektronika

## B. KUNCI JAWABAN EVALUASI

1. Identifikasi peralatan gambar teknik:
2. Dalam gambar teknik harus dibuat standar karena berfungsi sebagai alat komunikasi universal antara perencana dan pelaksana, maka agar mudah dipahami harus dibuat standar.
3. Simbol teknik listrik bertujuan untuk menyingkat keterangan-keterangan dengan menggunakan gambar. Simbol listrik sangat penting untuk dipelajari dipahami karena hampir semua rangkaian listrik menggunakan simbol.
4. Hasil gambar dengan simbol



Gambar 39. Gambar Rangkaian Elektronika



### C. KRITERIA KELULUSAN

Kriteria	Skor (1-10)	Bobot	Nilai	Keterangan
Kognitif (soal no 1 s/d 3)		3		Syarat lulus nilai minimal 70
Kebenaran gambar		3		
Kerapian, kebersihan, estetika gambar		2		
Ketepatan waktu		1		
Ketepatan penggunaan alat		1		
Nilai Akhir				

## BAB IV

### PENUTUP

---

Peserta diklat yang telah mencapai syarat kelulusan minimal modul TU-002 serta modul TU-001 dan TU-007, dapat melanjutkan ke modul TU-008 atau TU-009. Apabila peserta diklat dinyatakan tidak lulus dalam mengambil modul TU-002 ini, maka peserta diklat harus mengulang modul ini dan tidak diperkenankan untuk mengambil modul selanjutnya.

Jika peserta diklat telah lulus menempuh 9 modul, maka peserta diklat berhak memperoleh sertifikat kompetensi Mengoperasikan Peralatan Telekomunikasi Konsumen.

## DAFTAR PUSTAKA

---

- Baer, Charles J & Ottaway John R. (1980), Electrical and Electronics Drawing Fourth Edition. Mc Graw-Hill Company.
- Brechmann, Gerhard. (1993). Table for the Electric Trade. Deutche Gesselchaft fiir Technische Zusammenarbeit (GTZ) Gmbh, Eschborn Federal Republic of Germany.
- Darsono & Agus Ponidjo (t.th). Petunjuk Praktek Listrik 2. Depdikbud Dikmenjur.
- Harten, P. Van & E. Setiawan (1991). Instalasi Listrik Arus Kuat 1. Binacipta.
- Koch, Robert. (1997). Perencanaan Instalasi Listrik. Angkasa. Bandung.
- Slamet Mulyono & Djihar Pasaribu (1978). Menggambar Teknik Listrik 2. Depdikbud.
- Singh, Surjit. (1984). General Electric Drawing. PK & Co Technical Publisher, New Delhi.
- Suryatmo, F. (1993). Teknik Listrik Instalasi Penerangan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Takeshi Sato & N. Sugiarto. (1986). Menggambar Mesin Menurut Standar ISO. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Zamtinah. (1990). Diktat Gambar Teknik. FPTK IKIP Yogyakarta.