

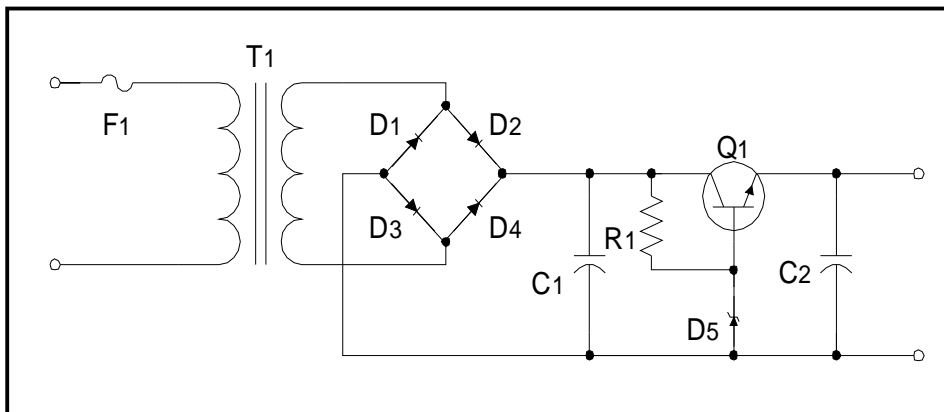
KODE MODUL

EI.001



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI

Menggambar Teknik Elektronika dan Layout pada PCB



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

KATA PENGANTAR

Modul Menggambar Teknik Elektronika dan Layout pada PCB digunakan sebagai panduan kegiatan belajar untuk membentuk salah satu kompetensi, yaitu : Mengoperasikan Peralatan Industri Berbasis Peralatan Elektronik. Modul ini dapat digunakan untuk peserta diklat pada Program Keahlian Teknik Elektronika Industri.

Modul ini memberikan latihan untuk mempelajari identifikasi dan prosedur gambar teknik elektronika berdasarkan pada Standar gambar teknik listrik dan teknik elektronika. Modul ini terdiri atas empat kegiatan belajar. Kegiatan Belajar 1 membahas tentang mengidentifikasi peralatan dan bahan gambar teknik. Kegiatan Belajar 2 membahas tentang mengetahui simbol-simbol elektronika. Kegiatan Belajar 3 membahas tentang trampil menggambar rangkaian elektronika. Kegiatan Belajar 4 membahas tentang implementasi rangkaian elektronika menjadi gambar layout pada PCB.

Yogyakarta, Desember 2003

Penyusun.

Tim Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

DAFTAR ISI MODUL

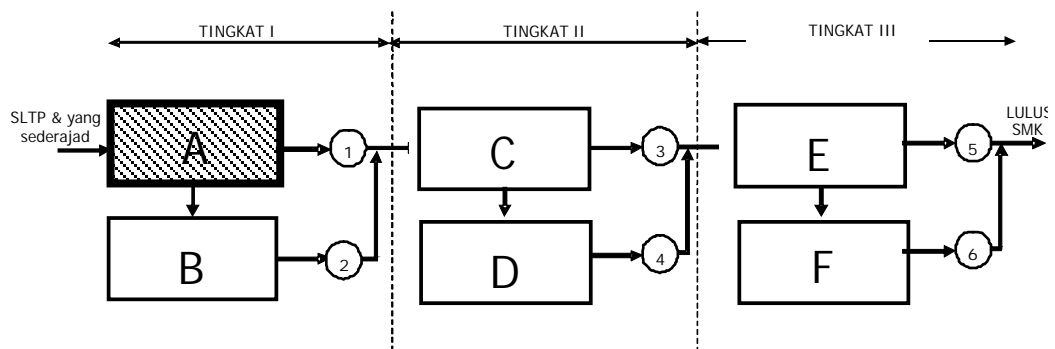
| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN DEPAN | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| PETA KEDUDUKAN MODUL | v |
| PERISTILAHAN/ GLOSSARY | viii |
| | |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. DESKRIPSI | 1 |
| B. PRASYARAT | 1 |
| C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL | 2 |
| 1. Petunjuk bagi Peserta Diklat | 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: Identifikasi Peralatan dan Bahan Gambar Teknik | 7 |
| a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran | 7 |
| b. Uraian Materi 1 | 7 |
| c. Rangkuman 1 | 19 |
| d. Tugas 1 | 19 |
| e. Tes Formatif 1 | 19 |
| f. Kunci Jawaban Formatif 1 | 19 |
| g. Lembar Kerja 1 | 20 |

| | |
|---|----|
| 2. Kegiatan Belajar 2 : Simbol-Symbol Elektronika..... | 22 |
| a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran | 22 |
| b. Uraian Materi 2 | 22 |
| c. Rangkuman 2 | 28 |
| d. Tugas 2 | 28 |
| e. Tes Formatif 2 | 29 |
| f. Kunci Jawaban Formatif 2 | 29 |
| g. Lembar Kerja 2 | 29 |
| 3. Kegiatan Belajar 3 : Menggambar Rangkaian Elektronika | 32 |
| a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran | 32 |
| b. Uraian Materi 3 | 32 |
| c. Rangkuman 3 | 34 |
| d. Tugas 3 | 34 |
| e. Tes Formatif 3 | 34 |
| f. Kunci Jawaban Formatif 3 | 34 |
| g. Lembar Kerja 3 | 34 |
| 4. Kegiatan Belajar 4: Implementasi Gambar Rangkaian Elektronika Menjadi Layout pada PCB | 36 |
| a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran | 36 |
| b. Uraian Materi 4 | 36 |
| c. Rangkuman 4 | 40 |
| d. Tugas 4 | 40 |
| e. Tes Formatif 4 | 40 |
| f. Kunci Jawaban Formatif 4 | 40 |
| g. Lembar Kerja 4 | 41 |
| III.EVALUASI | 42 |
| A. PERTANYAAN | 42 |
| B. KUNCI JAWABAN | 42 |
| C. LEMBAR PENILAIAN | 43 |
| IV. PENUTUP | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | 45 |

PETA KEDUDUKAN MODUL

A. Diagram Pencapaian Kompetensi

Diagram ini menunjukkan tahapan urutan pencapaian kompetensi yang dilatihkan pada peserta didik dalam kurun waktu tiga tahun. Modul Menggambar Teknik Elektronika dan Layout pada PCB merupakan salah satu dari 27 modul untuk membentuk kompetensi Mengoperasikan Peralatan Industri Berbasis Peralatan Elektronik (blok A).

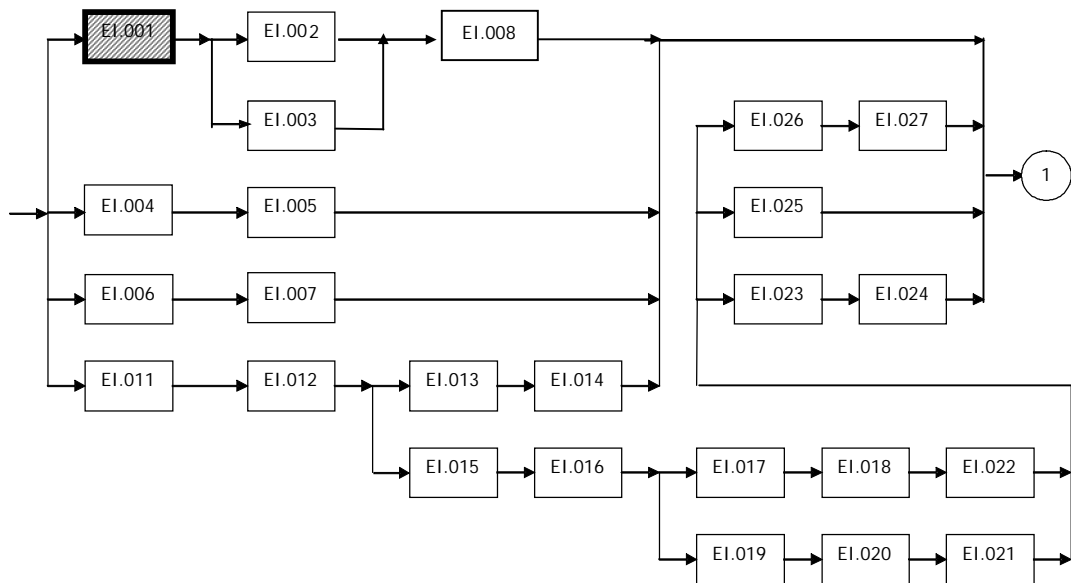


Keterangan :

- A. : Mengoperasikan peralatan industri berbasis peralatan elektronik
- B. : Merawat peralatan industri berbasis peralatan elektronik
- C. : Menginstalasi peralatan kontrol proses berbasis peralatan elektronik
- D. : Menerapkan peralatan kontrol proses berbasis peralatan elektronik
- E. : Trouble shooting peralatan kontrol proses berbasis peralatan elektronik
- F. : Memperbaiki peralatan kontrol proses berbasis peralatan elektronik

B. Kedudukan Modul

Modul EI.001 ini merupakan prasyarat untuk menempuh modul EI.002 dan EI.003.



Keterangan :

- EI.001 Menggambar Teknik Elektronika dan Layout pada PCB
- EI.002 Menggambar Teknik Elektronika berbantuan komputer
- EI.003 Menggambar Layout PCB Berbantuan komputer
- EI.004 Menggambar Chasis Elektronika
- EI.005 Menggambar Chasis Elektronika Berbantuan komputer
- EI.006 Keselamatan dan Kesehatan Kerja
- EI.007 Teknologi Bengkel Elektronika
- EI.008 Pemrosesan PCB
- EI.009 Pengawatan PCB
- EI.010 Perakitan Peralatan Elektronika
- EI.011 Elektrostatika
- EI.012 Elektrodinamika
- EI.013 Komponen Pasif
- EI.014 Komponen Aktif
- EI.015 Kemagnetan
- EI.016 Rangkaian Listrik DC
- EI.017 Rangkaian Listrik AC
- EI.018 Konsep Dasar Mesin Listrik
- EI.019 Pengoperasian Alat Ukur Listrik DC
- EI.020 Pengoperasian Alat Ukur Listrik AC
- EI.021 Pengoperasian Alat Ukur Frekuensi (CRO)

- EI.022 Teknik Pengoperasian Motor DC
- EI.023 Teknik Pengoperasian Motor AC
- EI.024 Teknik Pengoperasian Peralatan Kendali Berbasis Elektronik
- EI.025 Teknik Pengoperasian Peralatan Kendali Berbasis Pneumatik
- EI.026 Teknik Pengoperasian Peralatan Kendali Berbasis Hidrolik
- EI.027 Komponen Semi Konduktor

PERISTILAHAN/ GLOSSARY

ANSI : American National Standard Institute.

IEEE : The Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IEC : International Electrotechnical Commission.

SNI : Standar Nasional Indonesia

BAB I

PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI JUDUL

Menggambar Teknik Elektronika dan Layout pada PCB merupakan modul yang memiliki ruang lingkup meliputi : identifikasi dan prosedur gambar teknik elektronika berdasarkan pada standar gambar teknik elektronika dan listrik serta mengimplentasikan gambar rangkaian elektronika menjadi layout pada PCB.

Modul ini terdiri atas 4 kegiatan belajar, yang mencakup identifikasi peralatan dan bahan gambar teknik pengetahuan mengenai simbol-simbol elektronik, ketrampilan menggambar elektronika, implementasi rangkaian elektronika menjadi gambar layout pada PCB.

Setelah selesai menggunakan modul ini, peserta diklat memiliki kemampuan menggambar, menganalisis dan mengimplementasikan rangkaian elektronika menjadi gambar layout pada PCB. Modul ini terkait dengan modul lain yang membahas tentang menggambar chasis elektronika dan pemrosesan PCB.

B. PRASYARAT

Modul Menggambar Teknik Elektronika dan Layout pada PCB merupakan modul awal pembelajaran maka tidak membutuhkan persyaratan telah lulus modul yang lain atau tidak membutuhkan kemampuan awal yang harus dimiliki peserta diklat.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Petunjuk bagi Peserta Diklat

Peserta diklat diharapkan dapat berperan aktif dan berinteraksi dengan sumber belajar yang dapat digunakan, karena itu harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

a. Langkah-langkah belajar yang ditempuh

- 1) Persiapkan 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 guru.
- 4) Buatlah sudut keterangan gambar(stucklyst) lebih dahulu sebelum mulai menggambar.
- 5) Kembalikan semua peralatan praktik yang digunakan.

b. Perlengkapan yang harus dipersiapkan

Guna menunjang keselamatan dan kelancaran tugas/ pekerjaan yang harus dilakukan, maka persiapkanlah seluruh perlengkapan yang diperlukan. Beberapa perlengkapan yang harus dipersiapkan adalah:

- 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 melakukan tugas :

- 1) Menggambar simbol-simbol elektronika
- 2) Menggambar rangkaian elektronika
- 3) Membuat gambar layout pada PCB

2. Peran Guru

Guru yang akan mengajarkan modul ini hendaknya mempersiapkan diri sebaik-baiknya yaitu mencakup aspek strategi pembelajaran, penguasaan materi, pemilihan metode, alat bantu media pembelajaran, dan perangkat evaluasi.

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 sub kompetensi yang ada dalam GBPP.

D. TUJUAN AKHIR

Peserta diklat dapat menggambar rangkaian elektronika berdasarkan standar gambar teknik dan dapat mengimplementasikannya menjadi gambar layout pada PCB.

E. KOMPETENSI

Modul ini merupakan subkompetensi Menguasai gambar teknik elektronika yang menjadi salah satu unsur untuk membentuk kompetensi mengoperasikan peralatan industri berbasis peralatan elektronik. Uraian subkompetensi ini dijabarkan seperti ini.

| Sub Kompetensi | Kriteria Unjuk Kerja | Lingkup Belajar | Materi Pokok Pembelajaran | | |
|--|---|--|--|---|--|
| | | | Sikap | Pengetahuan | Ketrampilan |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| A.1 Menguasai gambar teknik elektronika | A.1.1. Identifikasi dan prosedur gambar teknik elektronika berdasarkan pada 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 | <ul style="list-style-type: none"> · Jenis dan macam peralatan gambar · Standarisasi gambar teknik listrik dan teknik elektronika | <ul style="list-style-type: none"> · Mengoperasikan peralatan gambar · Menggambar dengan standarisasi gambar teknik listrik dan teknik elektronika · Menggambar teknik listrik dan teknik elektronika |
| | | | Kemampuan menginterpretasikan gambar teknik elektronika | Interpretasi gambar teknik elektronika | Menginterpretasikan gambar teknik listrik dan teknik elektronika |

F. CEK KEMAMPUAN

Sebelum mempelajari modul ini, isilah cek list (√) kemampuan yang telah anda miliki dengan sikap jujur dan dapat dipertanggung jawabkan:

| Sub Kompetensi | Pernyataan | Jawaban | | Bila Jawaban "Ya" Kerjakan |
|-------------------------------------|--|---------|-------|----------------------------|
| | | Ya | Tidak | |
| Menguasai gambar teknik elektronika | 1. Saya mampu mengidentifikasi peralatan dan bahan gambar teknik | | | Soal Tes Formatif 1 |
| | 2. Saya mampu mengetahui simbol-simbol elektronika | | | Soal Tes Formatif 2 |
| | 3. Saya mampu menggambar rangkaian elektronika | | | Soal Tes Formatif 3 |
| | 4. Saya mampu mengimplementasikan rangkaian elektronika menjadi gambar layout pada PCB | | | Soal Tes Formatif 4 |

BAB II PEMBELAJARAN

A. RENCANA PEMBELAJARAN

Kompetensi : Mengoperasikan Peralatan Industri Berbasis Peralatan Elektronik

Sub Kompetensi : Menguasai Gambar Teknik Elektronika

| Jenis Kegiatan | Tanggal | Waktu | Tempat Belajar | Alasan Perubahan | Tanda Tangan Guru |
|--|---------|-------|----------------|------------------|-------------------|
| Mengidentifikasi peralatan dan bahan gambar teknik | | | | | |
| Mengetahui simbol-simbol elektronika | | | | | |
| Menggambar rangkaian elektronika | | | | | |
| Mengimplementasikan rangkaian elektronika menjadi gambar layout pada PCB | | | | | |

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1 : Identifikasi Peralatan dan Bahan Gambar Teknik

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran 1, peserta diklat diharapkan dapat mengidentifikasi peralatan dan bahan gambar teknik.

b. Uraian Materi 1

1) Alat dan Bahan Konvensional

Macam-macam bahan yang digunakan dalam menggambar adalah

- 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 teliti dan keawetannya sangat diperlukan, serta tidak boleh memuai atau menyusut.

Kertas gambar yang dipergunakan mempunyai ukuran-ukuran yang telah dinormalisir. Ukuran yang paling banyak dipergunakan adalah dari seri A. Seri A ini mempunyai ukuran standar yang dinyatakan dengan membubuhkan 0 (nol) di belakang huruf A, dan ukuran-ukuran yang lebih kecil dengan membubuhkan angka 1 sampai dengan 4. Ukuran standar, yaitu A0, mempunyai luas 1 m^2 , dengan perbandingan panjang terhadap lebar sebagai $\sqrt{2}:1$. 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 dilihat pada Tabel 1. Pada umumnya kertas

gambar diletakkan dengan sisi yang panjang mendatar, kecuali untuk kertas ukuran A4, yang sisi panjangnya diletakkan vertikal. Pada Tabel 1 diberikan juga ukuran garis tepi dari masing-masing ukuran kertas.

Tabel 1. Lambang Ukuran Kertas Gambar

| | | | | | | |
|-------|----------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| a x b | | 841 x 1189 | 594 x841 | 420 x 594 | 297 x 420 | 210 x 297 |
| c min | | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 |
| d min | Tanpa tepi jepit | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 |
| | Dengan tepi jepit | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |

2) Pensil dan Pena (Rapido)

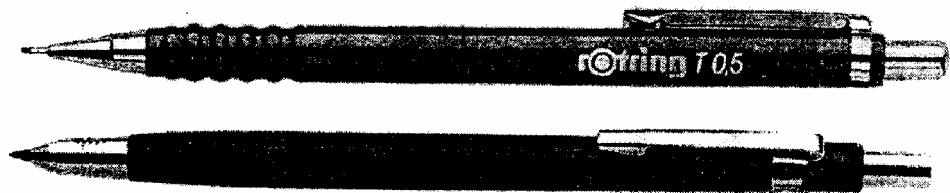
Pensil mekanik dengan isian digunakan untuk menggambar dengan pensil. Ada beberapa tingkat kekerasan. Penggunaannya didasarkan atas permukaan dan jenis kertas gambar. Jenis isian pensil gambar terdapat dari 9H (sangat keras) sampai 8B (sangat lunak).

Menggambar sebaiknya digunakan tingkat kekerasan berikut:

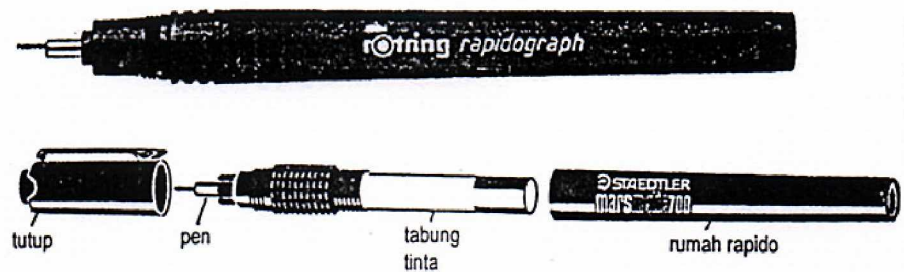
- a) Garis bantu ® 2H
- b) Garis ® F
- c) Tulisan, garis penuh tebal ® HB

Isian halus pada pensil mekanik dengan ketebalan 0,3 mm dan 0,5 mm sangat cocok untuk penggambaran diatas kertas atau kertas kalkir. Dengan isian ini, kita tidak perlu meraut atau meruncingkan pensil. 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

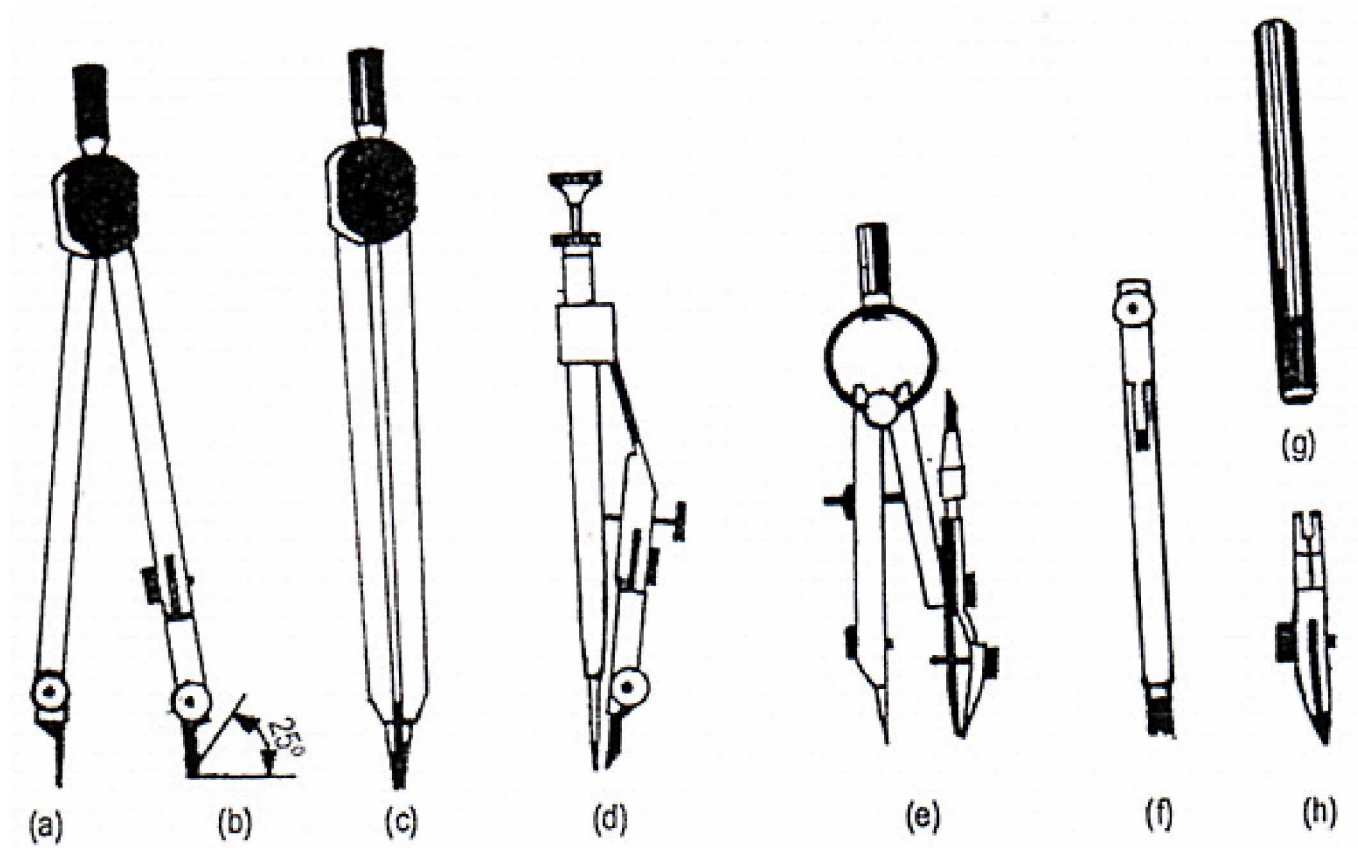


Gambar 2. Pena Teknik

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. Disamping 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

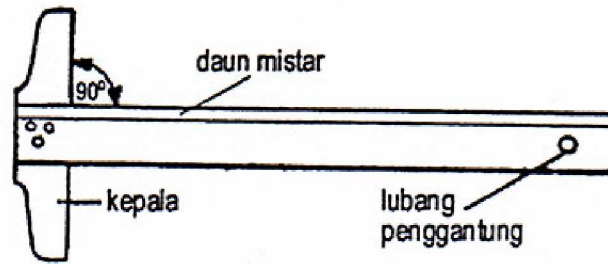
Sebuah penggaris – T terdiri dari sebuah kepala dan sebuah daun. Garis-garis horizontal ditarik dengan penggaris –T ini, dengan menekan kepala pada tepi kiri dari meja gambar, dan menggesernya keatas atau ke bawah. Supaya hasil dari garis-garis dapat sejajar benar, kepala dari penggaris ini harus betul-betul diikat pada daunnya.

b) Penggaris Segi-Tiga

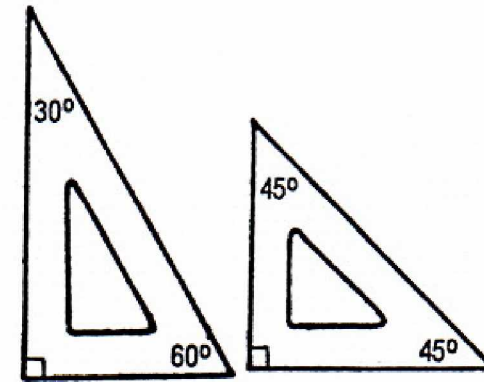
Sepasang segitiga terdiri dari segitiga siku sama kaki dan sebuah segitiga siku 60^0 . Ukuran segitiga ini ditentukan oleh panjang 1, dan berkisar antara 100 sampai 300 mm.

c) Sablon (mal)

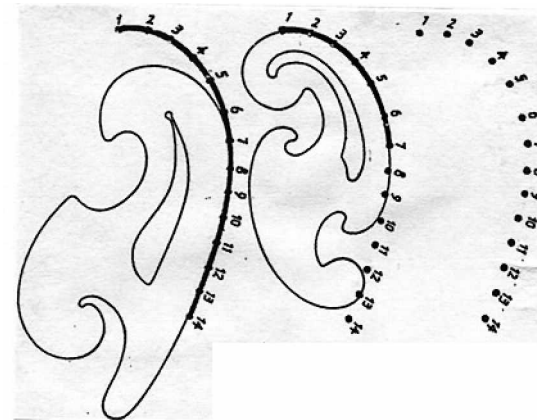
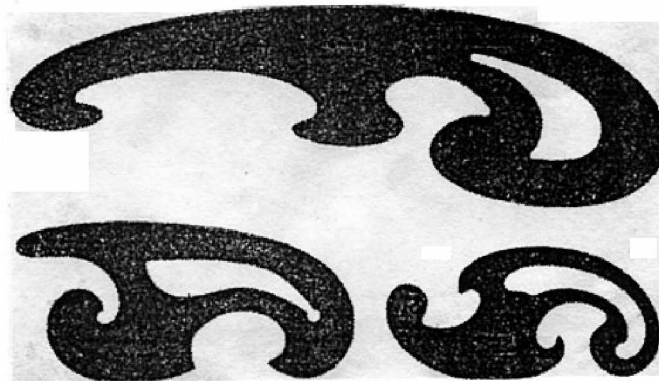
Sablon atau yang digunakan untuk teknik elektro antara lain: mal lengkungan, mal bentuk, mal huruf dan mal untuk simbol-simbol elektro dan elektronika. Gambar 5 menunjukkan mal-mal tersebut.



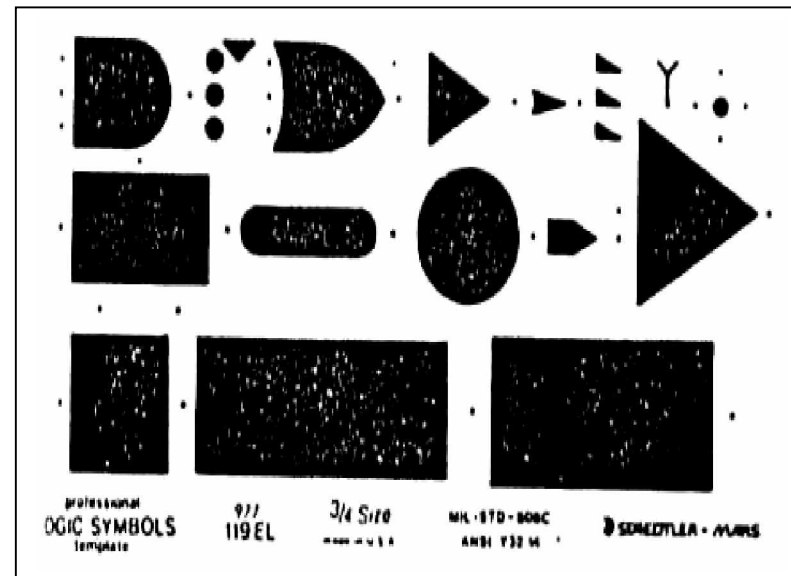
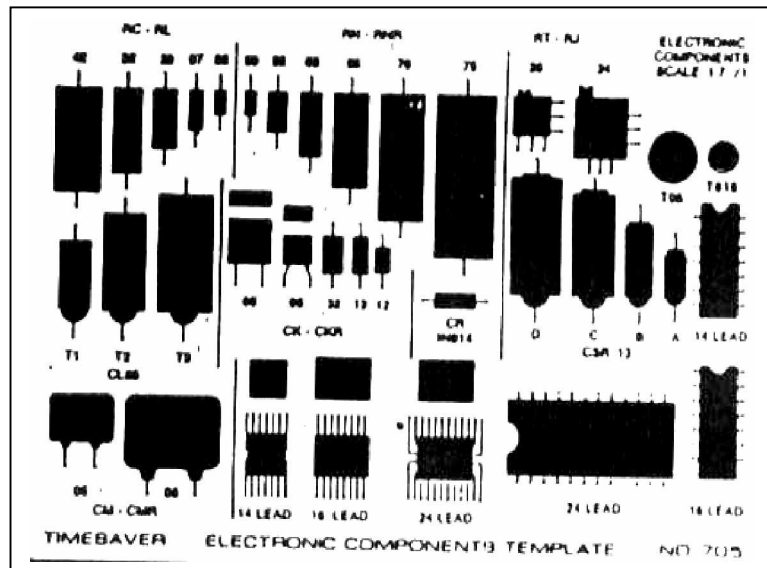
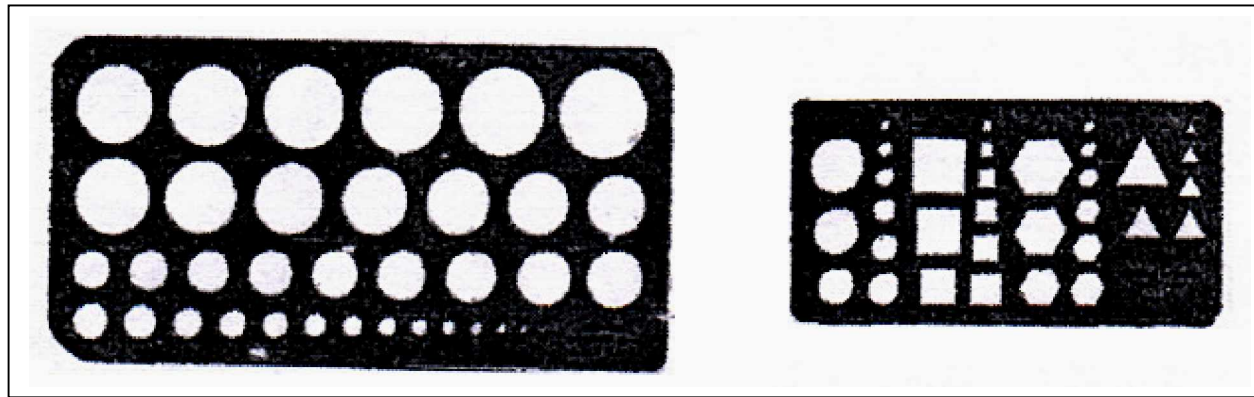
a. Penggaris-T

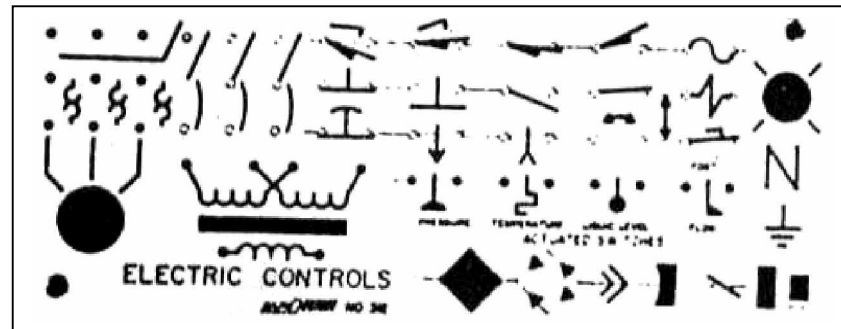
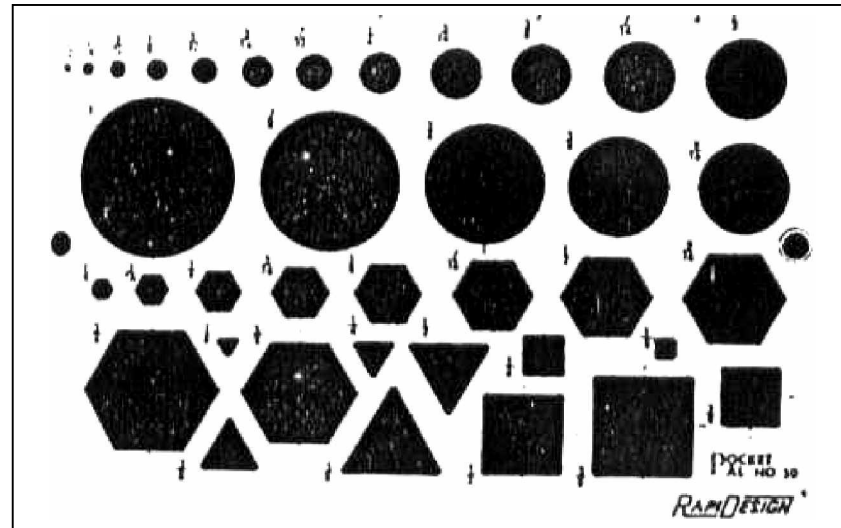


b. Penggaris segitiga



Gambar 4. Macam-Macam Penggaris



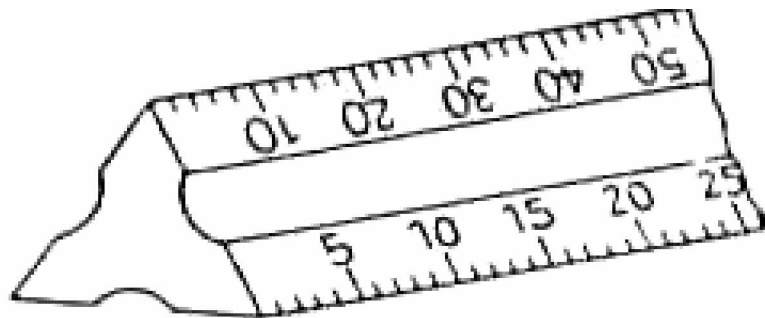


Gambar 5. Macam-Macam Mal (Sablon)

5) Alat-Alat Lain

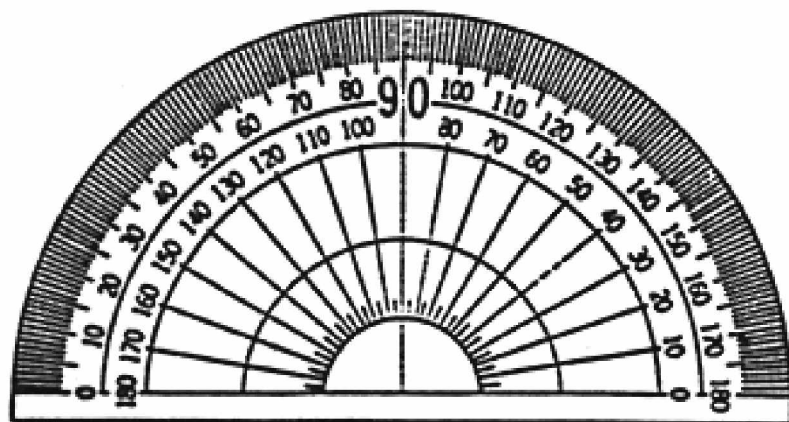
Berbagai macam alat dipergunakan untuk menggambar, disamping alat-alat yang telah dibahas sebelumnya.

- 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.)



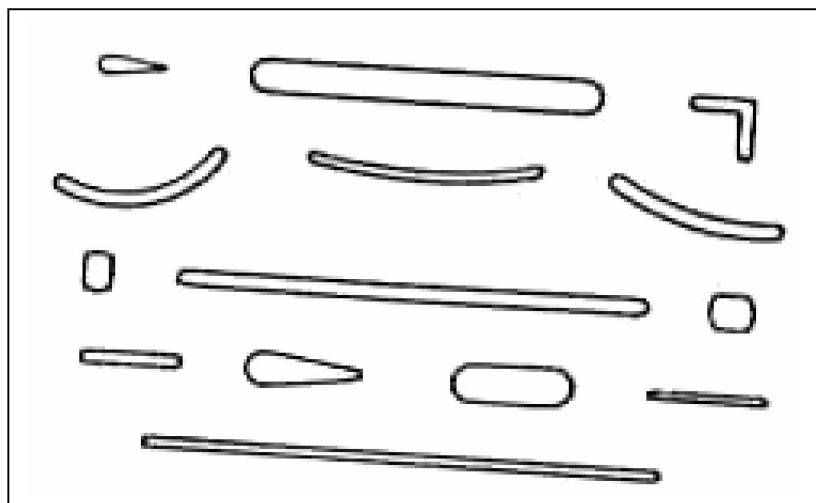
Gambar 6. Mistar Skala

- 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° (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.

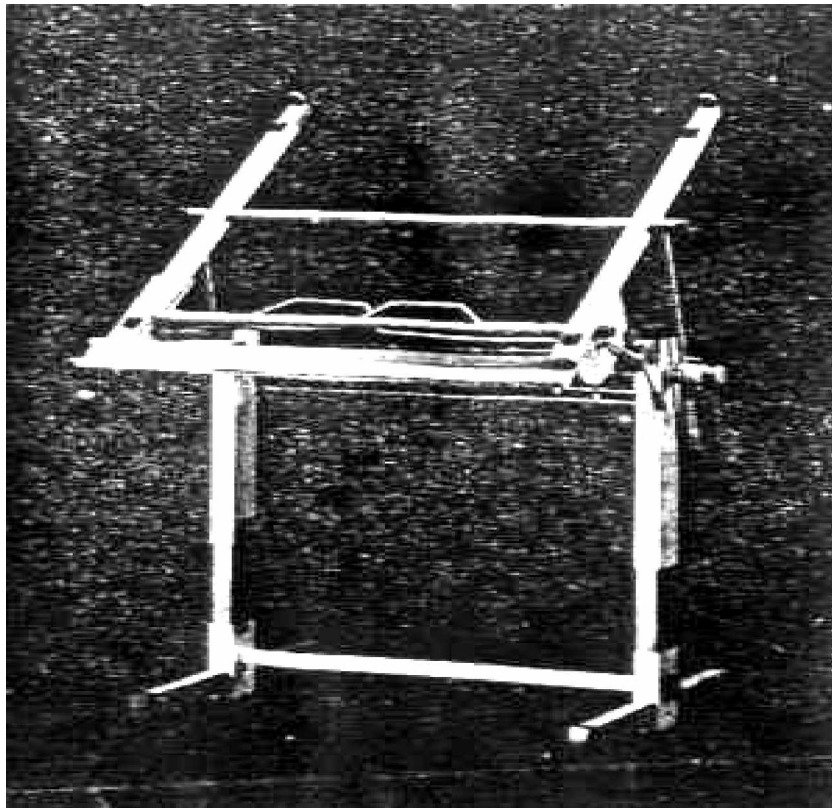


Gambar 8. Pelindung Penghapus

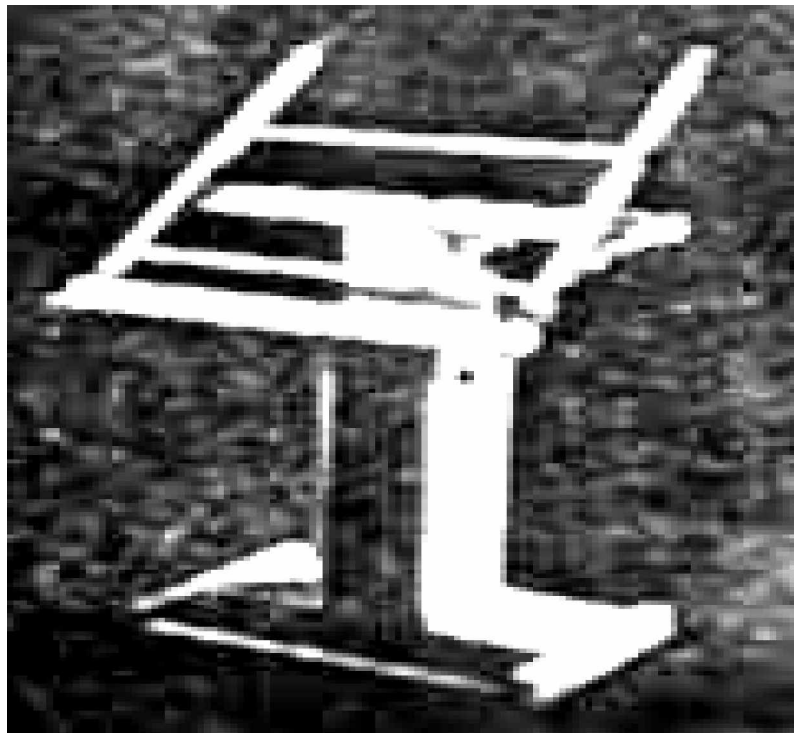
- e) Pita Gambar : Untuk menempelkan kertas gambar diatas papan gambar tidak lagi dipergunakan paku payung, karena ini akan merusak papan gambar, dan akan mengganggu pergerakan penggaris. Sekarang terdapat pita gambar yang akan menempelkan pita gambar pada papan gambar. Jangan

menggunakan pita rekat (cellotape), karena daya rekatnya yang terlalu kuat akan merusak kertas gambar bila ingin melepas kertas gambar dari meja gambar. Pita gambar mempunyai daya lekat yang cukup untuk menempelkan kertas gambar, dan tidak merusak kertasnya jika dibuka.

- 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 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. 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

c. Rangkuman 1

Peralatan menggambar terdiri dari :

- 1) Alat Dan Bahan Konvensional : Kertas gambar putih (manila/padalarang), kertas sketsa dan kertas milimeter; kertas kalkir; film gambar
- 2) Pensil dan Pena (Rapido)
- 3) Jangka
- 4) Penggaris
- 5) Alat-alat lain : Mistar Skala, Busur derajat, Penghapus , Pelindung penghapus, Pita Gambar, Alas kertas gambar, Papan Gambar dan Meja Gambar

d. Tugas 1

- 1) Pelajarilah uraian materi tentang indentifikasi peralatan dan bahan gambar teknik !
- 2) Sebutkan dan jelaskan perbedaan macam-macam jangka !

e. Tes Formatif 1

- 1) Sebutkan jenis dan kegunaan kertas gambar untuk menggambar teknik !
- 2) Identifikasikanlah peralatan gambar menurut jenis dan kegunaannya !
- 3) Mengapa pembuatan gambar lingkaran untuk teknik elektro dan elektronika lebih efektif menggunakan sablon / mal lingkaran dari pada jangka ?
- 4) Buatlah simbol-simbol elektronika menggunakan sablon/ mal dikertas ukuran A4 !

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
 - (1) Software: coreldraw, AutoCad, ORCAD, EWB, Designer, Protel, dsb.
 - (2) Hardware: Unit computer, printer, plotter, dsb.
- 3) Pembuatan bentuk lingkaran untuk gambar teknik elektro dan elektronika lebih efektif menggunakan jangka karena ukuran bentuk lingkarannya relatif kecil sehingga lebih mudah digambar dengan sablon (mal).
- 4) Menggunakan sablon/ mal seperti pada Gambar 5.

g. Lembar Kerja 1

Alat dan Bahan:

- | | |
|--|----------|
| 1) Pensil | 1 buah |
| 2) Penggaris | 1 set |
| 3) Jangka | 1 set |
| 4) Penghapus | 1 buah |
| 5) Sablon simbol | 1 set |
| 6) Kertas gambar ukuran A ₄ | 1 lembar |

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 pensil mekanik di atas kertas A₄!
- 6) Rencanakan tata letak (layout) pembuatan gambar!
- 7) Kumpulkanlah hasil pekerjaan jika sudah selesai!
- 8) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya!

2. Kegiatan Belajar 2 : Simbol-Simbol Elektronika

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran 2, peserta diklat diharapkan dapat mengetahui simbol-simbol elektronika.

b. Uraian Materi 2

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

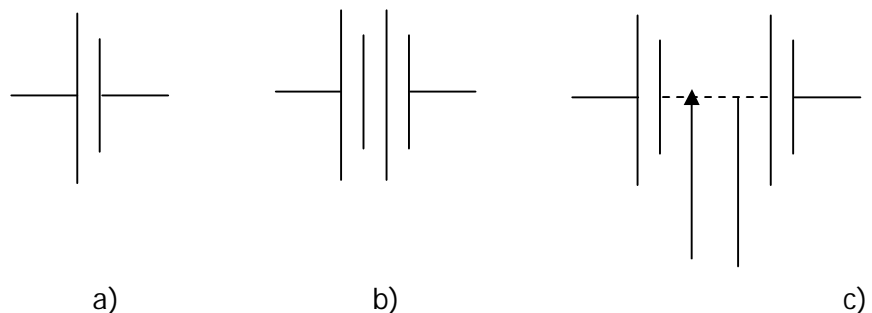
ANSI = American National Standard Institute.

IEEE = The Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IEC = International Electrotechnical Commission.

1) Simbol Baterei

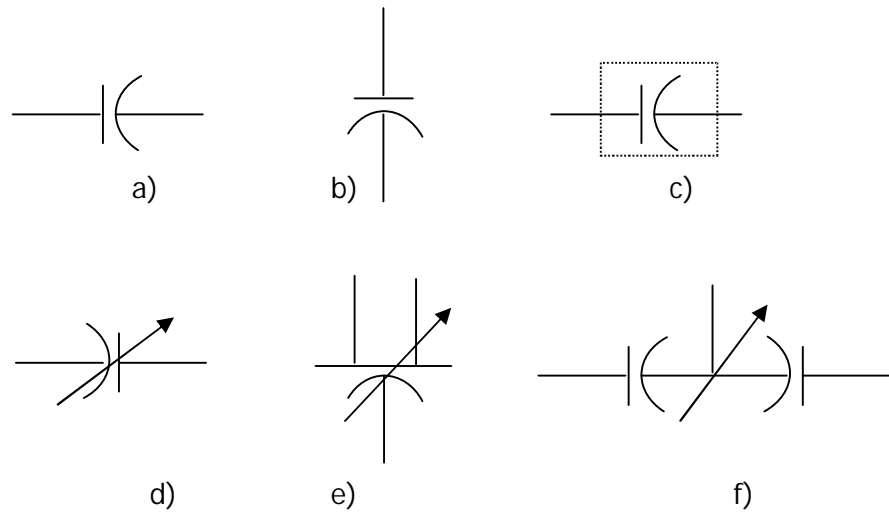
Simbol baterai diperlihatkan pada gambar 11.a. Dua garis vertikal merupakan tanda polaritas, yang lebih panjang merupakan polaritas positif dan yang pendek tanda polaritas negatif. Baterai yang terdiri dari beberapa sel (multi sel) ditunjukkan pada gambar 11.b dan gambar 11.c menunjukkan baterai multi sel dua kedudukan, yaitu fix dan dapat diatur.



Gambar 11. Simbol baterai:

a) Tunggal; b) Multi sel; c) Multi sel dua kedudukan

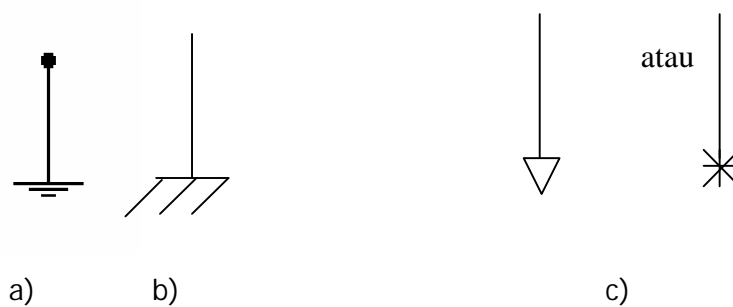
2) Kapasitor, ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Simbol Kapasitor.

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

3) Chassis dan Ground

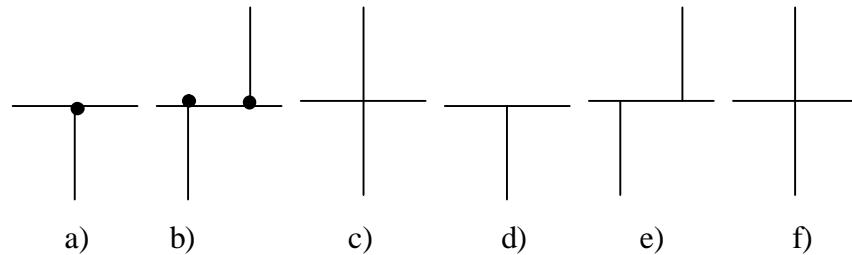


Gambar 13.

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

4) 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.



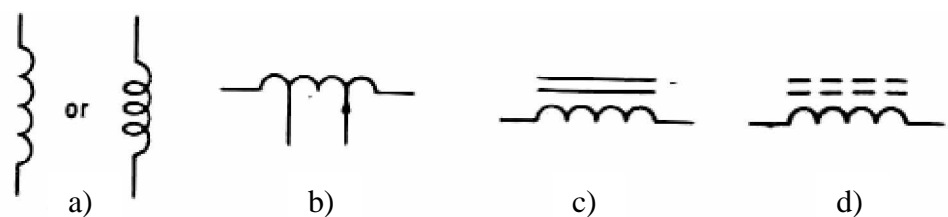
Gambar 14. Simbol Percabangan

a) dan b) Sistem Percabangan Bertitik.

d) sampai f) Sistem Percabangan Tidak Bertitik.

5) 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 15.



Gambar 15. Simbol-Simbol Induktor

a) Simbol Umum.

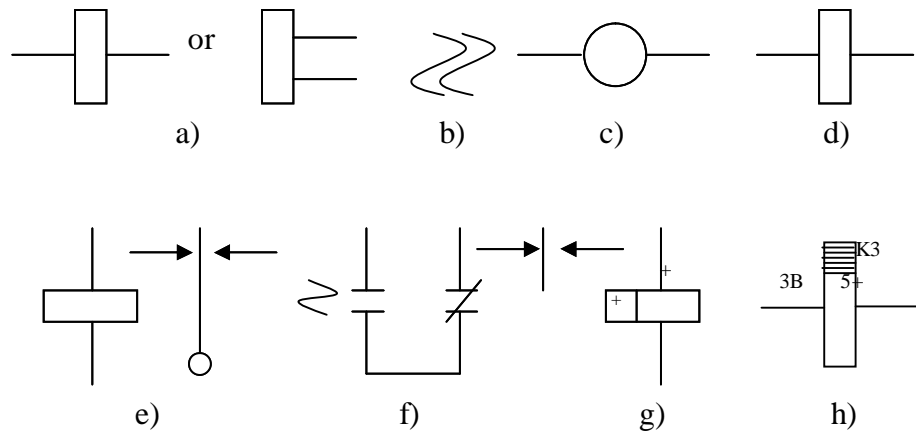
b) Konduktor Tetap dan Variabel.

c) Konduktor dengan Inti Baja.

d) Konduktor dengan Inti Keramik.

6) Kumparan relai

Kumparan relai sering disebut juga solenoida, ada tiga jenis simbol yang digunakan dalam rangkaian elektronika, seperti ditunjukkan pada Gambar 16. Berikut.



Gambar 16. Simbol-simbol Relai.

a), b), c), dan d) simbol kumparan relai yang diakui IEC.

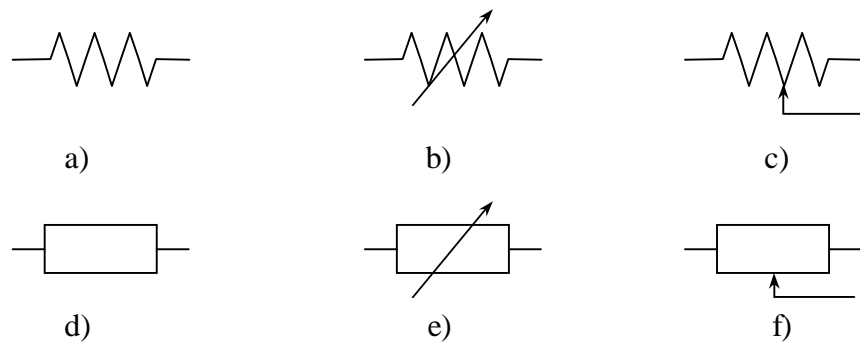
e) dan f) relai dengan kontak transfer.

g) relai berpolaritas dengan transfer kontak.

h) relai dengan penunjuk jumlah.

7) Resistor

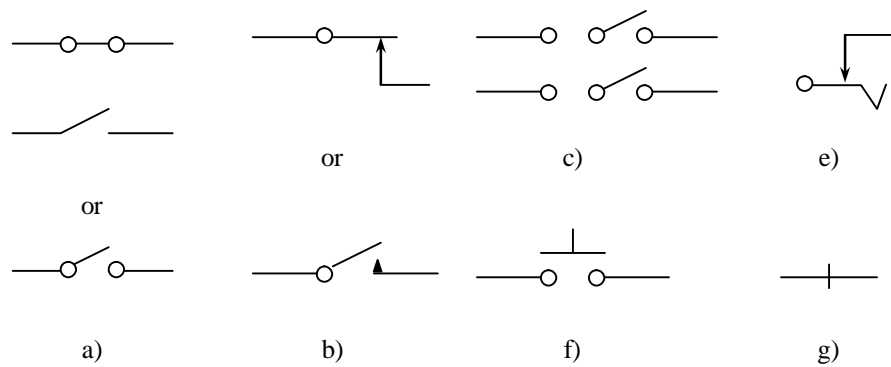
Simbol resistor standar ditunjukkan pada Gambar 17.a. Sudut kemiringan zig-zag adalah 60° , dan setiap simbol resistor hanya dibuat tiga titik zig-zag, kecuali untuk simbol resistor itu. Nilai resistansi dapat tetap, berubah atau bertingkat simbolnya dapat dilihat pada Gambar 17.d dan c.



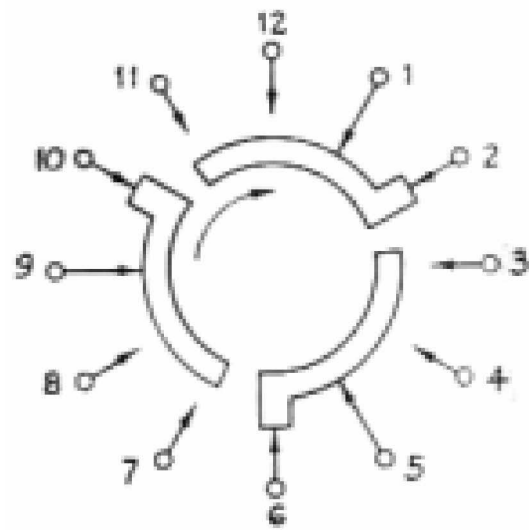
Gambar 17. Simbol-simbol Resistor

8) Saklar

Fungsi utama sebuah saklar adalah membuka atau menutup rangkaian. Istilah 'Break' dan 'Make' merupakan kata lain dari membuka dan menutup. Gambar 18 menunjukkan simbol saklar dan Gambar 19 menunjukkan saklar putar.



Gambar 18. Simbol-Simbol Saklar.



S2 REAR

S2

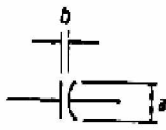



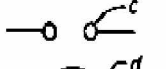



| POS. | FUNCTION | TERM. |
|------|-------------|----------------|
| 1 | OFF (SHOWN) | 1-2, 5-6, 9-10 |
| 2 | STAND BY | 1-3, 5-7, 9-11 |
| 3 | OPERATE | 1-4, 5-8, 9-12 |

Gambar 19. Saklar Putar

9) 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 2. Pendekatan Ukuran Simbol

| | | Measurements in fractions of an inch | | | | | | | |
|----|---|--------------------------------------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|
| | | minimum | | | | maximum | | | |
| | | a | b | c | d | a | b | c | d |
| 1. |  | <i>Capacitor</i> | .25 | .06 | | | .40 | .10 | |
| 2. |  | <i>Resistor</i> | .15 | | | | .30 | | |
| 3. |  | <i>Inductor</i> | | .15 | * | | | .25 | |
| 4. |  | <i>Chassis</i> | .25 | | * | | .35 | | |
| 5. |  | <i>Terminals</i> | | | .06 | | | .10 | |
| 6. |  | <i>Transistor envelope</i> | | | | .60 | | | .80 |
| 7. |  | <i>Connection</i> | | | .06 | | | | 12 |
| 8. |  | | | | | | | | |

c. Rangkuman 2

Simbol-simbol elektronika terdiri dari simbol baterai, kapasitor, chasis dan ground, koneksi dan hubungan percabangan, induktor, kumpulan relay, resistor, saklar.

d. Tugas 2

- 1) Pelajarilah uraian materi tentang simbol-simbol elektronika !
- 2) Sebutkan dan gambarkan simbol-simbol kapasitor !
- 3) Salinlah simbol-simbol relai dalam Gambar 16 pada kertas ukuran A4 menggunakan pensil !

e. Tes Formatif 2

- 1) Sebutkan macam-macam simbol dalam elektronika ?
- 2) Gambarlah beberapa komponen elektronika dengan skala gambar anda tentukan sendiri pada kertas A4 menggunakan rapido!

f. Kunci Jawaban Formatif 2

- 1) Simbol-simbol elektronika terdiri dari simbol baterai, kapasitor, chasis dan ground, koneksi dan hubungan percabangan, induktor, kumparan relay, resistor, saklar
- 2) Lihatlah Gambar 20

g. Lembar Kerja 2

Alat dan Bahan:

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

































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 (layout) pembuatan gambar sesuai ukuran kertas!
- 6) Salinlah simbol elektronika pada Gambar 20 diatas kertas A₃ dengan menggunakan rapido! Berilah judul gambar: SIMBOL ELEKTRONIKA
- 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!

| | | | |
|---|--|---|------------------------|
|  | Resistor atau tahanan |  | Transistor JFET tipe-p |
|  | Resistor Variable |  | MOSFET kanal-n |
|  | Potensiometer atau disebut juga Trimpot |  | MOSFET kanal-p |
|  | Photo resistor (LDR) |  | Varistor |
|  | Kapasitor non-polar |  | Trafo |
|  | Kapasitor polar (elco) |  | Op-amp |
|  | Variabel kapasitor disebut juga varactor, epicap atau tuning diode |  | Opto transistor |
|  | Dioda |  | Mikropon |
|  | Zener |  | Transistor JFET tipe-n |
|  | Schottky diode |  | Photo SCR |
|  | Tunel diode |  | X-tal oscillator |
|  | Dioda bridge |  | Push button switch |
|  | Transistor darlington npn |  | Relay switch |
|  | Transistor darlinton npn |  | Speaker |
|  | Batere |  | Antenna |
|  | Common ground |  | Ground |

Gambar 20. Simbol Elektronika

3. Kegiatan Belajar 3 : Menggambar Rangkaian Elektronika

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

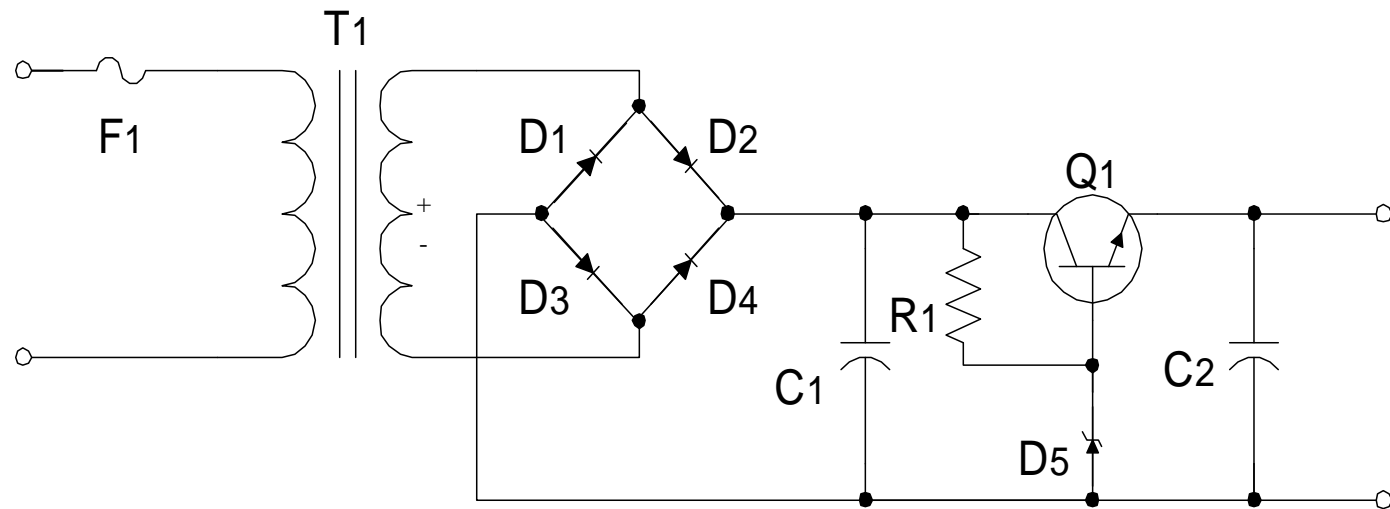
Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran 3, peserta diklat diharapkan mampu menggambar rangkaian elektronika.

b. Uraian materi 3

Simbol-simbol elektronika dalam berbagai versi telah dibahas dalam Kegiatan Belajar 1. Gambar simbol yang telah dikerjakan pada Kegiatan Belajar 2 digunakan sebagai penunjang materi gambar rangkaian elektronika yang dibahas pada kegiatan belajar ini.

Pada gambar dibawah ini diperlihatkan sebuah gambar rangkaian penyearah dengan stabilisator tegangan yang menggunakan dioda zener dan transistor. Dioda dalam formasi rangkaian jembatan(bridge) berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh untuk mengubah tegangan/sinyal ac yang dikeluarkan oleh transformator penurun tegangan (step down) menjadi tegangan/sinyal dc agar dapat dimanfaatkan oleh beban yang memerlukan sumber tegangan/arus searah.

Sinyal yang telah disearahkan oleh dioda jembatan akan difilter oleh kapasitor untuk menghilangkan riak-riak tegangan ac sehingga menjadi tegangan searah/dc yang rata. Sinyal ini kemudian akan diperkuat oleh transistor sebelum diumpankan ke keluaran penyearah/ beban. Pada waktu yang bersamaan tegangan distabilkan oleh dioda zener sesuai besar tegangan break down dioda zener tersebut.



Gambar 21. Rangkaian Penyearah dengan Stabilisator Tegangan

c. Rangkuman 3

Gambar rangkaian elektronika adalah susunan simbol-simbol elektronika yang digambar dengan bantuan garis penghubung antar simbol sebagai tanda hubungan simbol-simbol tersebut. Untuk menandai hubungan antar simbol dalam satu garis penghubung digunakan simbol titik yang ditebalkan pada garis penghubung.

d. Tugas 3

- 1) Pelajarilah uraian materi tentang gambar rangkaian elektronika
- 2) Rencanakanlah rangkaian power supply yang menggunakan komponen 4 buah dioda 1 A, 2 buah kapasitor 4700 μ F/ 25 volt dan trafo 1 A/CT ! (keluaran +12V/ 0V/-12V)
- 3) Gambarlah rencana rangkaian di soal nomer 2 pada kertas A4 menggunakan rapido!

e. Tes Formatif 3

- 1) Apakah yang dimaksud dengan gambar rangkaian elektronika ?
- 2) Gambarlah RANGKAIAN PENYEARAH DENGAN STABILISATOR TEGANGAN seperti gambar dalam uraian materi pada kertas kalkir ukuran A4 dengan rapido!

f. Kunci Jawaban Formatif 3

- 1) Gambar rangkaian elektronika adalah susunan simbol-simbol elektronika yang digambar dengan bantuan garis penghubung antar simbol sebagai tanda hubungan simbol-simbol tersebut
- 2) Lihatlah Gambar 21.

g. Lembar Kerja 3

Alat dan Bahan :

- 1) Pensil 1 buah
- 2) Penggaris 1 set
- 3) Rapido 1 set

- 4) Sablon huruf dan angka 1 set
- 5) Sablon lingkaran, simbol 1 set
- 6) Kertas putih ukuran A₃ 1 lembar

Keselamatan dan Kesehatan Kerja :

- 1) Berdo'alah sebelum mengerjakan tugas!
- 2) Gunakanlah alat dan gambar sesuai dengan fungsinya!
- 3) Bersihkanlah alat gambar yang telah selesai digunakan!

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 (stuklyst)!
- 5) Rencanakanlah tata letak (layout) pembuatan gambar!
- 6) Gambarlah RANGKAIAN PENYEERAH DENGAN STABILISATOR TEGANGAN seperti gambar dalam uraian materi pada kertas kalkir ukuran A4 dengan rapido!
- 7) Mulailah dengan menggambar rangkaian listrik dengan pensil lebih dulu, baru disalin dengan rapido!
- 8) Bersihkan alat gambar setelah selesai dan kembalikanlah ke tempatnya!

4. Kegiatan Belajar 4 : Implementasi Gambar Rangkaian Elektronika Menjadi Layout pada PCB

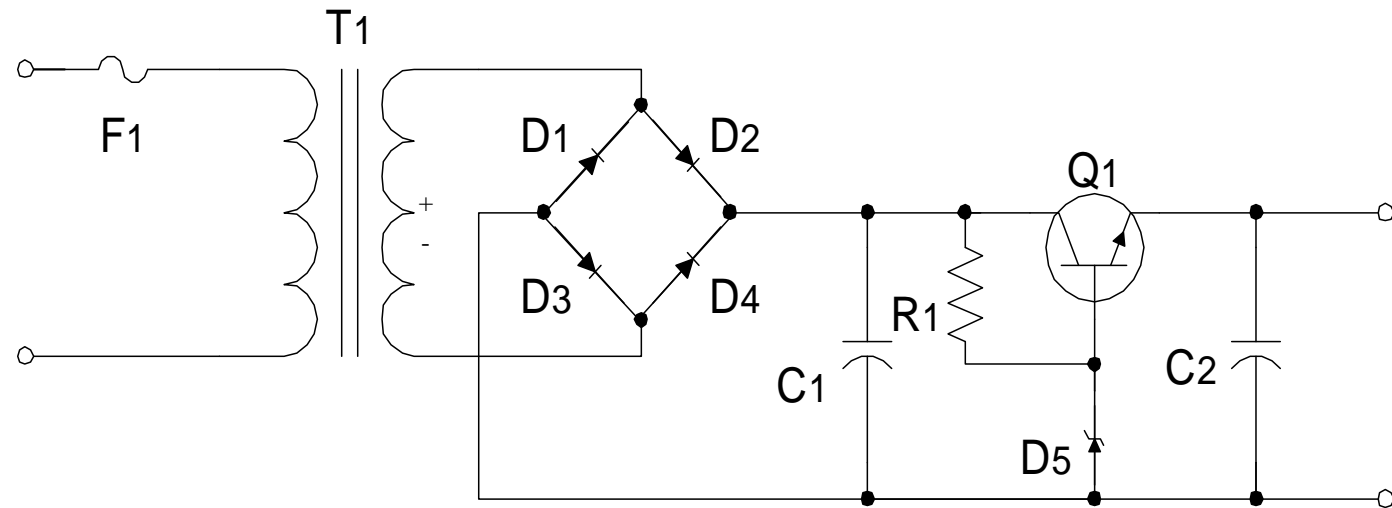
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran 4, peserta diklat dapat mengimplementasikan gambar rangkaian elektronika menjadi gambar layout pada PCB.

b. Uraian Materi 4

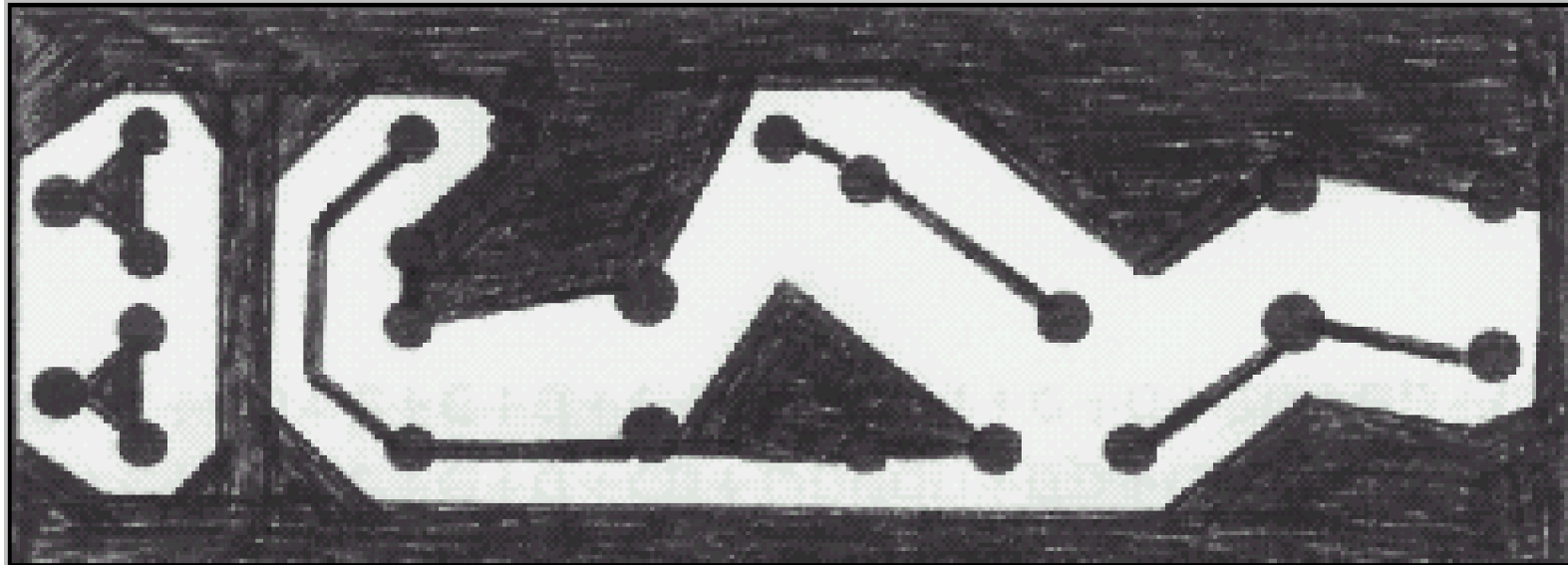
Analisis hubungan masing-masing komponen pada gambar rangkaian dilakukan untuk merencanakan titik-titik hubungan pada jalur PCB. Dari hubungan antar komponen tersebut pada PCB digunakan jalur dan titik, titik digunakan untuk tempat pensolderan kaki komponen sedangkan jalur menunjukkan hubungan antar kaki komponen. Rancangan jalur PCB berhubungan dengan tata letak komponen yang akan dipasang. PCB mempunyai dua sisi, yaitu sisi jalur dan sisi layout komponen. Untuk menggambar layout komponen pada PCB, sisi jalur harus sudah direncanakan.

Contoh :



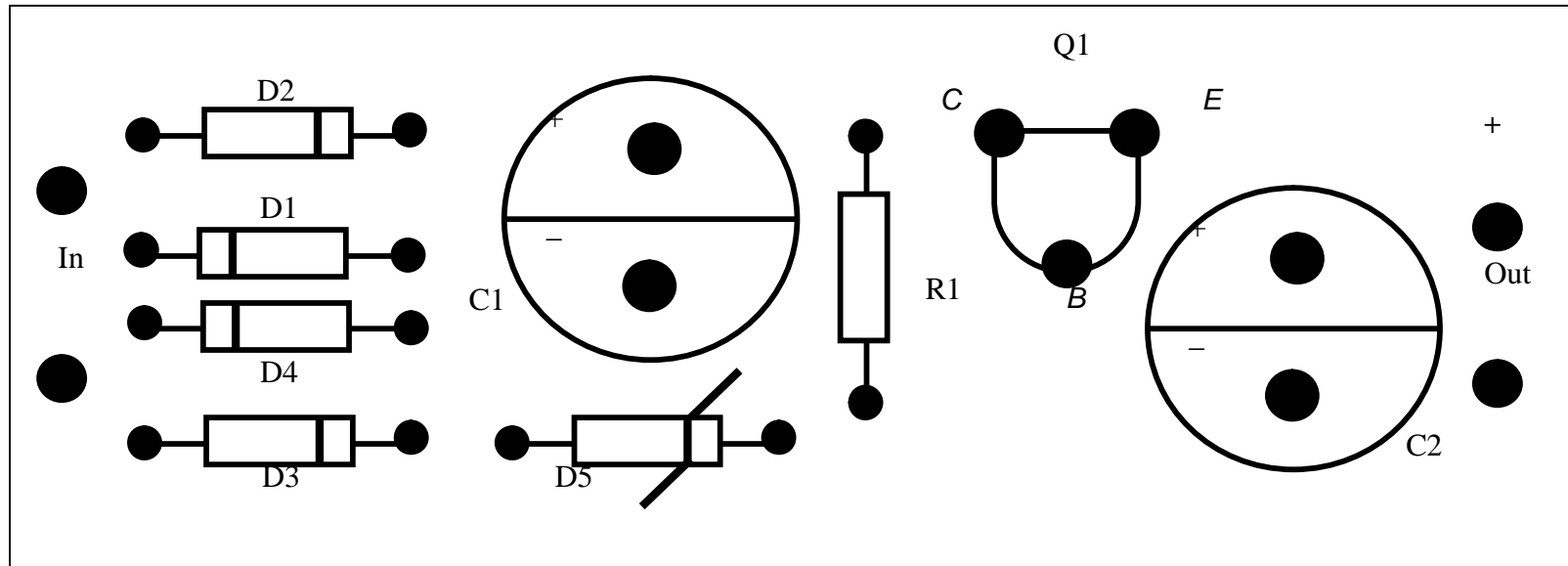
Gambar 22. Rangkaian Penyearah dengan Stabilisator Tegangan

Merencanakan jalur PCB dan layout komponen dari gambar rangkaian di atas.



Gambar 23. Jalur PCB

Merencanakan tata letak :



Gambar 24. Tata Letak Komponen

c. Rangkuman 4

Untuk mengimplementasikan gambar rangkaian elektronika menjadi gambar layout pada PCB melalui tahap perencanaan jalur PCB, dimana PCB mempunyai dua sisi, yaitu sisi jalur (sisi pensolderan) dan sisi layout (tata letak komponen) sehingga dari gambar rangkaian kita buat dulu jalur PCBnya (sisi pensolderan). Setelah jalur PCB selesai maka kita bisa menentukan bagaimana layout komponen (tata letak) pada sisi layout PCB.

d. Tugas 4

- 1) Pelajarilah uraian materi tentang implementasi gambar rangkaian elektronika menjadi gambar layout pada PCB
- 2) Rencanakan rangkaian flip flop dengan empat buah led !
- 3) Gambarkan jalur PCB nya pada kertas gambar menggunakan rapido !

e. Tes Formatif 4

- 1) Sebutkan dan jelaskan masing-masing sisi yang dipunyai PCB !
- 2) Sebutkan langkah-langkah untuk membuat PCB dari suatu gambar rangkaian !
- 3) Buatlah gambar jalur PCB dari Gambar 23 pada kertas gambar menggunakan rapido !

f. Kunci Jawaban Formatif 4

- 1) PCB mempunyai 2 sisi, yaitu sisi jalur (sisi pensolderan) dan sisi layout (tata letak komponen). Sisi jalur berisi titik dan jalur, dimana titik merupakan tempat menyolder kaki komponen dan jalur menunjukkan hubungan antar kaki komponen, sedangkan sisi layout berisi gambar tata letak komponen yang berfungsi untuk memudahkan pemasangan komponen.

- 2) Langkah-langkah membuat PCB : Menganalisis gambar rangkaian, merencanakan jalur pada PCB, membuat tata letak komponen dan pemrosesan PCB berdasarkan jalur dan tata letak komponennya.
- 3) Lihat Gambar 23.

g. Lembar Kerja 4

Alat dan Bahan :

- | | |
|---|----------|
| 1) Pensil | 1 buah |
| 2) Penggaris | 1 set |
| 3) Rapido | 1 set |
| 4) Sablon huruf dan angka | 1 set |
| 5) Sablon lingkaran, simbol | 1 set |
| 6) Kertas putih ukuran A ₃ | 1 lembar |

Keselamatan dan Kesehatan Kerja :

- 1) Berdo'alah sebelum mengerjakan tugas!
- 2) Gunakanlah alat dan gambar sesuai dengan fungsinya!
- 3) Bersihkanlah alat gambar yang telah selesai digunakan!

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 (stuklyst)!
- 5) Rencanakanlah tata letak (layout) pembuatan gambar!
- 6) Gambarlah jalur PCB dan tata letak Gambar 23 dan 24 pada uraian materi 4 .
- 7) Gambarlah dengan pensil lebih dulu, baru disalin dengan rapido!
- 8) Bersihkan alat gambar setelah selesai dan kembalikanlah ke tempatnya!

BAB III EVALUASI

A. PERTANYAAN

1. Sebutkan macam-macam peralatan gambar teknik ?
2. Jelaskan keuntungan penggunaan simbol-simbol dalam gambar teknik listrik!
3. Lembaga mana saja yang membuat normalisasi/standarisasi simbol-simbol elektronika?
4. Buatlah jalur PCB dan letak komponen menurut kreatifitas anda dari rangkaian Gambar 22 halaman 28 (harus beda dengan contoh) !

B. KUNCI JAWABAN

1. Peralatan menggambar terdiri dari :
 - a. Alat Dan Bahan Konvensional : Kertas gambar putih (manila/padalarang), kertas sketsa dan kertas milimeter; kertas kalkir; film gambar
 - b. Pensil dan Pena (Rapido)
 - c. Jangka
 - d. Penggaris
 - e. Alat-alat lain : mistar skala, busur derajat, penghapus , pelindung penghapus, pita gambar, alas kertas gambar, papan gambar dan meja gambar
2. Keuntungan menggunakan simbol di dalam gambar teknik adalah:
 - a. Mudah dipahami masyarakat global
 - b. Penyampaian ide lebih efisien dari pada disampaikan melalui kata/kalimat atau bahasa lisan
 - c. Menghindari kesalah pahaman di antara pemakainya
3. Lembaga yang membuat normalisasi/standarisasi simbol elektronika adalah:

ANSI = American National Standard Institute.

IEEE = The Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IEC = International Electrotechnical Commission

C. KRITERIA PENILAIAN

| Kriteria | Skor (1-10) | Bobot | Nilai | Keterangan |
|---------------------------------|----------------|-------|-------|-------------------------------------|
| Kognitif | | 3 | | Syarat lulus nilai minimal 70 |
| Kebenaran gambar | | 2 | | |
| Layout (tata letak) gambar | | 2 | | |
| Kerapian, kebersihan, keindahan | | 1 | | |
| Ketepatan waktu | | 1 | | |
| Ketepatan penggunaan alat | | 1 | | |
| Nilai Akhir | | | | |

BAB V PENUTUP

Peserta diklat yang telah mencapai syarat kelulusan minimal dapat melanjutkan modul EI.002 dan EI.003. Sebaliknya, apabila peserta diklat dinyatakan tidak lulus, maka peserta diklat harus mengulang modul ini dan tidak diperkenankan untuk mengambil modul selanjutnya.

Jika peserta diklat telah lulus menempuh 27 modul, maka peserta diklat berhak mendapatkan sertifikat kompetensi Mengoperasikan Peralatan Industri Berbasis Peralatan Elektronik

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 fir Technische Zusammenarbeit (GTZ) Gmbh, Eschborn Federal Republic of Germany.

Slamet Mulyono & Djihar Pasaribu (1978). Menggambar Teknik Listrik 2. Depdikbud.

Singh, Surjit. (1984). General Electric Drawing. PK & Co Technical Publisher, New Delhi.

Takeshi Sato & N. Sugiarto. (1986). Menggambar Mesin Menurut Standar ISO. Pradnya Paramita. Jakarta.