

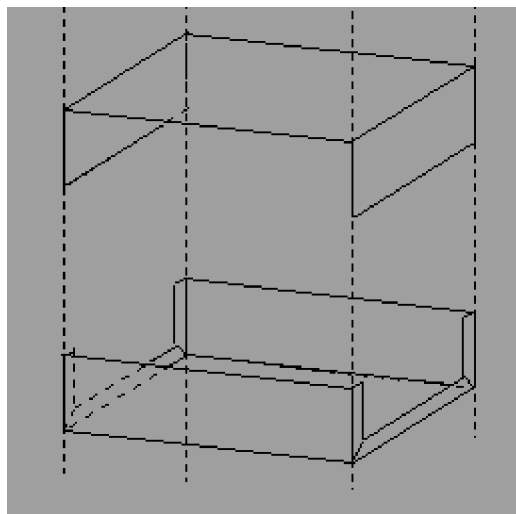
KODE MODUL

EI.004



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

Menggambar Chasis Elektronika



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

KATA PENGANTAR

Modul Menggambar Chasis Elektronika 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 chasis pada rangkaian elektronika berdasarkan pada standar gambar teknik. Modul ini terdiri atas enam kegiatan belajar. Kegiatan Belajar 1 membahas tentang prinsip kotak proyeksi. Kegiatan Belajar 2 membahas tentang proyeksi Eropa dan Amerika, Kegiatan belajar 3 membahas tentang proyeksi aksonometri. Kegiatan belajar 4 membahas tentang proyeksi: miring, kabinet, kavalier dan perspektif. Kegiatan Belajar 5 membahas tentang identifikasi peralatan yang dipasang pada panel depan dan panel belakang chasis elektronika, dan Kegiatan Belajar 6 membahas tentang gambar bukaan/ box.

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	vi
PERISTILAHAN/ GLOSSARY	ix
I. PENDAHULUAN	1
A. DESKRIPSI JUDUL	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: Prinsip Kotak Proyeksi	7
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	7
b. Uraian Materi 1	7
c. Rangkuman 1	15
d. Tugas 1	15
e. Tes Formatif 1	15
f. Kunci Jawaban Formatif 1	16
g. Lembar Kerja 1	16
2. Kegiatan Belajar 2 : Proyeksi Eropa dan Amerika	18

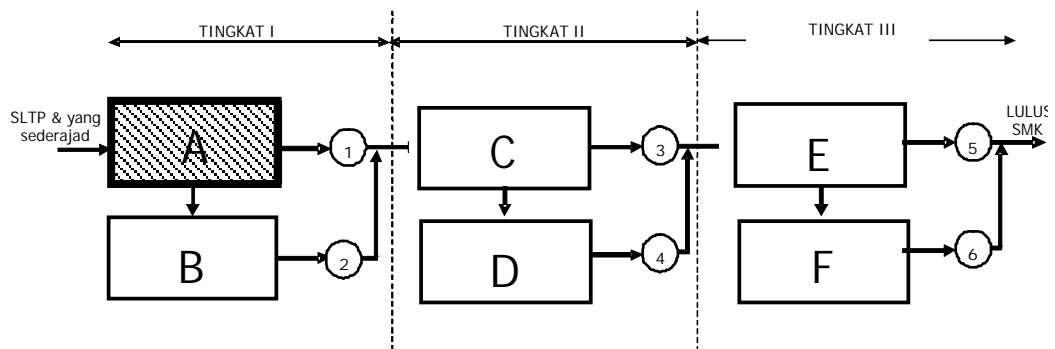
a.	Tujuan Kegiatan Pembelajaran	18
b.	Uraian Materi 2	18
c.	Rangkuman 2	32
d.	Tugas 2	32
e.	Tes Formatif 2	32
f.	Kunci Jawaban Formatif 2	33
g.	Lembar Kerja 2	34
3.	Kegiatan Belajar 3 : Proyeksi Aksonometri	36
a.	Tujuan Kegiatan Pembelajaran	36
b.	Uraian Materi 3	36
c.	Rangkuman 3	41
d.	Tugas 3	41
e.	Tes Formatif 3	41
f.	Kunci Jawaban Formatif 3	42
g.	Lembar Kerja 3	42
4.	Kegiatan Belajar 4 : Proyeksi Miring, Kabinet, Kavalier dan Perspektif.....	44
a.	Tujuan Kegiatan Pembelajaran	44
b.	Uraian Materi 4	44
c.	Rangkuman 4	51
d.	Tugas 4	51
e.	Tes Formatif 4	51
f.	Kunci Jawaban Formatif 4	51
g.	Lembar Kerja 4	52
5.	Kegiatan Belajar 5 : Panel Depan dan Panel Belakang Chasis Elektronika	55
a.	Tujuan Kegiatan Pembelajaran	55
b.	Uraian Materi 5	55
c.	Rangkuman 5	56
d.	Tugas 5.....	56
e.	Tes Formatif 5	56
f.	Kunci Jawaban Formatif 5	56

g. Lembar Kerja 5	57
6. Kegiatan Belajar 6 : Menggambar Chasis Elektronika	59
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran	59
b. Uraian Materi 6	59
c. Rangkuman 6	63
d. Tugas 6	63
e. Tes Formatif 6	63
f. Kunci Jawaban Formatif 6	63
g. Lembar Kerja 6	63
III. EVALUASI	65
A. PERTANYAAN	65
B. KUNCI JAWABAN	65
C. KRITERIA PENILAIAN	66
IV. PENUTUP	67
DAFTAR PUSTAKA	68

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 Chasis Elektronika merupakan salah satu dari 27 modul untuk membentuk kompetensi Mengoperasikan Peralatan Industri Berbasis Peralatan Elektronik (blok A).

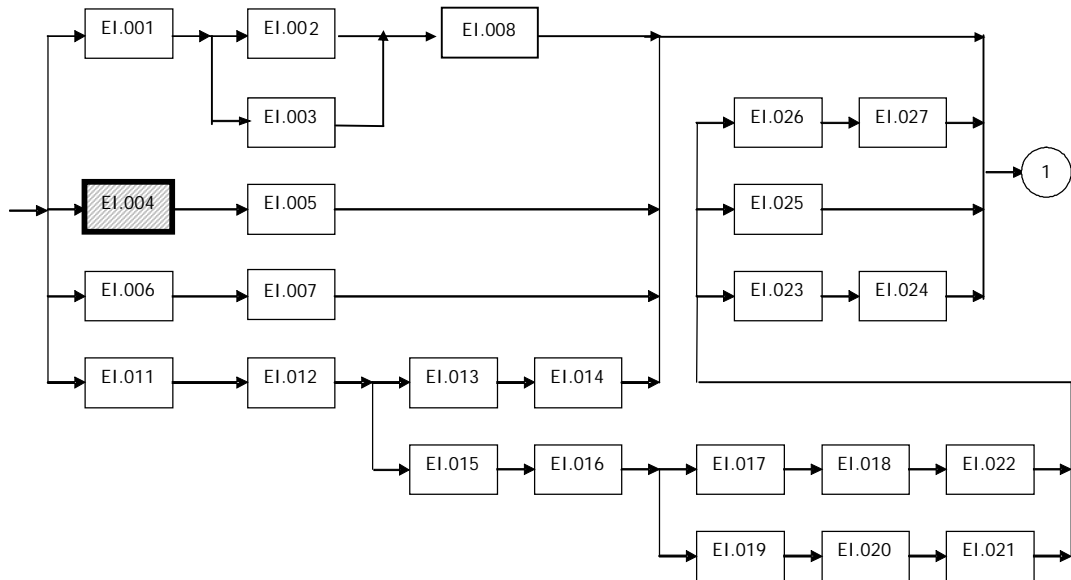


Keterangan :

- 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.004 ini merupakan prasyarat untuk menempuh modul EI.005.



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

- Bahasa Teknik : (Bahasa untuk sarjana teknik) yaitu sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang sarjana teknik yang berupa gambar.
- Cara "E" : Cara menggambar dengan proyeksi Eropa.
- Cara "A" : Cara menggambar dengan proyeksi Amerika.
- Gambar : Bahasa teknik yang diwujudkan dalam kesepakatan simbol.
- Proyeksi : Suatu cara untuk menyajikan sebuah benda tiga dimensi pada sebuah bidang dua dimensi.

BAB I

PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI JUDUL

Menggambar Chasis Elektronika merupakan modul praktikum berisi tentang identifikasi dan prosedur gambar chasis pada rangkaian elektronika berdasarkan pada standar gambar teknik. Modul ini membahas tentang pemahaman konsep hingga aplikasi menggambar chasis elektronika. Modul ini terdiri dari 6 (enam) kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 berisi prinsip kotak proyeksi. Kegiatan Belajar 2, 3, dan 4 mencakup proyeksi Eropa dan Amerika, proyeksi aksonometri, proyeksi: miring, kabinet, kavalier dan perspektif. Kegiatan Belajar 5 mengidentifikasi peralatan yang dipasang pada panel depan dan panel belakang chasis elektronika. Kegiatan Belajar 6 menjelaskan tentang gambar bukaan/ box.

Setelah menguasai modul ini diharapkan peserta diklat mampu menggambar chasis pada rangkaian elektronika. Modul ini terkait dengan modul lain yang membahas tentang komponen elektronika, catu daya, dan tentang alat ukur elektronik dan menggambar teknik elektronika dan layout pada PCB

B. PRASYARAT

Modul Menggambar Chasis Elektronika merupakan modul awal pembelajaran maka tidak membutuhkan persyaratan modul yang lain atau kemampuan lain yang harus dimiliki peserta diklat sebelum mempelajari modul ini.

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 instruktur !
- 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 proyeksi gambar teknik
- 2) Menggambar bidang bukaan/ box pada chasis elektronika

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 chasis pada rangkaian elektronika berdasarkan standar gambar teknik.

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.1.2. Identifikasi dan prosedur gambar chasis pada rangkaian elektronika berdasarkan pada standar gambar teknik	Menggambar chasis pada rangkaian elektronika	Ketepatan, ketelitian dan kerapian dalam proses dan hasil gambar chasis pada rangkaian elektronika	<ul style="list-style-type: none"> • Dasar-dasar proyeksi gambar teknik • Gambar Bukaan/box 	<ul style="list-style-type: none"> • Menggambar proyeksi gambar teknik • Menggambar Bukaan/box

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 memahami prinsip kotak proyeksi			Soal Tes Formatif 1
	2. Saya mampu menggambar obyek dengan proyeksi Amerika dan Eropa			Soal Tes Formatif 2
	3. Saya mampu menggambar obyek dengan proyeksi aksonometri			Soal Tes Formatif 3
	4. Saya mampu menggambar obyek dengan proyeksi miring, kabinet, kavalier dan perspektif			Soal Tes Formatif 4
	5. Saya mampu mengidentifikasi peralatan yang dipasang pada panel depan dan panel belakang chasis elektronika			Soal Tes Formatif 5
	6. Saya mampu menggambar bidang bukaan/ box pada chasis elektronika			Soal Tes Formatif 6

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
Memahami prinsip kotak proyeksi					
Menggambar obyek dengan proyeksi Amerika dan Eropa					
Menggambar obyek dengan proyeksi aksonometri					
Menggambar obyek dengan proyeksi miring, kabinet, kavalier dan perspektif					
Mengidentifikasi peralatan yang dipasang pada panel depan dan panel belakang chasis elektronika					
Menggambar bidang bukaan/ box pada chasis elektronika					

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1 : Prinsip Kotak Proyeksi

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran 1 diharapkan peserta diklat dapat memahami prinsip kotak proyeksi.

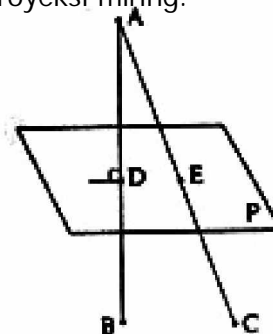
b. Uraian Materi 1

1) Dasar Proyeksi

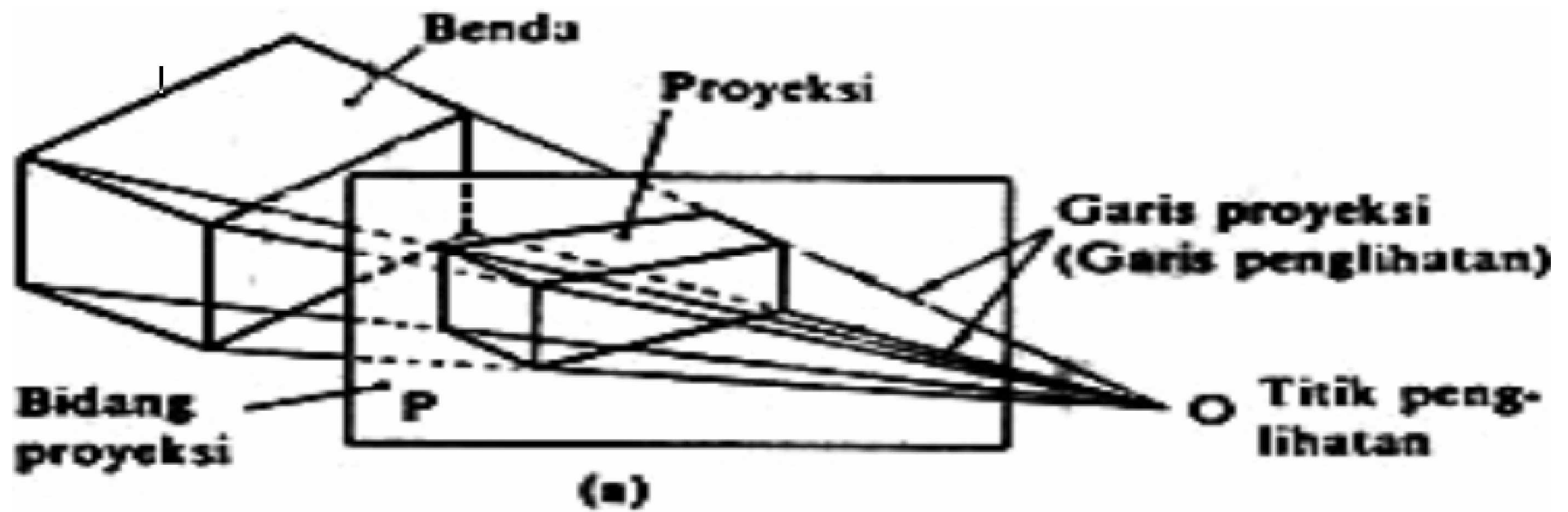
Proyeksi digunakan untuk menyajikan sebuah benda tiga dimensi pada sebuah bidang dua dimensi. Pada Gambar 1 terdapat tiga buah titik A, B, dan C, dan diantaranya terdapat sebuah bidang datar P. Jika titik A dihubungkan dengan titik-titik B dan C oleh garis lurus, maka bidang P akan dipotong oleh garis AB di D dan AC di E. Titik-titik D dan E pada bidang P disebut proyeksi dari titik A. Garis lurus AB dan AC disebut garis proyeksi, bidang P disebut bidang proyeksi dan titik A disebut titik penglihatan.

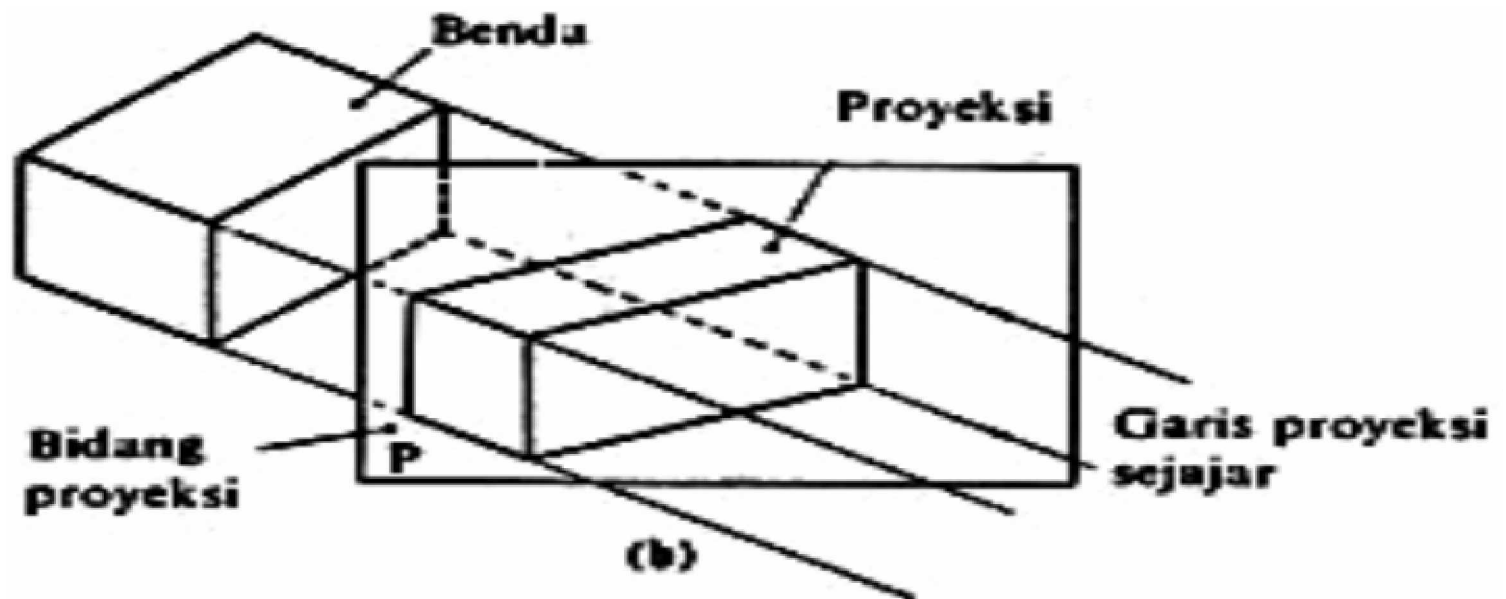
Jika sebuah benda dilihat dari sebuah titik penglihatan O, seperti pada Gambar 2(a), maka proyeksi dari benda ini pada bidang proyeksi P disebut proyeksi perspektif. Jika titik penglihatannya berada tak terhingga, maka garis-garis proyeksi atau garis-garis penglihatan menjadi garis-garis sejajar, seperti pada Gambar 2(b) sehingga proyeksinya disebut proyeksi sejajar.

Bila pada proyeksi sejajar garis-garis proyeksi berdiri tegak lurus pada bidang proyeksi P, maka disebut proyeksi orthogonal. Dan bila garis-garis proyeksi membuat sudut dengan bidang proyeksi P, maka disebut proyeksi miring.



Gambar 1. Proyeksi





Gambar 2. Proyeksi dari Sebuah Benda

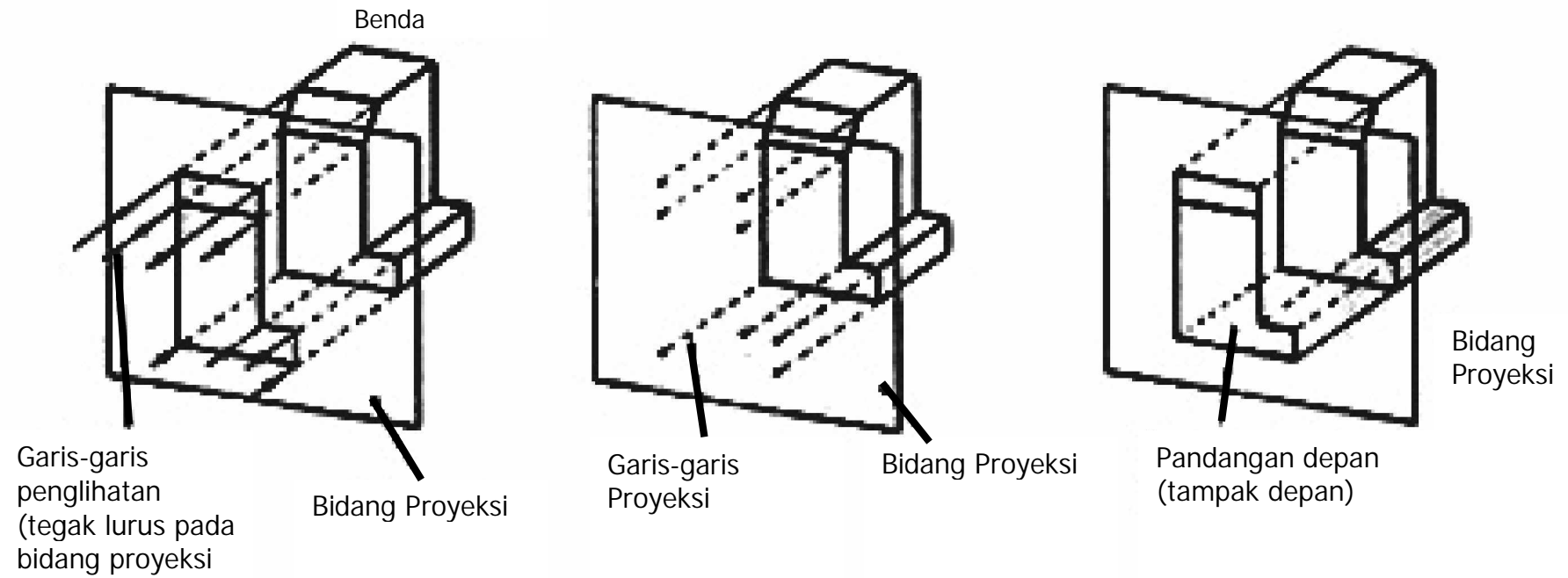
Benda-benda tiga dimensi bidang teknik elektro dapat disajikan melalui dua gambar utama, yaitu gambar orthogonal dan gambar piktorial.

2) Proyeksi Orthogonal (Gambar Pandangan Majemuk)

Gambar proyeksi orthogonal dipergunakan untuk memberikan informasi yang lengkap dan tepat dari suatu benda tiga dimensi dan meletakkan benda sejajar dengan bidang proyeksi, terutama bidang yang penting diletakkan sejajar dengan bidang proyeksi vertikal.

Proyeksi orthogonal pada umumnya tidak memberikan gambaran lengkap dari benda hanya dari satu proyeksi saja melainkan dari beberapa bidang proyeksi. Biasanya diambil tiga bidang tegak lurus, dan ditambah dengan bidang bantu dimana diperlukan. Benda diproyeksikan secara orthogonal pada tiap-tiap bidang proyeksi, untuk memperlihatkan benda pada bidang-bidang dua dimensi maka dengan menggabungkan gambar-gambar proyeksi tersebut dapatlah diperoleh gambaran jelas dari benda yang dimaksud. Cara penggambaran demikian disebut proyeksi orthogonal.

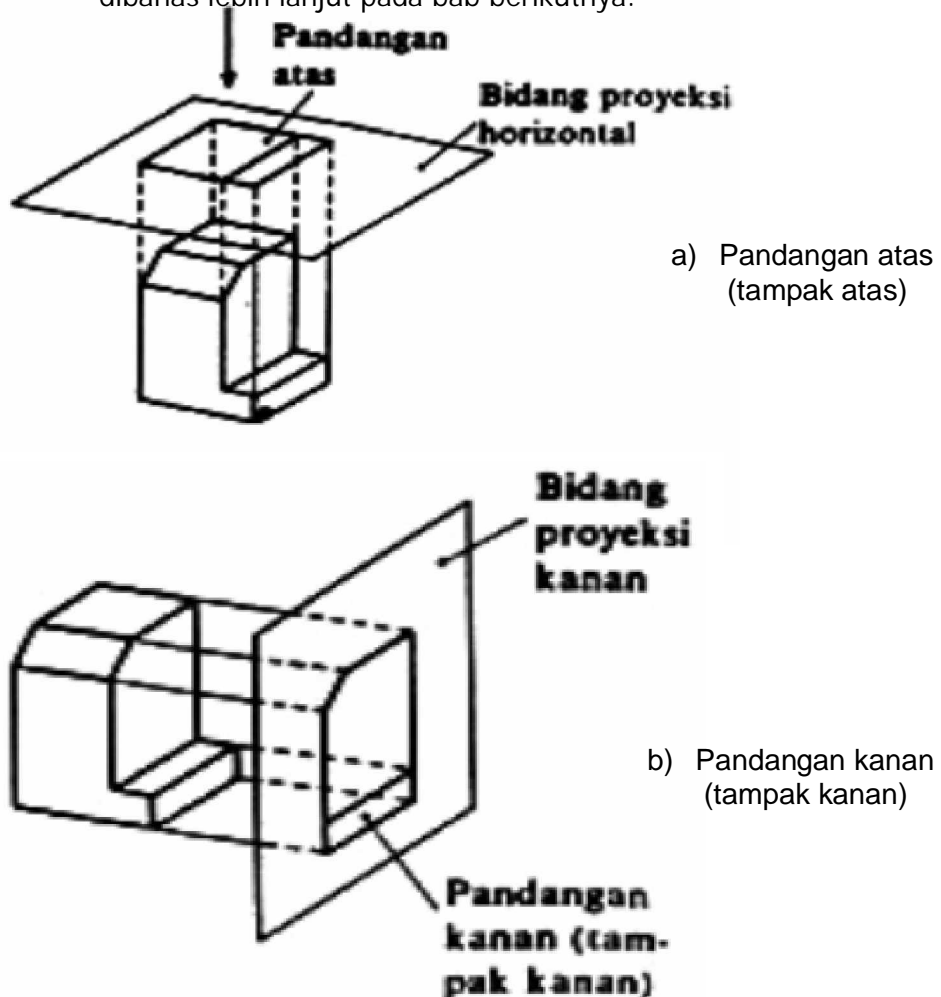
Cara menggambarannya diperlihatkan pada Gambar 3 antara benda dan titik penglihatan terletak tak terhingga diletakkan pada sebuah bidang tembus pandang sejajar dengan bidang yang akan digambar. Pada Gambar 3 bidang tembus pandang diambil vertikal. Apa yang dilihat pada bidang tembus pandang ini merupakan gambar proyeksi dari benda tersebut.



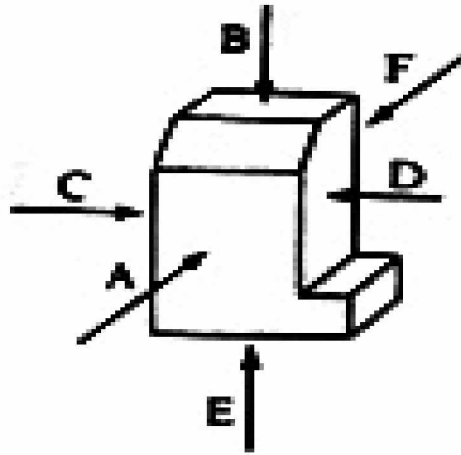
Gambar 3. Proyeksi Orthogonal

Jika benda tersebut dilihat dari depan, maka gambar pada bidang tembus pandang ini disebut pandangan depan. Dengan cara demikian, benda tadi dapat diproyeksikan pada bidang proyeksi horizontal, pada bidang proyeksi vertikal sebelah kiri atau kanan. (Gambar 4)

Tiga, empat atau lebih gambar demikian digabungkan dalam satu kertas gambar, dan terdapatlah suatu susunan gambar yang memberikan jelas dari benda yang dimaksud. Susunan pandangan-pandangan dapat dilihat pada Gambar 5, yang akan dibahas lebih lanjut pada bab berikutnya.



Gambar 4. Proyeksi Orthogonal



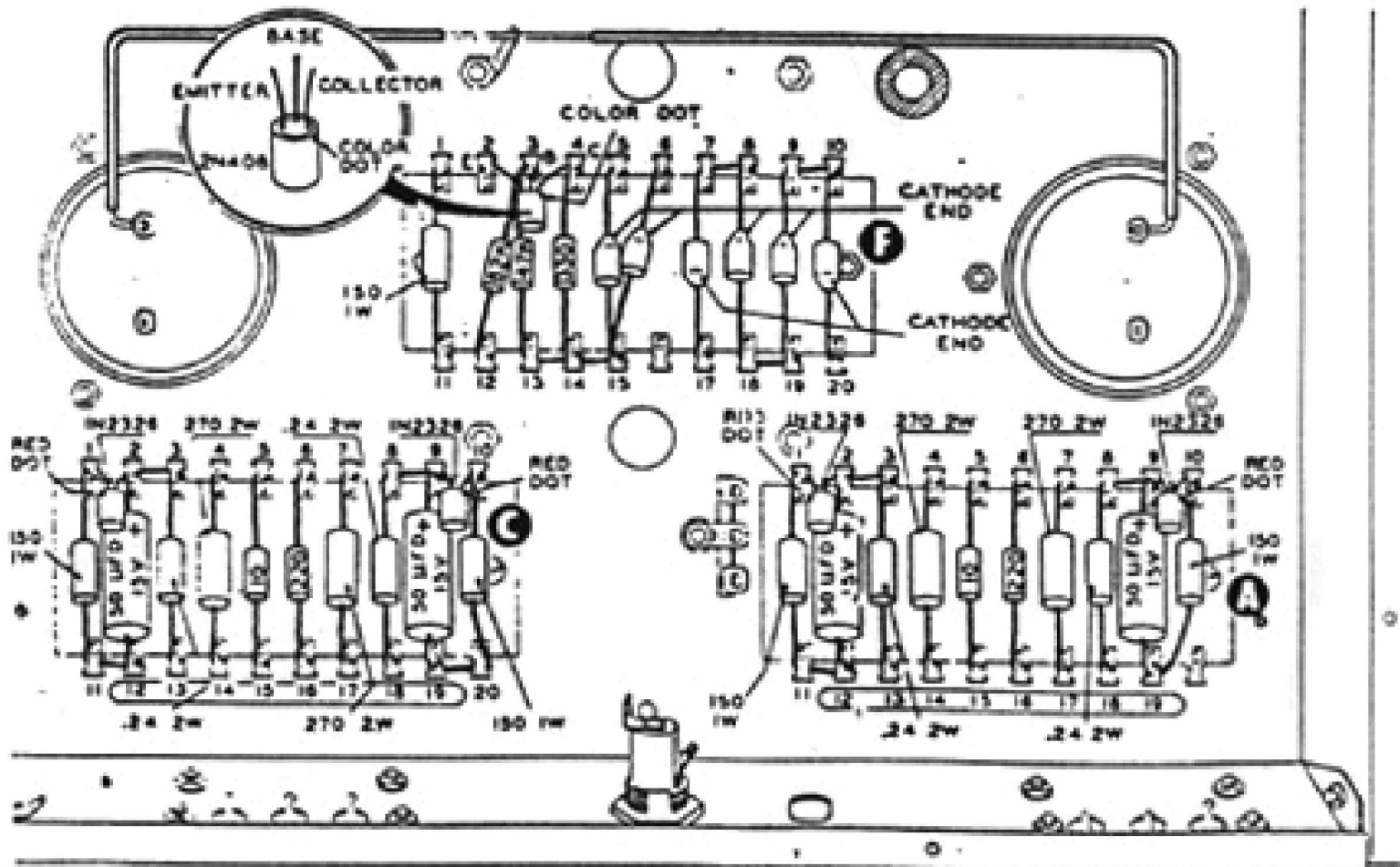
Gambar 5. Susunan Pandangan Proyeksi Orthogonal

3) Gambar Piktorial

Semua obyek (benda) digambar dalam bentuk tiga dimensi dalam gambar piktorial, sehingga orang yang kurang terdidik dalam menggambar teknik akan dapat membaca, mengajukan rencana atau menuangkan idenya dalam gambar.

Benda-benda yang digambar dengan metode piktorial biasanya berupa gambar bagan (sket) oleh karena itu harus dilakukan sebisa mungkin tanpa pertolongan mistar sebagai pengukur maupun sebagai penggaris.

Contoh gambar piktorial secara umum dapat diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Gambar Piktorial dalam Rakitan Elektronik

Bentuk-bentuk gambar piktorial yang biasa digunakan dalam bidang teknik elektro adalah :

- a) Gambar Isometri
- b) Gambar Dimetri
- c) Gambar Oblique
- d) Gambar Perspektif

c. Rangkuman 1

Benda-benda tiga dimensi di bidang teknik elektro dapat disajikan melalui dua gambar utama, yaitu gambar orthogonal dan gambar piktorial. Gambar proyeksi orthogonal dipergunakan untuk memberikan informasi yang lengkap dan tepat dari suatu benda tiga dimensi dan pada umumnya tidak memberikan gambaran lengkap dari benda hanya dari satu proyeksi saja melainkan diambil dari beberapa bidang proyeksi. Biasanya diambil tiga bidang tegak lurus, dan dapat ditambah dengan bidang bantu dimana diperlukan. Gambar piktorial (gambar ruang) adalah bentuk alat komunikasi tertulis dalam bentuk gambar yang pertama kali digunakan.

d. Tugas 1

- 1) Pelajarilah uraian materi tentang prinsip kotak proyeksi !
- 2) Gambarlah pada kertas A4 dengan skala 1: 5 contoh Gambar 5 pada uraian materi 1 !

e. Tes Formatif 1

- 1) Mengapa proyeksi orthogonal pada teknik elektro cukup diperlukan tiga bidang tampak saja, yaitu tampak depan, samping dan atas?
- 2) Mengapa pada teknik elektro lebih banyak menggunakan proyeksi piktorial daripada proyeksi orthogonal ?
- 3) Mengacu Gambar 1 diatas, titik manakah yang disebut sebagai titik proyeksi ?

- 4) Gambarkan proyeksi orthogonal Gambar 4 pada uraian materi 1 !
(skala gambar anda tentukan sendiri)

f. Kunci Jawaban Formatif 1

- 1) Proyeksi orthogonal pada gambar teknik listrik cukup digambar tiga bidang tampak (depan, samping, dan atas), karena benda-benda teknik listrik bila digambar ke dalam tiga bidang tampak saja sudah cukup jelas.
- 2) Pada gambar teknik listrik lebih banyak menggunakan proyeksi piktorial daripada orthogonal karena semua obyek (benda yang digambar) sudah dalam bentuk tiga dimensi, sehingga orang yang kurang terdidik akan lebih mudah memahaminya.
- 3) Yang disebut titik proyeksi pada Gambar 1 adalah titik A.
- 4) Terlihat pada uraian materi 1, Gambar 4.

g. Lembar Kerja 1

Alat dan Bahan :

- | | |
|--|----------|
| 1) Pensil Mekanik | 1 buah |
| 2) Sepasang mistar segitiga | 1 buah |
| 3) Penggaris | 1 set |
| 4) Jangka | 1 set |
| 5) Penghapus | 1 buah |
| 6) Sablon huruf dan angka | 1 set |
| 7) 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 sesuai fungsinya dan 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 dengan ketebalan dan lebar sesuai dengan ukuran kertas!
- 4) Buatlah sudut keterangan gambar (stucklyst)!
- 5) Salinlah gambar yang terdapat dalam uraian materi (Gambar 1, 2(a) dan 2(b)) dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a) Skala gambar saudara tentukan sendiri.
 - b) Digambar dengan pensil.
 - c) Judul gambar: PRINSIP KOTAK PROYEKSI.
- 6) Rencanakanlah tata letak (layout) pembuatan gambar!
- 7) Kumpulkanlah hasil pekerjaan jika sudah selesai!
- 8) Setelah selesai bersihkanlah alat gambar dan kembalikan ke tempatnya!

2. Kegiatan Belajar 2 : Proyeksi Eropa dan Amerika

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran 2 diharapkan peserta diklat dapat menggambar obyek dengan proyeksi Eropa dan Amerika.

b. Uraian Materi 2

1) Pendahuluan

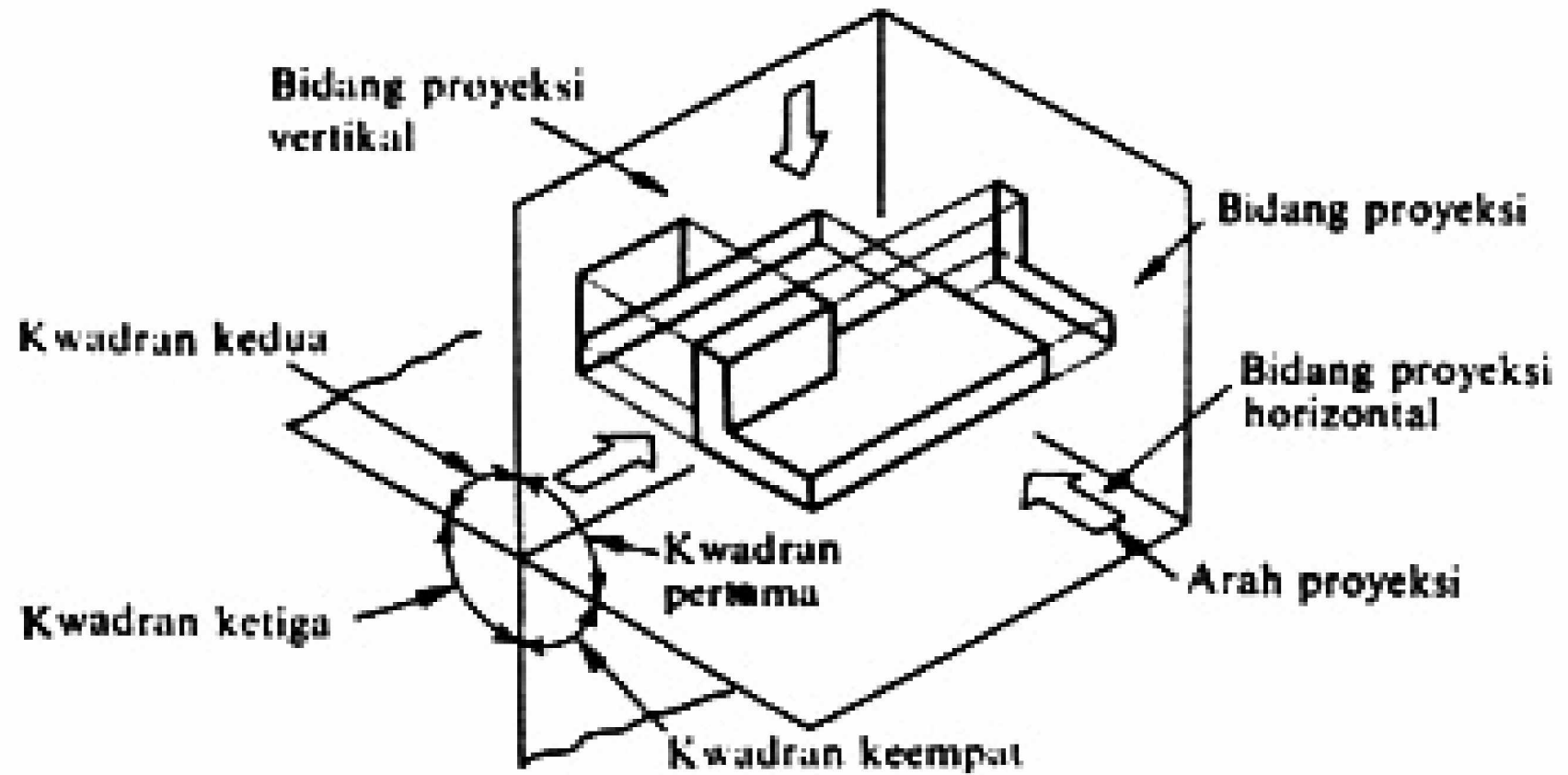
Proyeksi Eropa dan Amerika merupakan bagian dari gambar proyeksi orthogonal. Proyeksi Eropa disebut juga proyeksi kwadran pertama atau proyeksi sudut pertama. Cara menggambar dengan proyeksi Eropa disebut juga cara " E ", karena banyak digunakan di negara-negara Eropa seperti Jerman, Swiss, Perancis, Rusia dan sebagainya. Sedangkan istilah lain untuk proyeksi Amerika adalah proyeksi kwadran ketiga atau proyeksi sudut ketiga atau cara " A ", karena dipakai oleh Amerika. Negara lain yang menggunakan cara " A " adalah Jepang, Kanada, Australia, dan sebagainya.

Bidang-bidang proyeksi yang paling banyak dipergunakan adalah bidang horizontal dan bidang vertikal, seperti tampak pada Gambar 7. Bidang-bidang utama ini membagi seluruh ruang dalam empat kwadran. Bagian ruang diatas bidang horizontal dan di depan bidang vertikal disebut kwadran pertama. Bagian ruang diatas bidang horizontal dan di belakang bidang vertikal disebut kwadran kedua. Kwadran ketiga adalah bagian ruang yang terletak di bawah bidang horizontal dan di depan bidang vertikal, dan kwadran ke empat adalah bagian ruang yang terletak di bawah bidang horizontal dan di belakang bidang vertikal.

Jika benda yang akan digambar diletakkan di kwadran pertama, dan diproyeksikan pada bidang-bidang proyeksi, maka cara proyeksi ini disebut "Proyeksi kwadran pertama" atau "Cara proyeksi sudut pertama." Jika bendanya diletakkan pada kwadran

ketiga, maka proyeksi demikian disebut "Proyeksi kwadran ketiga." Sebenarnya masih ada cara proyeksi lain yaitu "Proyeksi kwadran kedua" dan "Proyeksi kwadran keempat," yang tidak dipakai dalam praktek.

Gambar-gambar pandangan pada umumnya digambar menurut cara proyeksi sudut pertama dan sudut ketiga.



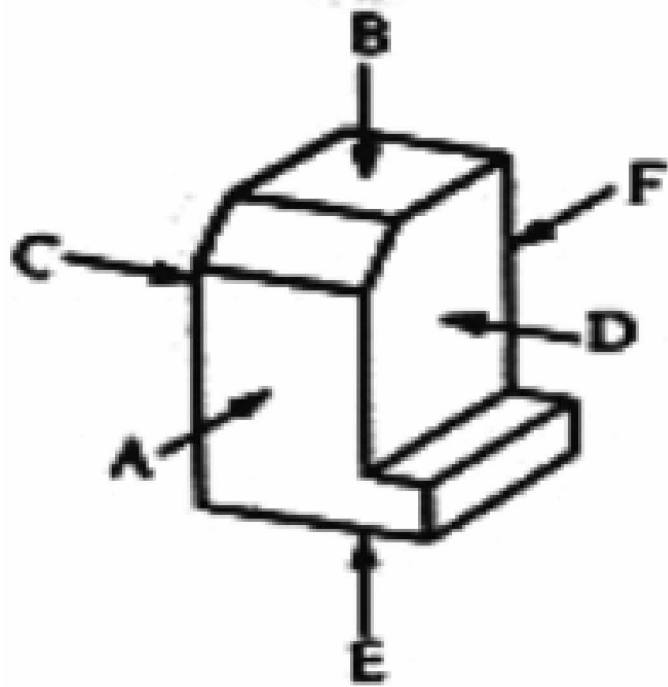
Gambar 7. Bidang Koordinat Utama dan Kwadrant-kwadrant

2) Cara Proyeksi Sudut Pertama

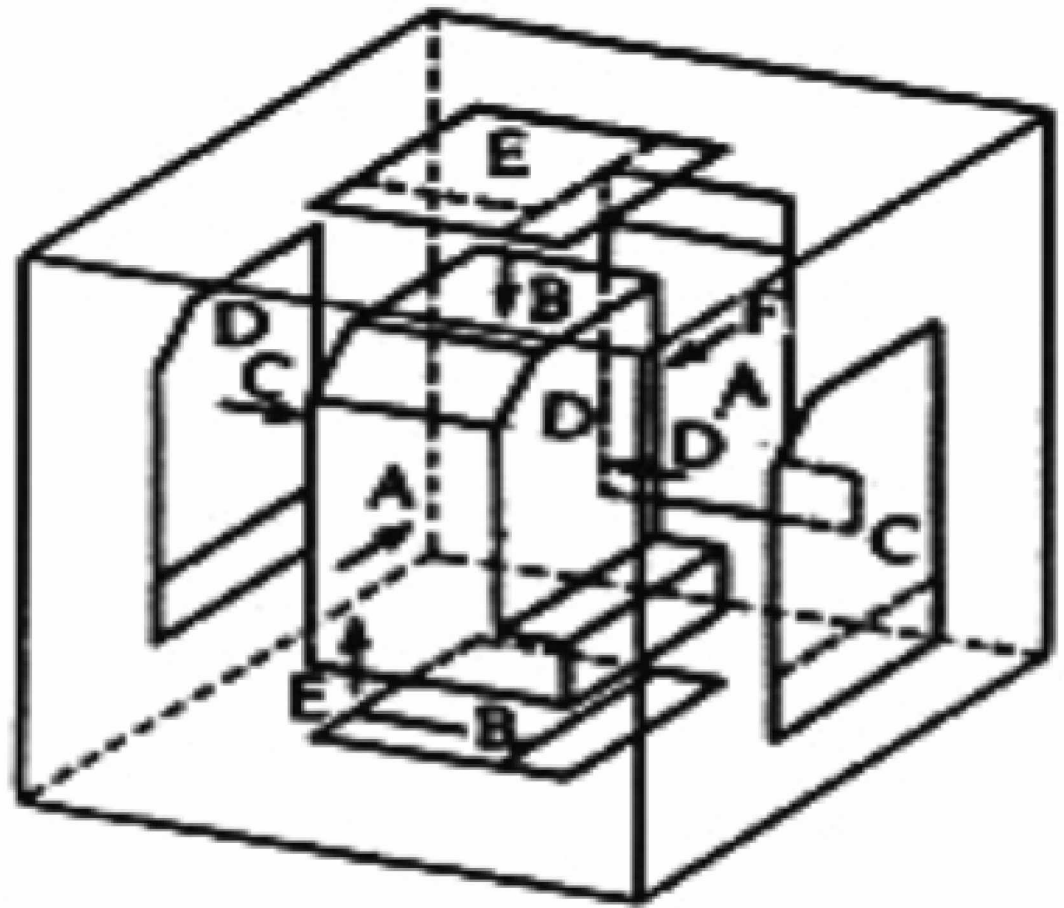
Benda yang tampak pada Gambar 8(a) diletakkan di depan bidang-bidang proyeksi seperti pada Gambar 8(b). Ia diproyeksikan pada bidang belakang menurut garis penglihatan A, dan gambarnya adalah gambar pandangan depan. Tiap garis atau tepi benda tergambar sebagai titik atau garis pada bidang proyeksi. Pada Gambar 8(b) tampak juga proyeksi benda pada bidang bawah menurut arah B, menurut arah C pada bidang proyeksi sebelah kanan, menurut arah D pada bidang proyeksi sebelah kiri, menurut arah E pada bidang proyeksi atas, dan menurut arah F pada bidang depan.

Jika proyeksi-proyeksi, seperti pada Gambar 8(b), telah dibuat semuanya, hasilnya kurang berguna, karena bidang-bidang proyeksinya disusun dalam tiga dimensi. Oleh karena itu mereka harus disatukan dalam satu helai kertas gambar dua dimensi.

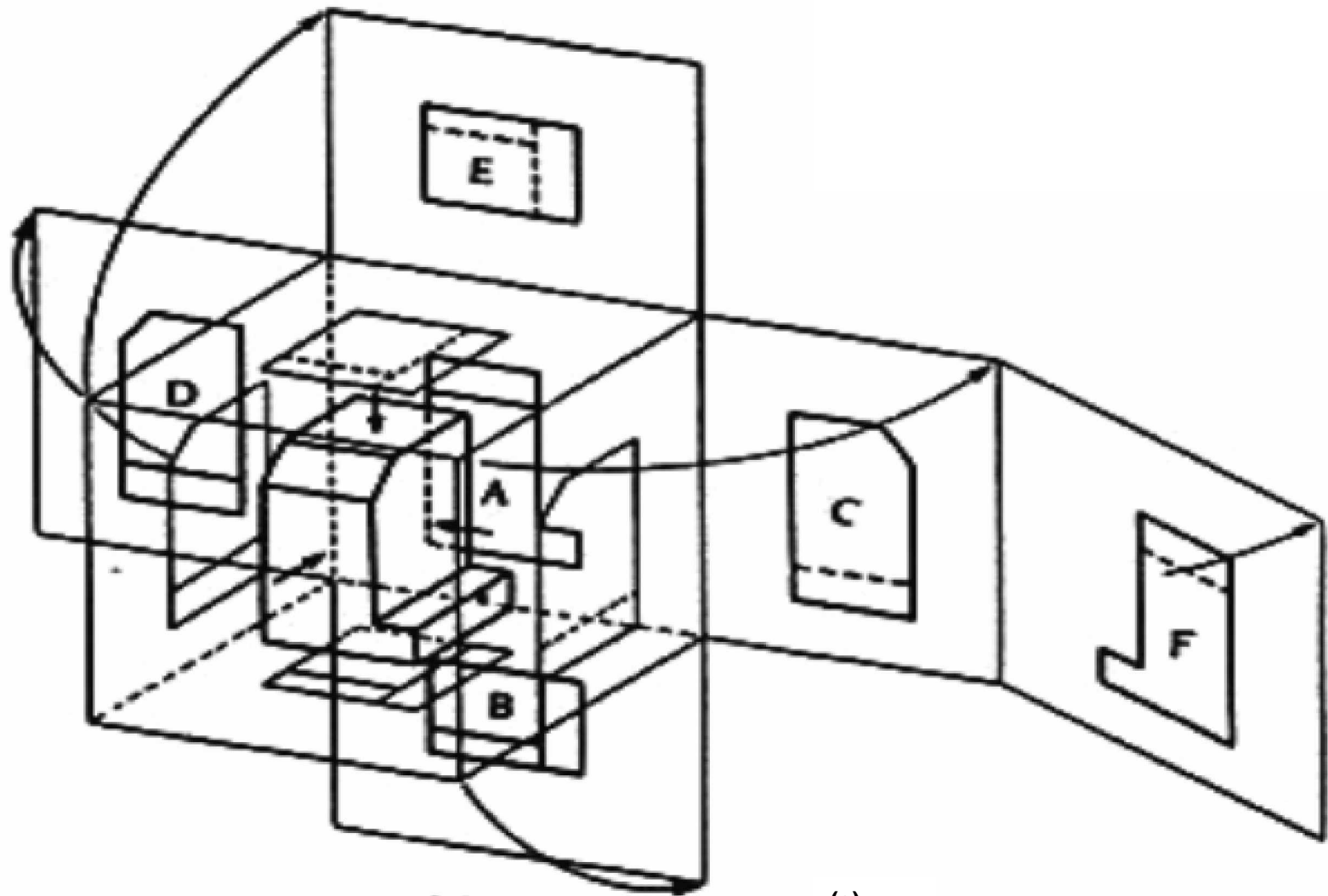
Bidang-bidang proyeksi dimisalkan merupakan sebuah peti seperti Gambar 8(b). Sisi-sisi peti kemudian dibuka menurut Gambar 8(c) sehingga semua sisi terletak pada bidang vertikal.



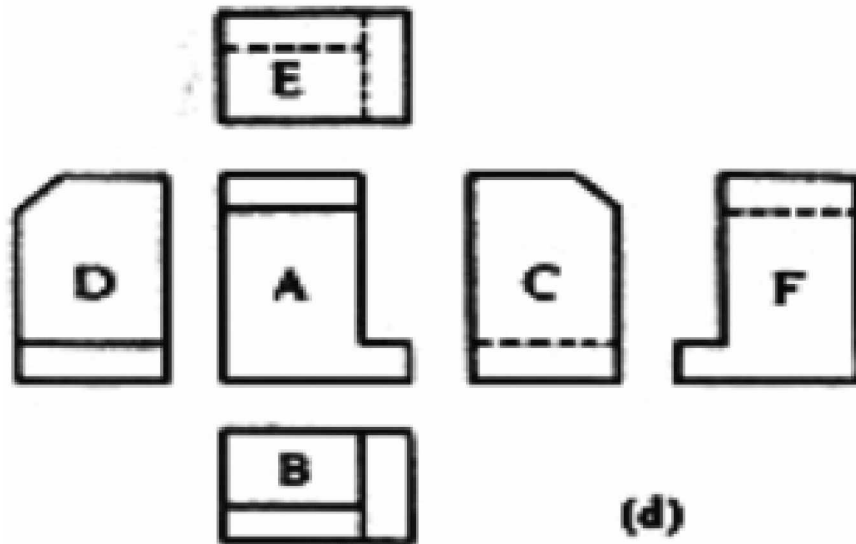
(a)



(b)



(c)



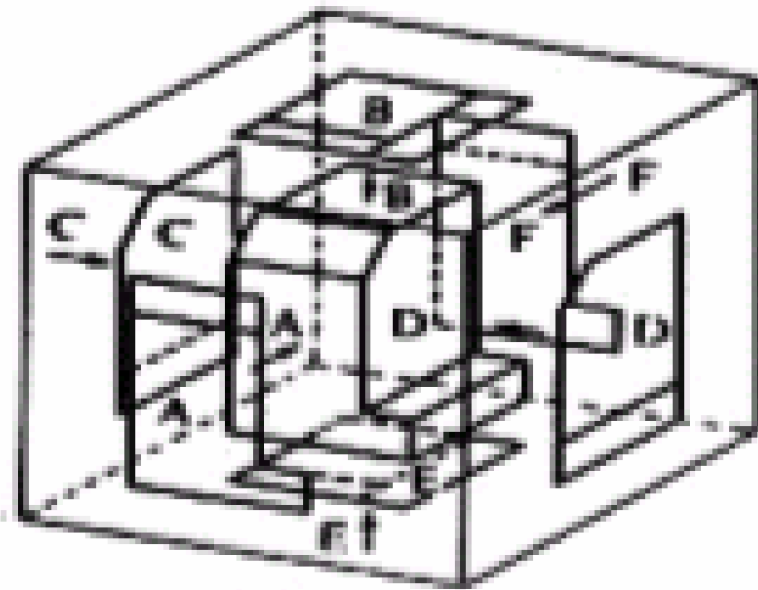
Gambar 8. Proyeksi Sudut Pertama atau Proyeksi Eropa

Susunan gambar proyeksi harus demikian sehingga dengan pandangan depan A sebagai patokan, pandangan atas B terletak di bawah, pandangan kiri C terletak di kanan, pandangan kanan D terletak di kiri, pandangan bawah E terletak di atas, dan pandangan belakang F boleh ditempatkan disebelah kiri atau kanan. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 8(d).

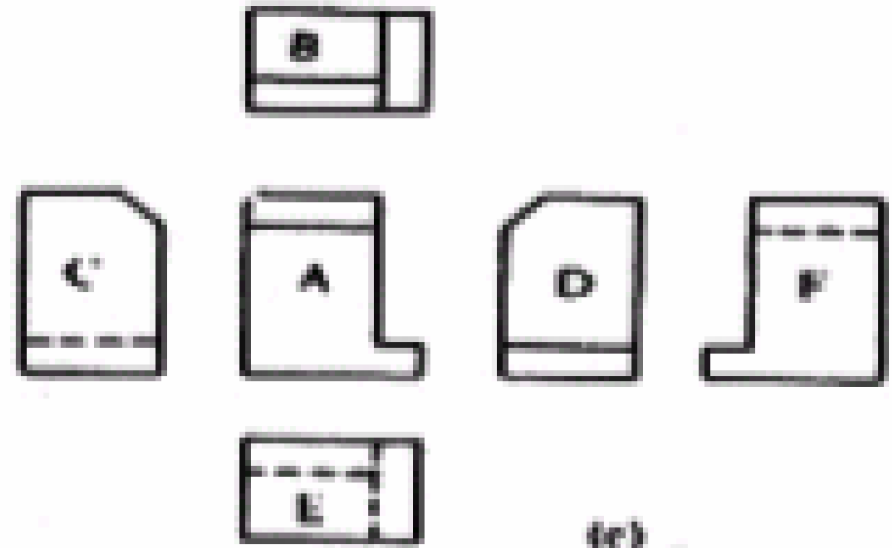
Garis-garis tepi dalam gambar, yaitu garis-garis batas antara bidang-bidang proyeksi dan garis-garis proyeksi tidak digambar.

3) Cara Proyeksi Sudut Ketiga

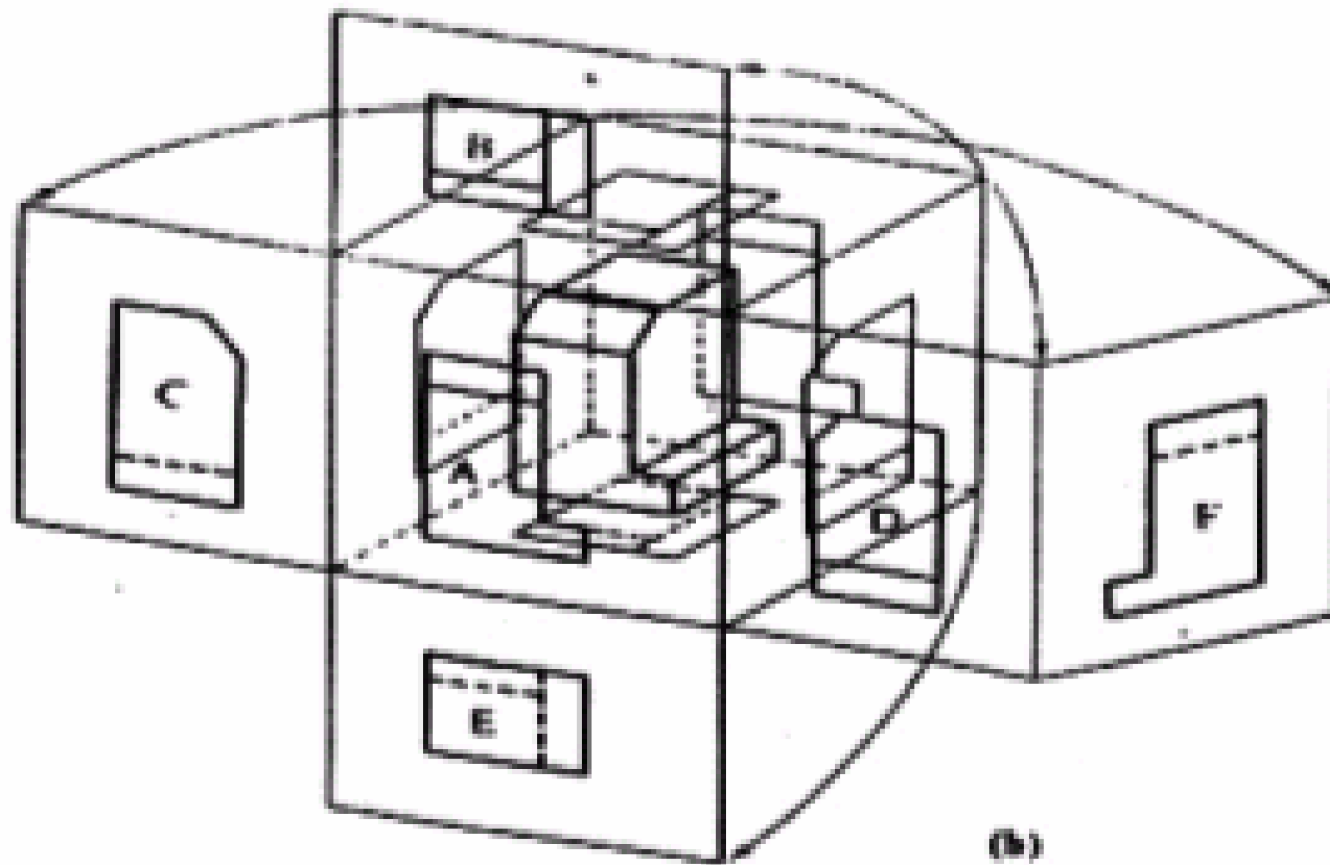
Benda yang akan digambar diletakkan dalam peti dengan sisi-sisi tembus pandang sebagai bidang-bidang proyeksi, seperti pada Gambar 9(a). Pada tiap-tiap bidang proyeksi akan tampak gambar pandangan dari benda menurut arah penglihatan, yang ditentukan oleh anak panah.



(a)



(c)



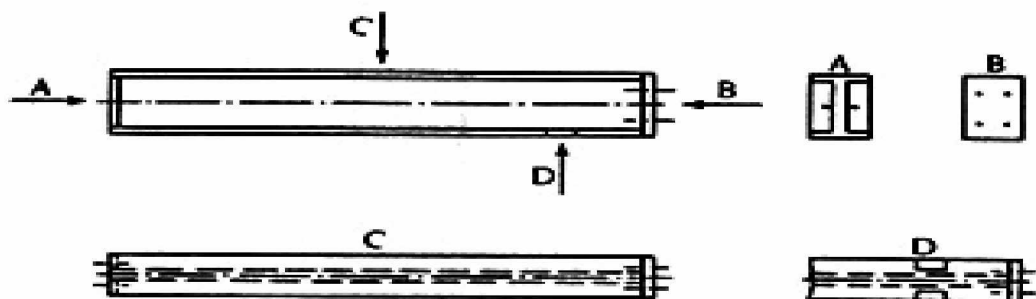
Gambar 9. Proyeksi Sudut Ketiga atau Proyeksi Amerika

Pandangan depan dalam arah A dipilih sebagai pandangan depan. Pandangan-pandangan yang lain diproyeksikan pada bidang-bidang proyeksi lainnya menurut Gambar 9(a). Sisi-sisi peti dibuka menjadi satu bidang proyeksi depan menurut anak panah (Gambar 9(b)). Hasil lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 9(c). Dengan pandangan depan A sebagai patokan, pandangan atas B diletakkan di atas, pandangan C dikiri, pandangan kanan D diletakkan di kanan, pandangan bawah E diletakkan di bawah, dan pandangan belakang dapat diletakkan di kiri atau kanan.

4) Cara dengan Menggunakan Tanda Panah

Cara yang lain selain menggunakan proyeksi yaitu dengan menggunakan anak panah. Tiap gambar, kecuali pandangan pokok depan, diberi tanda oleh huruf besar, yang terdapat juga pada anak panah yang diperlukan untuk menentukan arah penglihatan. Gambar pandangannya dapat diletakkan tidak menurut cara-cara yang telah dibahas sebelumnya. Ingat bahwa cara proyeksi orthogonal masih tetap dipakai, hanya penempatannya saja yang berbeda, untuk jelasnya lihat Gambar 10.

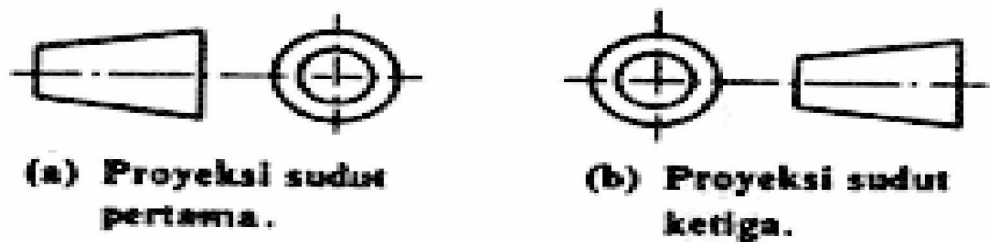
Huruf-huruf penunjuk pandangan lebih baik ditempatkan di atas gambar bersangkutan. Huruf-huruf pada anak panah diletakkan dekat anak panah, dan ditulis tegak lurus.



Gambar 10. Cara Penggunaan Panah Referensi

5) Pengenalan Cara-Cara Proyeksi dan Lambangnya

Jika hasil-hasil gambar proyeksi sudut pertama dan proyeksi sudut ketiga dibandingkan, maka terlihat bahwa gambar yang satu merupakan kebalikannya yang lain, dilihat dari segi susunannya, oleh karena itu pembedaannya sangat penting. Harus dicatat bahwa dua cara proyeksi ini jangan dipakai bersamaan dalam satu gambar.



Gambar 11. Lambang Cara Proyeksi

Dalam standar ISO (ISO/DIS 128) telah ditetapkan bahwa kedua cara proyeksi boleh dipergunakan. Untuk keseragaman, semua gambar dalam standar ISO digambar menurut proyeksi sudut pertama.

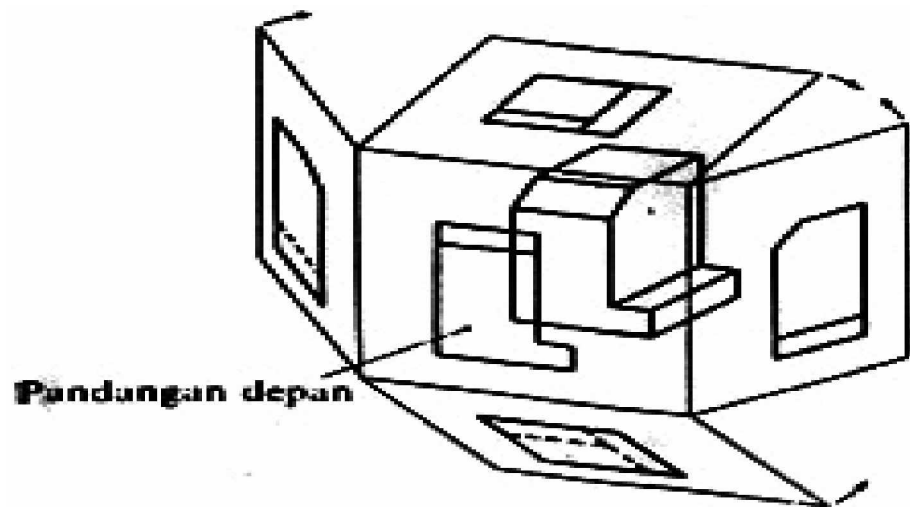
Jika pada gambar telah ditentukan cara proyeksi yang dipakai, maka cara yang dipakai harus dijelaskan pada gambar. Penjelasan tersebut menurut ISO berupa sebuah lambang, seperti pada Gambar 11. Lambang ini diletakkan di bagian kanan bawah kertas gambar.

6) Perbandingan antara Proyeksi Sudut Pertama dan Proyeksi Sudut Ketiga

Telah dikatakan diatas, bahwa kedua cara proyeksi tersebut dapat sama-sama dipakai, sesuai dengan standar ISO. Negara Amerika Serikat dan Jepang telah menentukan untuk memakai proyeksi sudut ketiga saja. Hal ini didasarkan atas kelebihan dari cara ini diatas cara proyeksi sudut pertama.

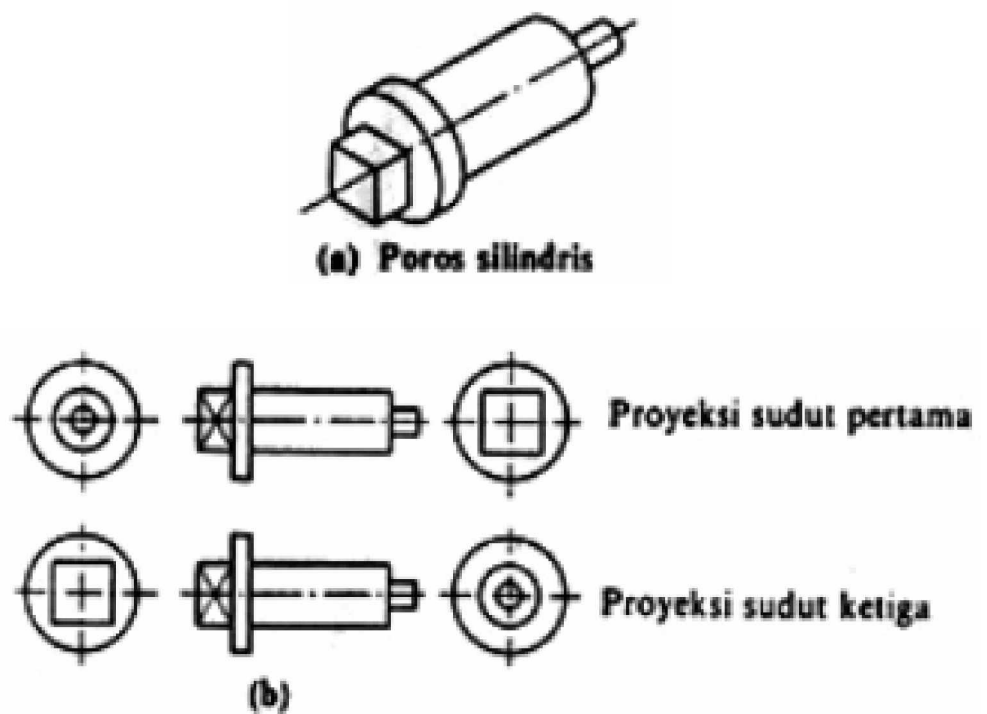
- a) Bentuk benda dari gambarnya dapat langsung dibayangkan, dengan pandangan depan sebagai patokan, gambar pandangan lain dilipat menurut Gambar 12 dan bendanya akan muncul seperti aslinya.
- b) Gambarnya mudah dibaca, karena hubungan antara gambar yang satu dengan yang lain dekat. Tidak saja mudah dibaca, tetapi jarang terjadi salah pengertian. Teristimewa sekali pada benda-benda yang panjang, susunan pandangan depan dan pandangan samping mudah sekali dibaca. Gambar 13 menunjukkan perbedaan antara kedua cara proyeksi
- c) Pandangan yang berhubungan diletakkan berdekatan. Oleh karena itu mudah untuk membaca ukuran-ukurannya. Salah pembacaan dari ukuran tidak mungkin terjadi. Untuk tukang, jadi lebih sederhana.
- d) Pandangan tambahan atau pandangan setempat dapat dibuat dengan mudah dengan cara proyeksi sudut ketiga. Benda pada Gambar 14(a) digambar dengan pandangan tambahannya menurut proyeksi sudut ketiga, Gambar 14(b), dan menurut proyeksi sudut pertama, Gambar 14(c). Contoh gambar ini menunjukkan cara proyeksi mana yang lebih unggul.

Proyeksi sudut ketiga dapat dianggap yang lebih rasional karena alasan-alasan diatas, dan dipakai di negara-negara pantai Laut Pasifik, seperti USA, Canada, Jepang, Korea, Australia, dsb.

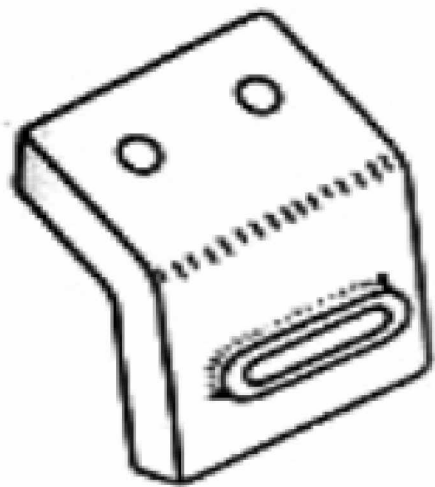


Gambar 12. Keuntungan Cara Proyeksi Sudut Ketiga

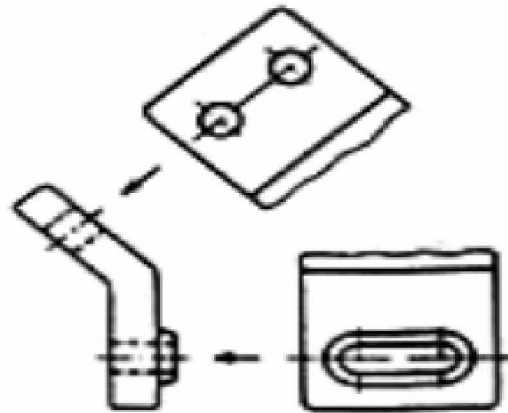
Dengan referensi pandangan depan, pandangan-pandangan yang lain dilipat tegak lurus, maka diperoleh bentuk benda sebenarnya



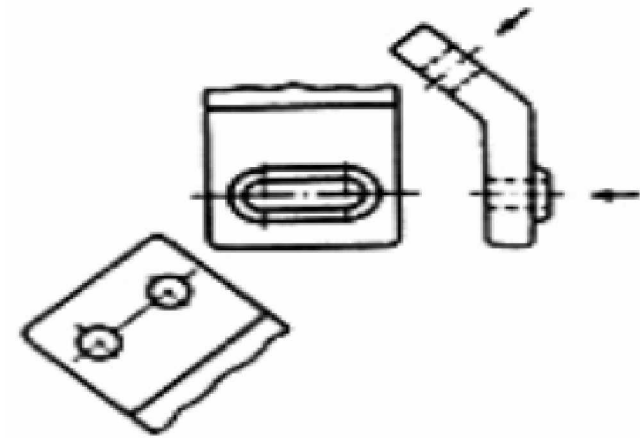
Gambar 13. Perbandingan Proyeksi Sudut Pertama dan Ketiga



(a) Benda



(b) Proyeksi sudut ketiga



(c) Proyeksi sudut pertama

Gambar 14. Perbandingan Cara-Cara Proyeksi dalam Hal Pandangan Khusus

c. Rangkuman 2

Proyeksi Eropa dan Amerika merupakan bagian dari proyeksi orthogonal. Bidang-bidang proyeksi yang paling banyak dipergunakan adalah bidang horizontal dan bidang vertikal. Bidang-bidang utama ini membagi seluruh ruang dalam empat kwadran. Bagian ruang diatas bidang horizontal dan di depan bidang vertikal disebut kwadran pertama. Bagian ruang diatas bidang horizontal dan di belakang bidang vertikal disebut kwadran kedua. Kwadran ketiga adalah bagian ruang yang terletak di bawah bidang horizontal dan di depan bidang vertikal, dan kwadran keempat adalah bagian ruang yang terletak di bawah bidang horizontal dan di belakang bidang vertikal.

Benda yang akan digambar diletakkan di kwadran pertama, dan diproyeksikan pada bidang-bidang proyeksi, maka cara proyeksi ini disebut "Proyeksi kwadran pertama" atau "Cara proyeksi sudut pertama." Jika bendanya diletakkan pada kwadran ketiga, maka proyeksi demikian disebut "Proyeksi kwadran ketiga." Sebenarnya masih ada cara proyeksi lain yaitu "Proyeksi kwadran kedua" dan "Proyeksi kwadran keempat," yang tidak dipakai dalam praktek.

d. Tugas 2

- 1) Pelajarilah uraian materi tentang proyeksi Eropa dan Amerika 1!
- 2) Gambarlah pada kertas A4 dengan skala 1: 5 contoh Gambar 8 pada uraian materi 2 menggunakan rapido !

e. Tes Formatif 2

- 1) Jelaskanlah mengapa proyeksi Eropa disebut proyeksi kwadran pertama dan proyeksi Amerika disebut proyeksi kwadran ketiga!
- 2) Apakah perbedaan proyeksi Eropa dan Amerika?
- 3) Mengapa di bidang teknik elektro dan mesin lebih banyak menggunakan proyeksi Amerika daripada Eropa?

- 4) Gambarkan proyeksi Amerika pada Gambar 9 dengan skala gambar menurut anda sendiri !

f. Kunci Jawaban Formatif 2

- 1) Proyeksi Eropa disebut proyeksi kwadran pertama karena benda yang akan digambar diletakkan pada kwadran pertama.
Proyeksi Amerika disebut proyeksi kwadran ketiga karena benda yang akan digambar diletakkan pada sudut (kwadran) ketiga.
- 2) Perbedaan proyeksi Eropa dan Amerika:
Proyeksi Eropa: disebut cara 'E'
 - a) Benda yang digambar terletak di kwadran pertama
 - b) Pandangan depan sebagai patokan
 - c) Pandangan kiri terletak di kanan
 - d) Pandangan kanan terletak di kiri
 - e) Pandangan bawah terletak di atasProyeksi Amerika: disebut cara 'A'
 - a) Benda terletak di kwadran ketiga
 - b) Pandangan depan sebagai patokan
 - c) Pandangan kiri terletak di kiri
 - d) Pandangan kanan terletak di kanan
 - e) Pandangan bawah terletak di bawah
 - f) Pandangan atas terletak di atas
- 3) Pada gambar teknik elektro dan mesin lebih banyak menggunakan proyeksi Amerika daripada proyeksi Eropa karena proyeksi Amerika memiliki beberapa kelebihan, antara lain:
 - a) Bentuk benda dapat langsung dibayangkan, karena sistem proyeksinya muncul seperti aslinya
 - b) Pandangan yang berhubungan terletak berdekatan
 - c) Dengan cara proyeksi Amerika mudah untuk membuat pandangan tambahan
- 4) Lihat Gambar 9.

g. Lembar Kerja 2

Alat dan Bahan :

- 1) Pensil 1 buah
- 2) Penggaris 1 set
- 3) Jangka 1 set
- 4) Penghapus 1 buah
- 5) Sablon huruf dan angka 1 set
- 6) Kertas gambar ukuran A₃ 1 lembar

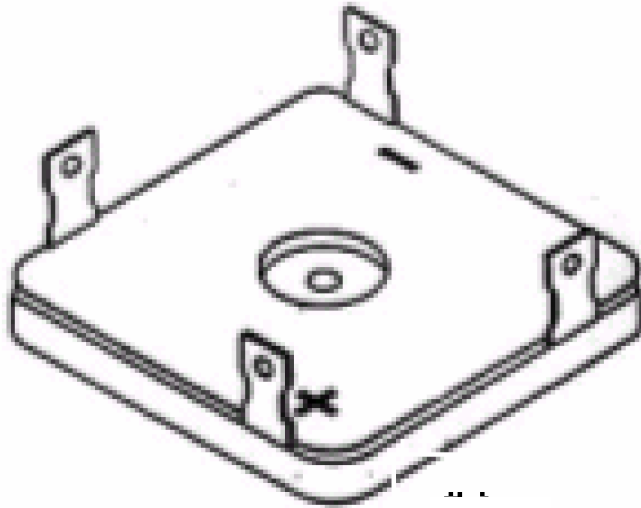
Kesehatan dan Keselamatan Kerja :

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

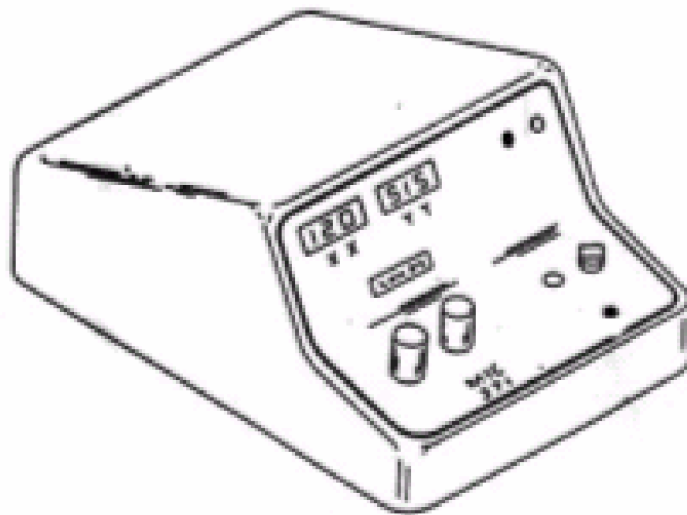
Langkah Kerja :

- 1) Siapkan 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) Salinlah gambar isometric (Gambar 15) di bawah ini dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a) Gambar A dengan cara Eropa
 - b) Gambar B dengan cara Amerika
 - c) Gambar diproyeksikan dari depan, atas dan samping
 - d) Skala gambar saudara tentukan sendiri
 - e) Digambar dengan pensil
 - f) Judul gambar: PROYEKSI EROPA DAN AMERIKA
- 6) Rencanakan tata letak (layout) pembuatan gambar!
- 7) Kumpulkanlah hasil pekerjaan jika sudah selesai!

8) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya!



(a)



(b)

Gambar 15. Gambar Isometrik Suatu Obyek Benda

3. Kegiatan Belajar 3 : Proyeksi Aksonometri

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

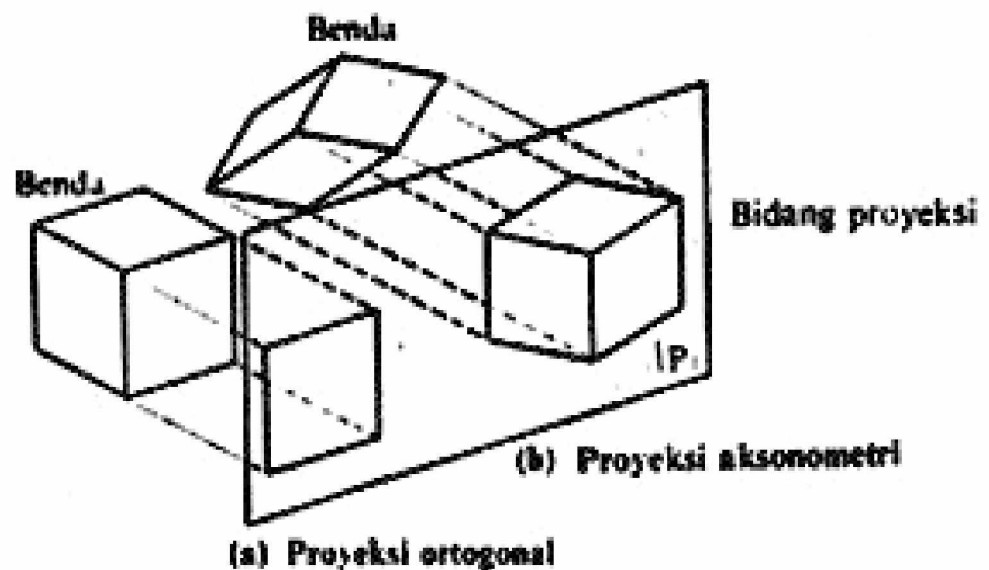
Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran 3 diharapkan peserta diklat dapat menggambar obyek dengan proyeksi aksonometri.

b. Uraian Materi 3

1) Pendahuluan

Jika sebuah benda disajikan dalam proyeksi orthogonal seperti tampak pada Gambar 16(a), hanya sebuah bidang saja yang akan tergambar pada bidang proyeksi. Seandainya bidang-bidang atau tepi-tepinya dimiringkan terhadap bidang proyeksi, maka tiga muka dari benda itu akan tampak serentak, dan gambar demikian memberikan bentuk benda seperti sebenarnya Gambar 16(b). Cara demikian disebut proyeksi aksonometri dan gambarnya disebut gambar aksonometri.

Gambar aksonometri di dalam teknik elektro disebut juga gambar piktorial. Ada tiga tipe proyeksi aksonometri yang digunakan untuk menggambar teknik elektro, yaitu : isometri, dimetri dan trimetri.

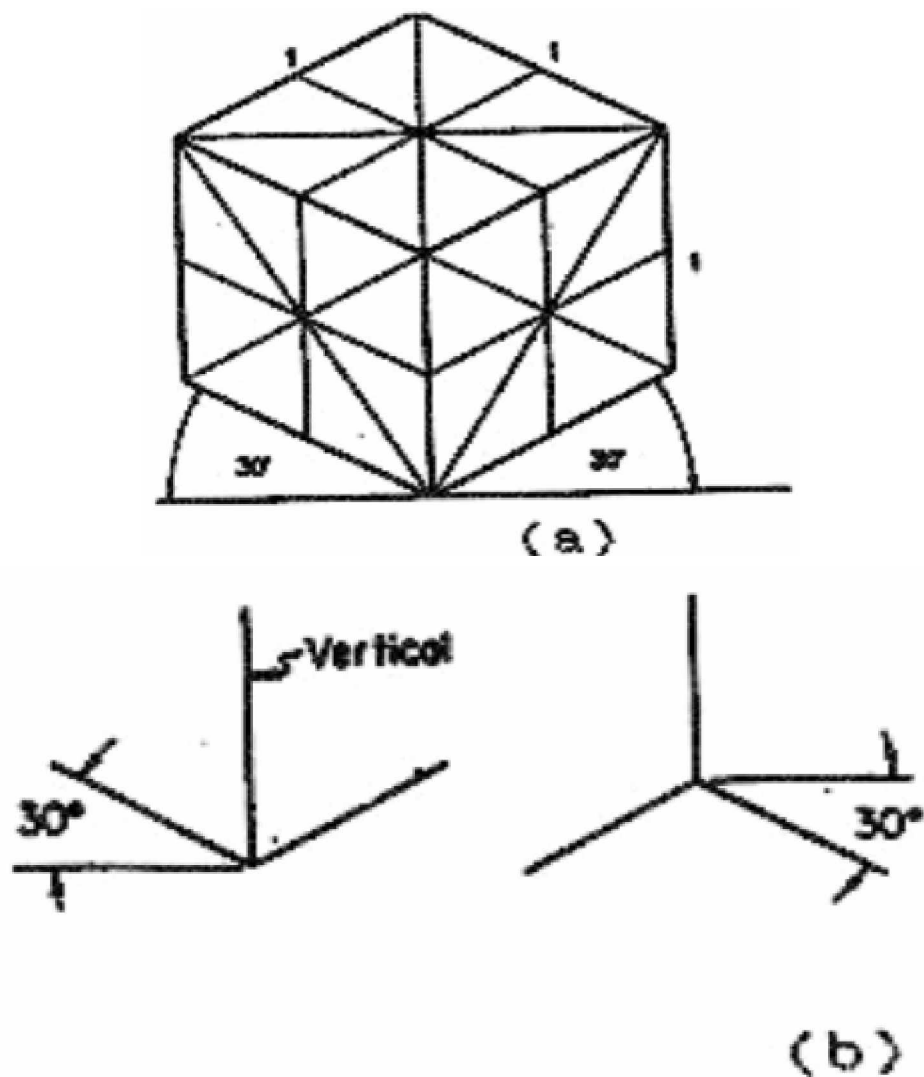


Gambar 16. Proyeksi Orthogonal

2) Proyeksi Isometri

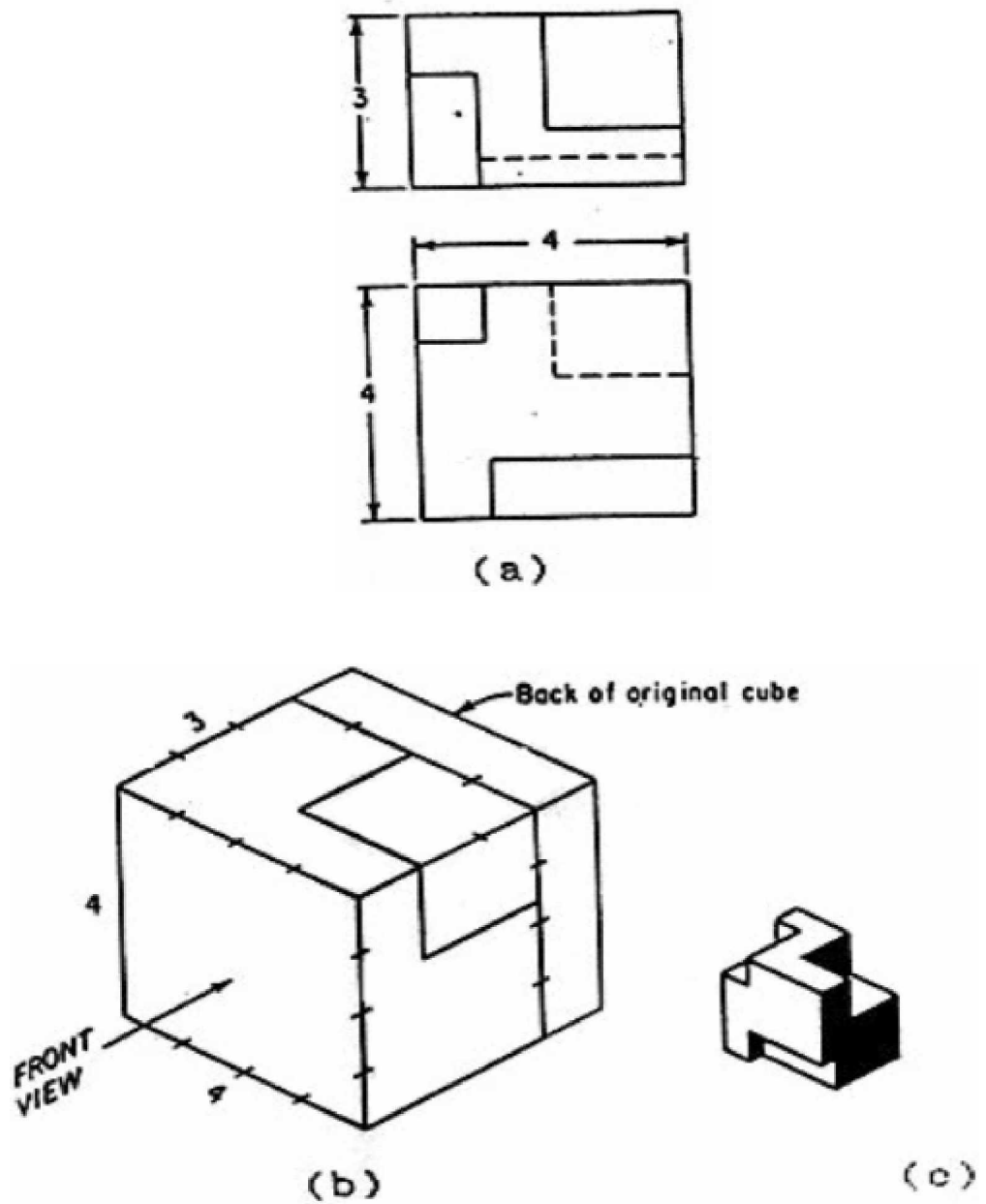
Kubus digambar simetris di atas sudut pada proyeksi isometri. Sisi tegak lurus tetap tegak lurus, sisi datar pada kedua arah naik dengan sudut 30. Tidak ada ukuran yang diperpendek pada proyeksi isometri. Pada jenis proyeksi ini tidak ada lagi sudut yang asli.

Pola dasar dari gambar isometri dijelaskan pada Gambar 17(a) dan Gambar 17(b).



Gambar 17. Pola Dasar Gambar Isometri

Modifikasi dari pola dasar gambar isometri untuk gambar-gambar yang kompleks dan rumit dapat ditunjukkan pada Gambar 18 berikut :

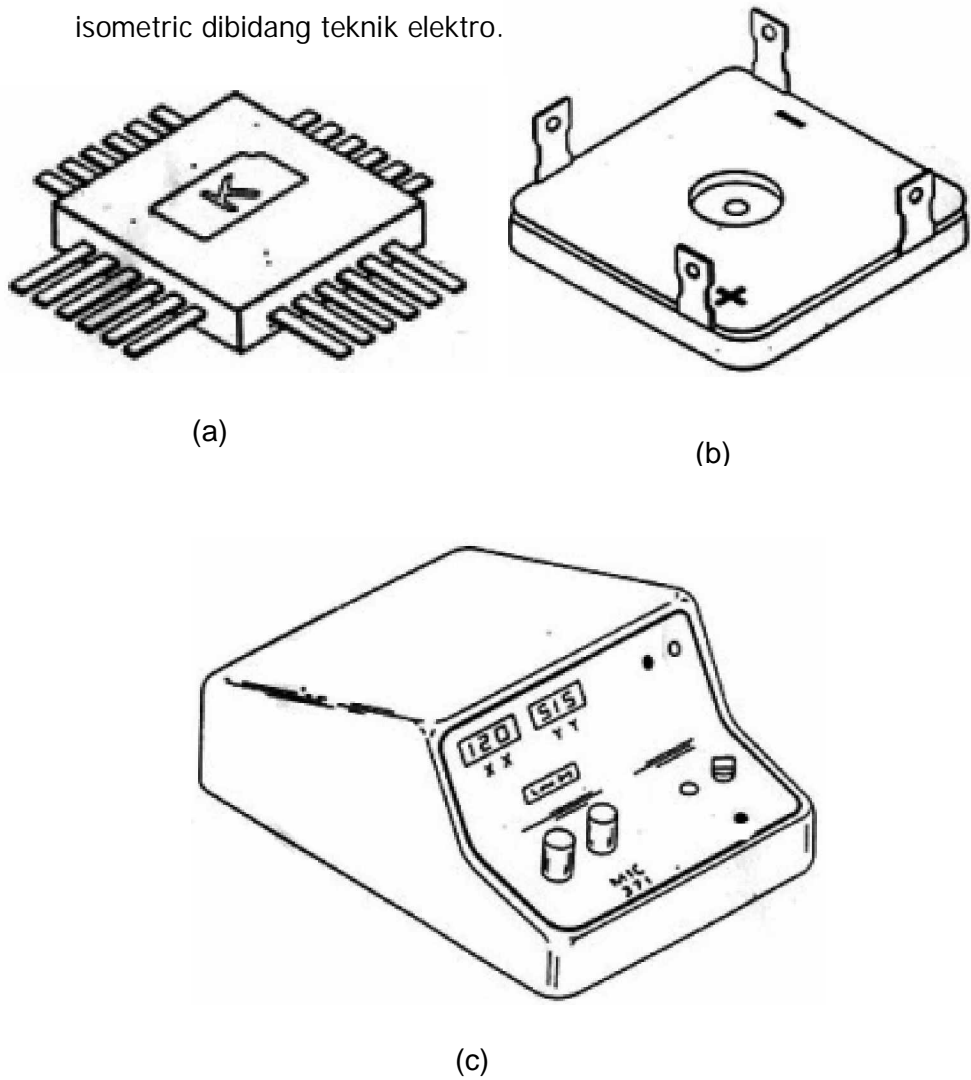


Gambar 18. Modifikasi Pola Dasar Gambar Isometri

Gambar 18(a) adalah gambar orthogonal (pandangan depan dan pandangan atas) yang akan digambar ke bentuk piktorial,

kemudian gambar tersebut diukurkan ke kubus yang telah dibuat, lihat gambar 18(b), selanjutnya gambar benda sebenarnya (gambar piktorialnya) secara lengkap adalah gambar 18(c).

Selanjutnya Gambar 19 merupakan contoh-contoh dari gambar isometric dibidang teknik elektro.

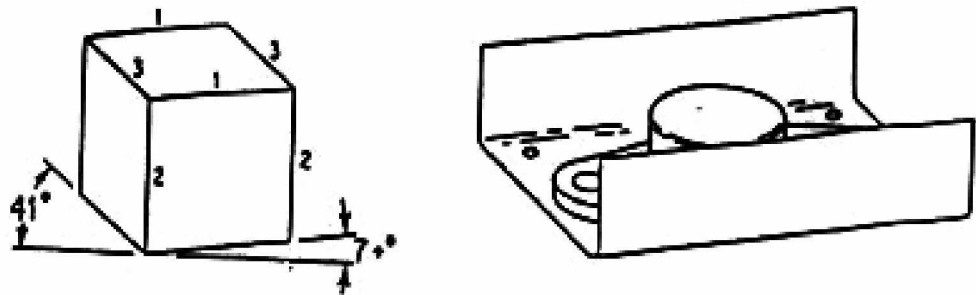


Gambar 19. Contoh Gambar Isometri di Bidang Teknik Elektro

- (a) Kemasan IC
- (b) Penyearah Gelombang Penuh
- (c) Panel Otomatis

3) Proyeksi Dimetri

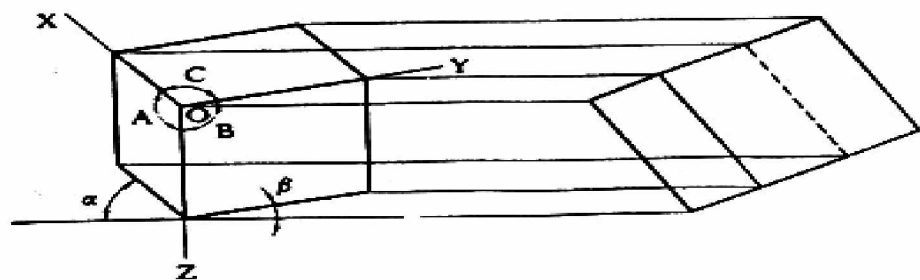
Gambar dimetri hampir sama dengan gambar isometri, perbedaannya terletak pada penggunaan sudut pola dasar, dimana gambar isometri menggunakan sudut 30° sedang gambar dimetri menggunakan sudut 41° dan 7° . Bentuk dan contoh gambar dimetri dapat dilihat pada Gambar 20 dibawah.



Gambar 20. Dimetri dari Kubus Dan Transistor T0-66

4) Proyeksi Trimetri

Proyeksi pada Gambar 21 dimana skala perpendekkan dari tiga sisi dan tiga sudut tidak sama, disebut proyeksi trimetri. Harga-harga dari sudut dan skala perpendekkan dari proyeksi aksonometri yang khas terdapat pada Tabel 1.



Gambar 21. Proyeksi Trimetri

Tabel 1. Sudut Proyeksi dan Skala Perpendekkan

Cara proyeksi	Sudut proyeksi (°)		Skala perpendekkan		
	a	b	Sumbu-X	Sumbu-Y	Sumbu-Z
Proyeksi isometri	30	30	82	82	82
Proyeksi Dimetri	15	15	73	73	96
	35	35	86	86	71
	40	10	54	54	92
Proyeksi aksonometri	20	10	64	83	97
	30	15	65	86	92
	30	20	72	83	89
	35	25	77	85	83
	45	15	65	92	86

c. Rangkuman 3

Gambar aksonometri disebut juga gambar piktorial. Ada tiga tipe proyeksi aksonometri yang digunakan untuk menggambar teknik elektro, yaitu : isometri, dimetri dan trimetri. Perbedaan gambar isometri dan dimetri yaitu pada gambar isometri menggunakan sudut 30° sedang gambar dimetri menggunakan sudut 41° dan 7°

d. Tugas 3

- 1) Pelajarilah uraian materi tentang menggambar obyek dengan proyeksi aksonometri
- 2) Salinlah Gambar 21 proyeksi trimetri dengan skala 1:5.

e. Tes Formatif 3

- 1) Jelaskan perbedaan pola dasar proyeksi isometri, dimetri dan trimetri!
- 2) Dapatkah garis ukur ditambahkan pada obyek gambar proyeksi isometri?
- 3) Dapatkah obyek (benda kerja yang telah digambar dengan proyeksi isometri diubah ke dalam gambar dimetri? Jelaskan!
- 4) Gambarkan proyeksi dimetri dari suatu kubus dengan skala gambar yang anda tentukan sendiri

f. Kunci Jawaban Formatif 3

- 1) Perbedaan pola dasar proyeksi isometri, dimetri dan trimetri terletak pada sudut pola dasarnya, yaitu:
 - a) Proyeksi isometri = 30° .
 - b) Proyeksi dimetri = 41° dan 7° .
 - c) Proyeksi trimetri = lihat Tabel 1.
- 2) Garis ukur dapat ditambahkan pada obyek gambar proyeksi isometri.
- 3) Obyek (benda kerja) yang telah digambar dengan proyeksi isometri dapat diubah ke dalam gambar dimetri, dengan cara merubah sudut pola dasarnya dari 30° menjadi 41° dan 7° .
- 4) Lihat Gambar 20.

g. Lembar Kerja 3

Alat dan Bahan :

- 1) Pensil 1 buah
- 2) Penggaris 1 set
- 3) Jangka 1 set
- 4) Penghapus 1 buah
- 5) Sablon huruf dan angka 1 set
- 6) Kertas gambar ukuran A_3 1 lembar

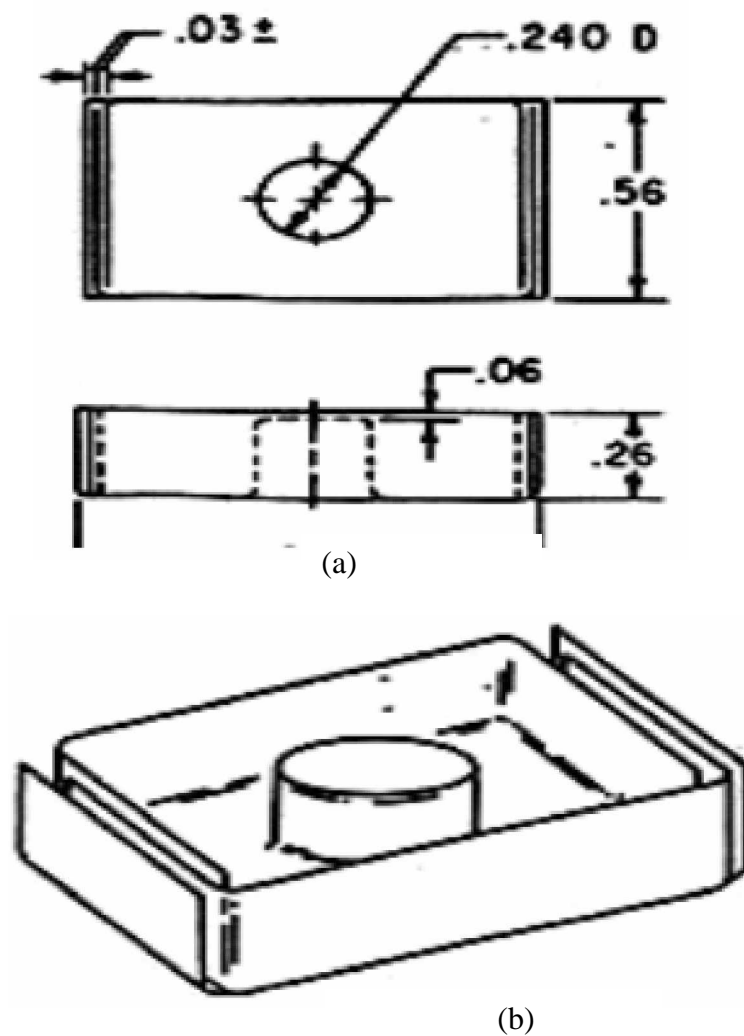
Kesehatan dan Keselamatan Kerja :

- 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) Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan!
- 2) Rekatkanlah kertas gambar dengan isolasi pada sudut kertas gambar!

- 3) Buatlah garis tepi dengan ketebalan dan lebar sesuai dengan ukuran kertas!
- 4) Buatlah sudut keterangan gambar (stucklyst)!
- 5) Salinlah Gambar 22 kedalam proyeksi isometri di atas kertas A₃!
- 6) Ulangilah langkah no. 5 untuk proyeksi dimetri dan trimetri!
- 7) Berilah judul gambar saudara: PROYEKSI AKSONOMETRI
- 8) Rencanakan tata letak (layout) pembuatan gambar!
- 9) Kumpulkanlah hasil pekerjaan jika sudah selesai!
- 10) Setelah selesai bersihkan alat gambar dan kembalikan ke tempatnya!



Gambar 22. (a) Transistor TO-5 Tampak Atas dan Miring
(b) Transistor TO-5

4. Kegiatan Belajar 4 : Proyeksi Miring, Kabinet, Kavalier dan Perspektif

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran 4 diharapkan peserta diklat menggambar obyek dengan proyeksi miring, kabinet, kavalier dan perspektif.

b. Uraian Materi 4

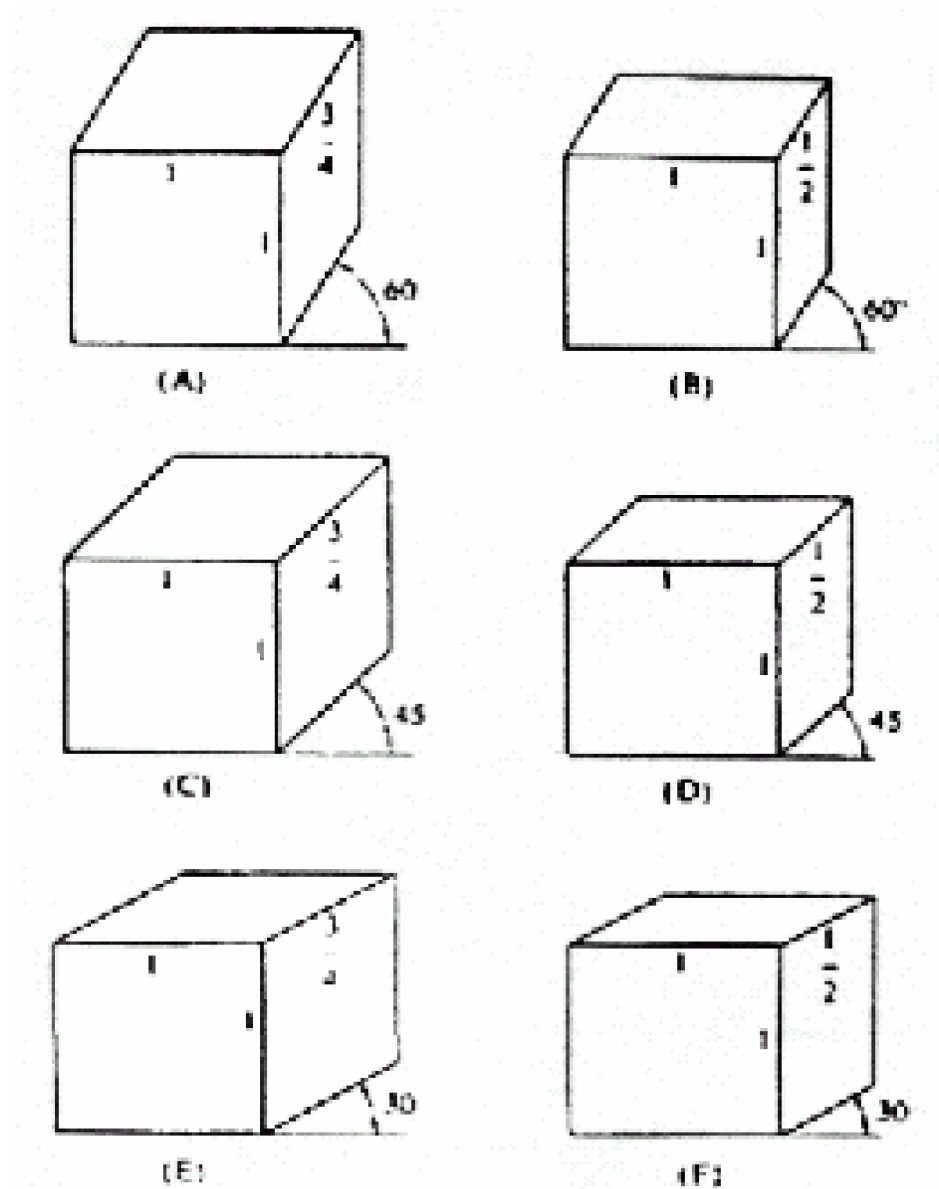
1) Proyeksi Miring

Proyeksi miring hampir sama dengan proyeksi sejajar, tetapi dengan garis-garis proyeksinya miring terhadap bidang proyeksi. Gambar yang dihasilkan oleh cara proyeksi ini disebut gambar proyeksi miring. Pada proyeksi ini bendanya dapat diletakkan sesukanya, tetapi biasanya permukaan depan dari benda diletakkan sejajar dengan bidang proyeksi vertikal. Dengan demikian bentuk permukaan depan tergambar seperti sebenarnya, yang juga terdapat pada gambar proyeksi orthogonal.

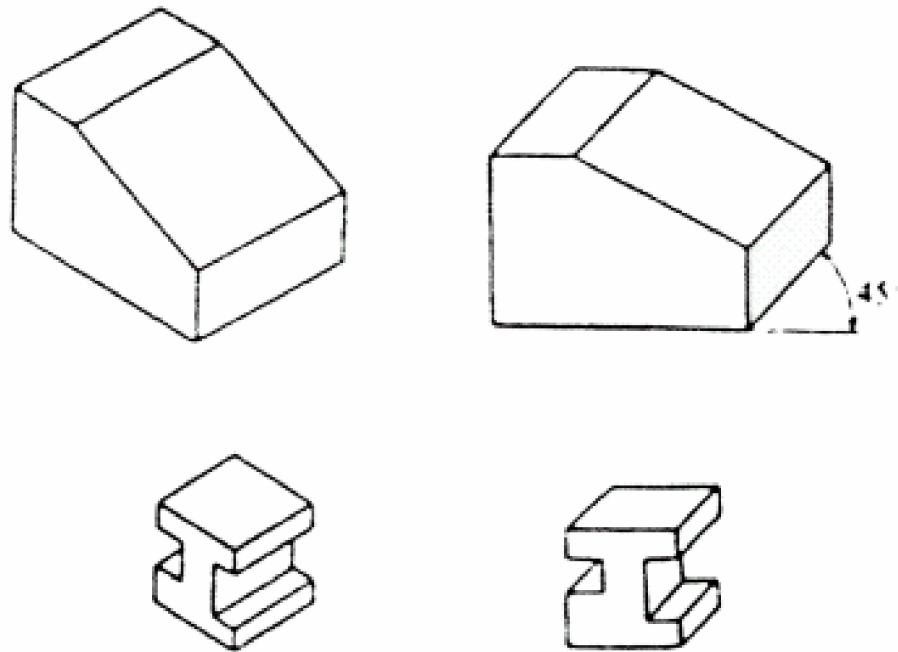
Sudut yang menggambarkan kedalamannya biasanya 30° , 45° dan 60° terhadap sumbu horizontal. Sudut-sudut ini disesuaikan dengan segitiga yang dipakai mempunyai sudut-sudut 30° , 45° dan 60° . Dalamnya dapat ditentukan sembarang, seperti tampak pada Gambar 23. Jika panjang ke dalam sama dengan panjang sebenarnya, gambar demikian disebut gambar kavalier. Pada proyeksi ini skala yang sama dapat dipergunakan pada sumbu-sumbu yang lain. Di lain pihak gambar kavalier menghasilkan gambar yang berubah, walaupun menggambarinya mudah (Gambar 23(a)).

Oleh karena itu seringkali dipergunakan skala perpendekan pada sumbu ke dalam, misalnya $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ atau $\frac{1}{3}$. Skala perpendekan $\frac{1}{2}$ memberikan gambar yang tidak berubah dan penggambarannya mudah. Gambar demikian disebut gambar

kabinet. Gambar kabinet dengan sudut 45° banyak dipakai di beberapa negara. Gambar 24 memperlihatkan gambar sebuah benda dalam proyeksi isometri dan proyeksi miring (gambar kabinet) sebagai perbandingan.



Gambar 23. Perbandingan Beberapa Jenis Proyeksi Miring



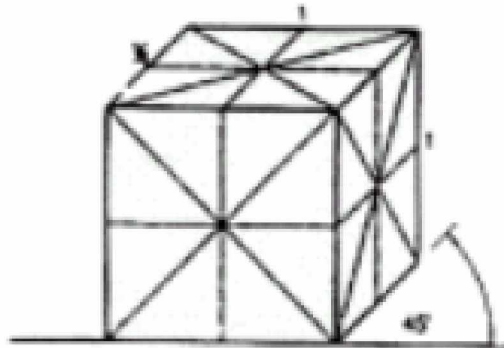
Gambar 24. Perbandingan Gambar Isometri dengan Gambar Miring

2) Proyeksi Kavalier

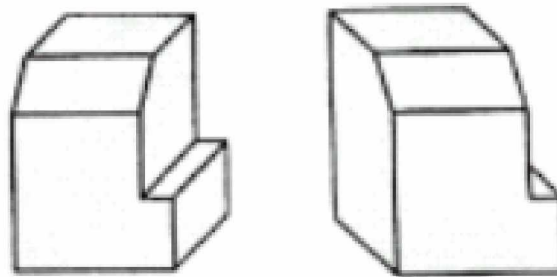
Proyeksi kavalier sebenarnya tidak termasuk dalam standarisasi DIN (Deutsche Industrie Norm = Norma Industri Jerman) tetapi perlu dipahami oleh peserta didik jurusan teknik elektro. Hal ini disebabkan karena:

- Masih diperlukan untuk menggambar sketsa (gambar tangan atau freehand), misalnya desain awal Panel Hubung Bagi.
- Dibandingkan dengan proyeksi dimetri, proyeksi kavalier lebih mudah.

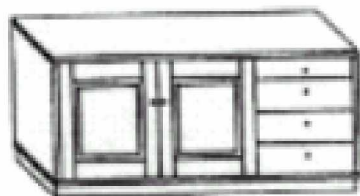
Garis kedalaman proyeksi kavalier bersudut 45° , seperti pada proyeksi dimetrik bisa diperpendek 50% atau $\frac{1}{2}$. Lihat Gambar 25.



Satu kubus dalam perspektif kavalier



Perspektif kavalier pada benda bersisi tak teratur



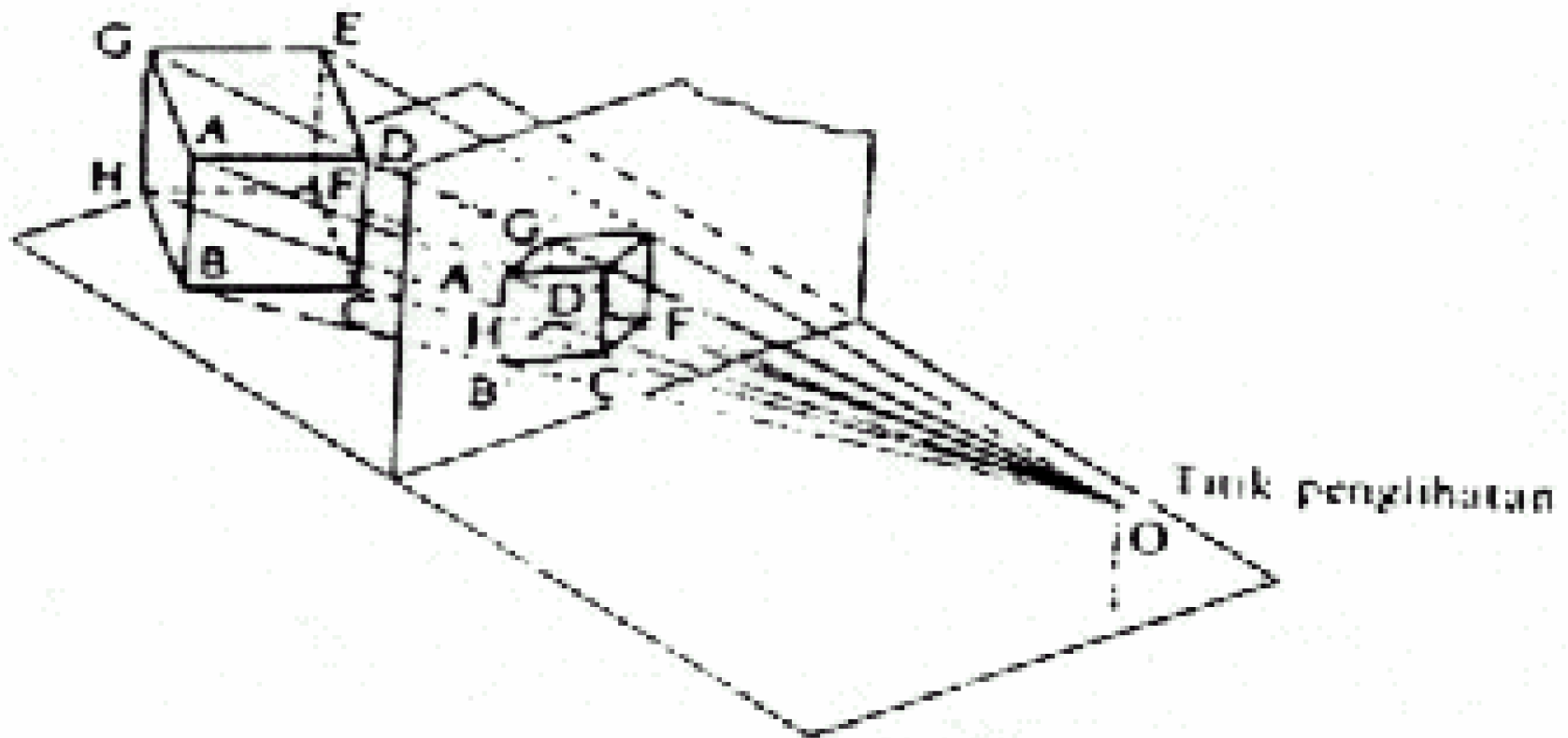
Perspektif kavalier pada sebuah perabot

Gambar 25. Perspektif Kavalier

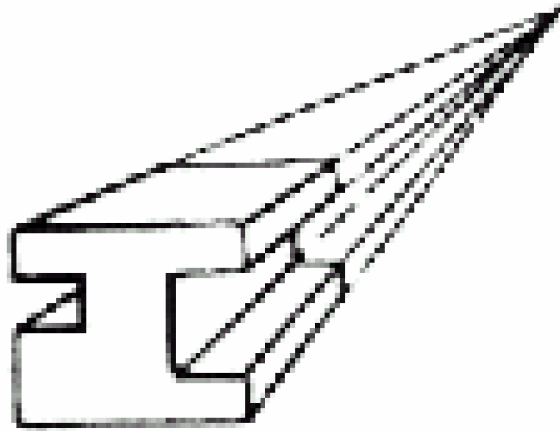
3) Gambar Perspektif

Jika antara benda dan titik penglihatan tetap diletakkan sebuah bidang vertikal atau bidang gambar, maka pada bidang gambar ini akan terbentuk bayangan dari benda tadi (Gambar 26). Bayangan ini disebut gambar perspektif. Gambar perspektif adalah gambar yang serupa dengan gambar benda yang dilihat dengan mata biasa, dan banyak dipergunakan dalam bidang arsitektur. Ini merupakan gambar pandangan tunggal yang terbaik, tetapi cara penggambarannya sangat sulit dan rumit daripada cara-cara gambar yang lain. Untuk gambar teknik dengan bagian-bagian yang rumit dan kecil tidak menguntungkan, oleh karenanya jarang sekali dipakai dalam gambar teknik mesin.

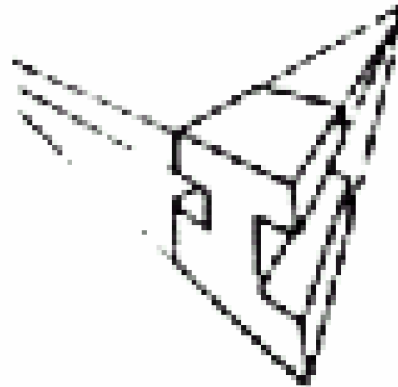
Dalam gambar perspektif garis-garis sejajar pada benda bertemu di satu titik dalam ruang, yang dinamakan titik hilang. Ada tiga macam gambar perspektif, seperti perspektif satu titik (perspektif sejajar), perspektif dua titik (perspektif sudut) dan perspektif tiga titik (perspektif miring), sesuai dengan jumlah titik hilang yang dipakai (Gambar 27).



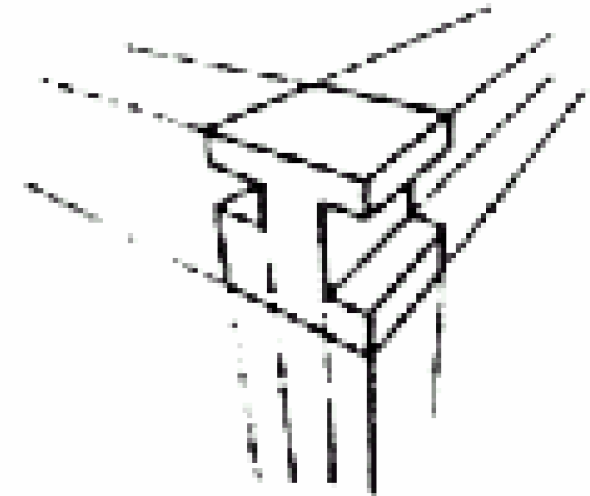
Gambar 26. Proyeksi Perspektif



Gambar perspektif
satu titik



Gambar perspektif
dua titik



Gambar perspektif
tiga titik

Gambar 27. Gambar Perspektif

c. Rangkuman 4

Proyeksi miring adalah sebangsa proyeksi sejajar, tetapi dengan garis-garis proyeksinya miring terhadap bidang proyeksi dan bendanya dapat diletakkan sesukanya, tetapi biasanya permukaan depan dari benda diletakkan sejajar dengan bidang proyeksi vertikal. Apabila panjang ke dalam sama dengan panjang sebenarnya, gambar demikian disebut gambar kavalier. Pada proyeksi kavalier skala yang sama dapat dipergunakan pada sumbu-sumbu yang lain. Gambar perspektif merupakan bayangan yang terbentuk jika antara benda dan titik penglihatan tetap diletakkan sebuah bidang vertikal atau bidang gambar.

d. Tugas 4

- 1) Pelajarilah uraian materi tentang menggambar obyek dengan proyeksi miring, kabinet, kavalier dan perspektif !
- 2) Salinlah Gambar 23 di kertas A4 dengan skala gambar 1:3 !

e. Tes Formatif 4

- 1) Bagaimana prinsip dasar dari proyeksi kabinet?
- 2) Bagaimana prinsip dasar dari proyeksi kavalier?
- 3) Bagaimana prinsip dasar dari proyeksi perspektif?
- 4) Mengapa proyeksi kavalier digunakan dalam teknik elektro, meski belum terdaftar dalam DIN?
- 5) Buatlah gambar perspektif satu titik dengan skala gambar anda tentukan sendiri !

f. Kunci Jawaban Formatif 4

- 1) Prinsip dasar proyeksi kabinet sama dengan proyeksi miring, perbedaannya hanya pada sudut kedalaman dan skala pemendekan sumbu kedalam. Pada proyeksi kabinet 45° dan skala pemendekannya $\frac{1}{2}$.

- 2) Prinsip dasar proyeksi kavalier sama dengan proyeksi kabinet, hanya penggambarannya disamping boleh menggunakan skala pemendekan $\frac{1}{2}$ juga boleh digambar dengan ukuran benda sebenarnya.
- 3) Prinsip dasar proyeksi perspektif: garis-garis sejajar dari benda (obyek) bertemu di satu titik penglihatan (titik pandang atau titik hilang), disebut gambar perspektif satu titik. Selain itu ada gambar perspektif dua titik dan tiga titik (lihat Gambar 27).
- 4) Proyeksi kavalier tetap digunakan meskipun belum terdaftar dalam DIN, karena:
 - a) Masih diperlukan untuk menggambar sketsa (gambar tangan atau freehand), misalnya desain awal panel hubung bagi (PHB).
 - b) Dibandingkan dengan proyeksi dimetri, proyeksi kavalier lebih mudah dibuat.
- 5) Lihat Gambar 27

g. Lembar Kerja 4

Alat dan Bahan :

- | | |
|--|----------|
| 1) Pensil | 1 buah |
| 2) Penggaris | 1 set |
| 3) Jangka | 1 set |
| 4) Penghapus | 1 buah |
| 5) Sablon huruf dan angka | 1 set |
| 6) Rapido | 1 set |
| 7) Kertas kalkir 80 gram ukuran A ₃ | 1 lembar |

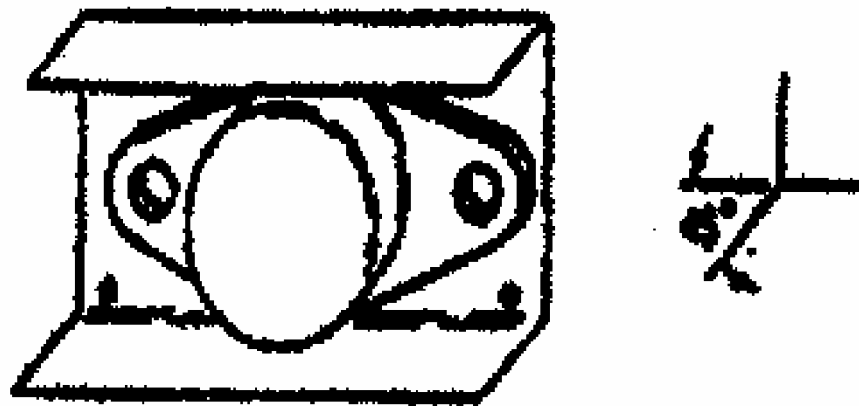
Kesehatan dan Keselamatan Kerja :

- 1) Berdo'alah sebelum memulai kegiatan belajar!
- 2) Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar!

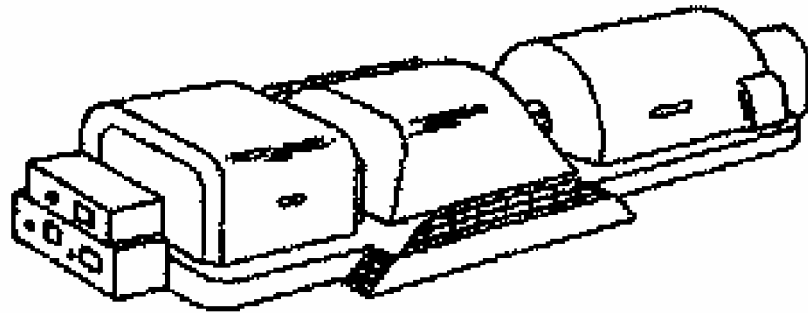
- 3) Gunakanlah peralatan gambar sesuai dengan fungsinya dan dengan hati-hati!

Langkah Kerja :

- 1) Siapkan 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) Salinlah gambar proyeksi miring dan perspektif dari komponen elektro dan elektronika (Gambar 28) dibawah ini, diatas kertas kalkir ukuran A³ !
- 6) Rencanakanlah tata letak (layout) pembuatan gambar!
- 7) Berilah judul gambar saudara: a) PROYEKSI MIRING
b) PROYEKSI PERSPEKTIF
- 8) Buatlah gambar dengan menggunakan pensil terlebih dahulu, kemudian tebalkanlah dengan rapido!
- 9) Kumpulkanlah hasil pekerjaan jika sudah selesai!
- 10) Setelah selesai bersihkanlah alat gambar dan kembalikan ke tempatnya!



Proyeksi Miring dari Transistor



Proyeksi Perspektif dari Generator Uap

Gambar 28. Proyeksi Miring dan Proyeksi

5. Kegiatan Belajar 5 : Panel Depan dan Panel Belakang Chasis Elektronika

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran 5 diharapkan peserta diklat dapat mengidentifikasi peralatan yang dipasang pada panel depan dan panel belakang chasis elektronika.

b. Uraian Materi 5

Perancangan chasis elektronika selain menentukan ukuran panjang, lebar dan tinggi dari chasis, kita juga perlu memperhitungkan peralatan apa saja yang akan dipasang pada panel depan ataupun panel belakang dari chasis elektronika. Misalnya dalam perancangan pembuatan chasis power amplifier maka dapat diidentifikasi beberapa peralatan yang terpasang atau menempel pada panel depan dan panel belakang chasis power amplifier. Peralatan yang terpasang pada panel depan meliputi saklar power, led indikator power, potensio volume, potensio balance, potensio bass, potensio trable, dan saklar loudness. Peralatan yang terpasang pada panel belakang meliputi AC cord dan terminal speaker.

Perhitungan yang diperlukan adalah ukuran dari masing-masing peralatan yang akan dipasang pada panel depan dan panel belakang chasis power amplifier, misalnya untuk memasang saklar power pada panel depan chasis kita perlu membuat lubang berbentuk kotak dengan ukuran tertentu sesuai dengan ukuran saklar power yang akan kita gunakan, untuk memasang potensio volume pada panel depan kita perlu membuat lubang dengan diameter sesuai ukuran dudukan dari potensio yang akan kita gunakan. Demikian juga untuk peralatan-peralatan lain yang akan dipasang. Pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan mistar/ penggaris atau jangka sorong, untuk itu kita harus bisa membaca skala ukuran jangka sorong.

Setelah semua ukuran kita dapatkan kemudian dibuat rancangan chassis berupa gambar bukaan box dengan ukuran skala tertentu.

c. Rangkuman 5

Perancangan chassis elektronika meliputi penentuan ukuran panjang, lebar dan tinggi dari chassis, perhitungan peralatan apa saja yang akan dipasang pada panel depan ataupun panel belakang dari chassis elektronika.

d. Tugas 5

- 1) Pelajarilah uraian materi tentang identifikasi peralatan yang dipasang pada panel depan dan panel belakang chassis elektronika!
- 2) Rencanakanlah panel depan dan belakang untuk peralatan tape deck yang menggunakan power amplifier 80 watt, equalizer 5 channel dan input/ output stereo !

e. Tes Formatif 5

- 1) Sebutkan peralatan apa saja yang terpasang pada panel depan dan belakang sebuah chassis power supply ?
- 2) Sebutkan peralatan apa saja yang terpasang pada panel depan dan belakang sebuah chassis equalizer lima channel?
- 3) Ukurlah peralatan-peralatan pada panel depan dan panel belakang pada chassis power amplifier !

f. Kunci Jawaban Formatif 5

- 1) Panel depan terdiri dari saklar power, display tegangan dan konektor output. Panel belakang terdiri dari AC cord dan terminal fuse.
- 2) Panel depan terdiri dari saklar power, saklar bypass, lima buah potensiometer geser dan led indikator. Panel belakang terdiri AC cord, terminal fuse, terminal input (RCA) dan terminal output (RCA).
- 3) Tabel 2. Tabel Pengukuran

BAHAN	PANJANG	LEBAR	DIAMETER
Potensio			
Led			
AC cord			
Terminal fuse			
Jack RCA stereo			
Saklar power			

g. Lembar Kerja 5

Alat dan Bahan :

- 1) Potensio 1 buah
- 2) Led 1 buah
- 3) AC cord 1 buah
- 4) Terminal fuse 1 buah
- 5) Jack RCA stereo 1 buah
- 6) Saklar power 1 buah
- 7) Jangka sorong 1 buah

Kesehatan dan Keselamatan Kerja :

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

Langkah Kerja :

- 1) Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
- 2) Ukurlah setiap bahan yang disediakan dengan menggunakan jangka sorong!
- 3) Tulislah ukuran panjang, lebar atau diameter dari bahan untuk menentukan pelubangan pada chasis!
- 4) Masukkan hasil pengamatan dalam Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Tabel Pengukuran

BAHAN	PANJANG	LEBAR	DIAMETER
Potensio Led AC cord Terminal fuse Jack RCA stereo Saklar power			

- 5) Kumpulkanlah hasil pekerjaan jika sudah selesai!

6. Kegiatan Belajar 6 : Menggambar Chasis Elektronika

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran 6 diharapkan peserta diklat dapat menggambar bukaan chasis elektronika.

b. Uraian Materi 6

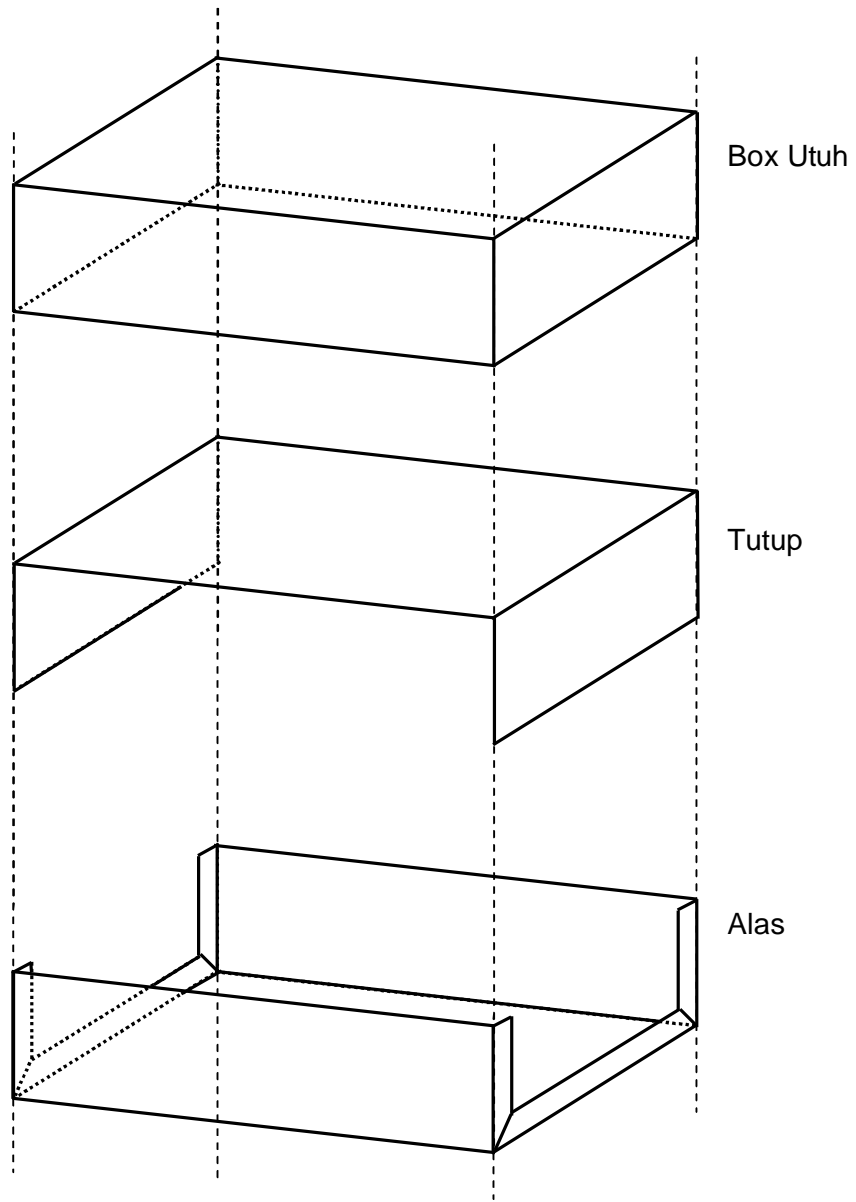
Setelah mengidentifikasi peralatan yang akan dipasang pada panel depan/ belakang dari chasis kemudian menentukan ukuran panjang, lebar dan tinggi serta membuat gambar layout panel depan dan belakang. Misalnya untuk power amplifier stereo :

Peralatan pada panel depan :

- 1) Saklar power
- 2) Led indikator
- 3) Potensio bass
- 4) Potensio treble
- 5) Potensio balance
- 6) Potensio volume

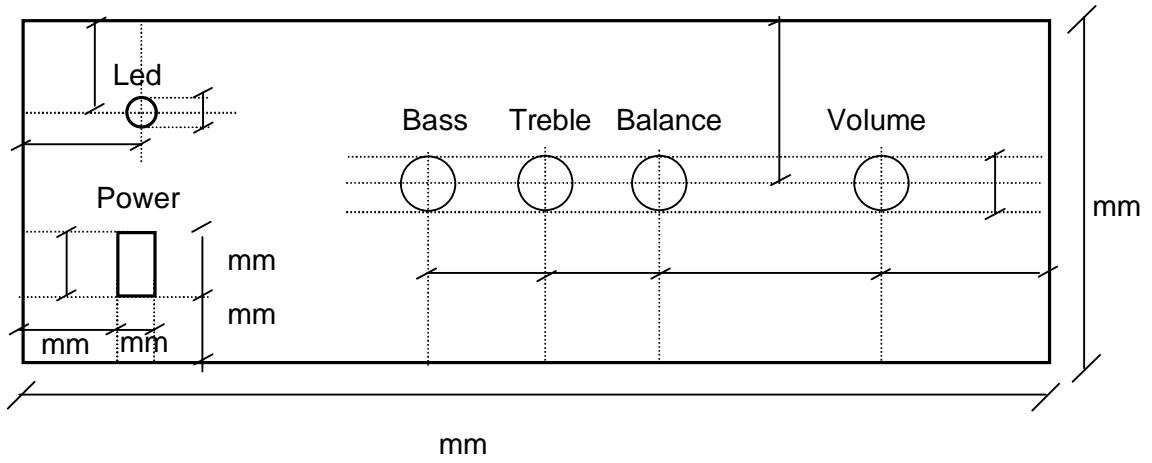
Peralatan pada panel belakang :

- 1) AC cord
- 2) Terminal fuse
- 3) Terminal speaker
- 4) Terminal input (RCA)

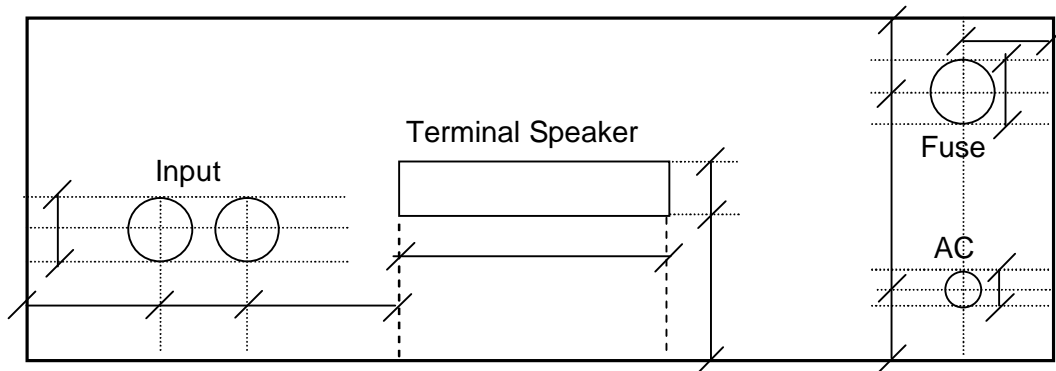


Gambar 29. Dimensi Chasis

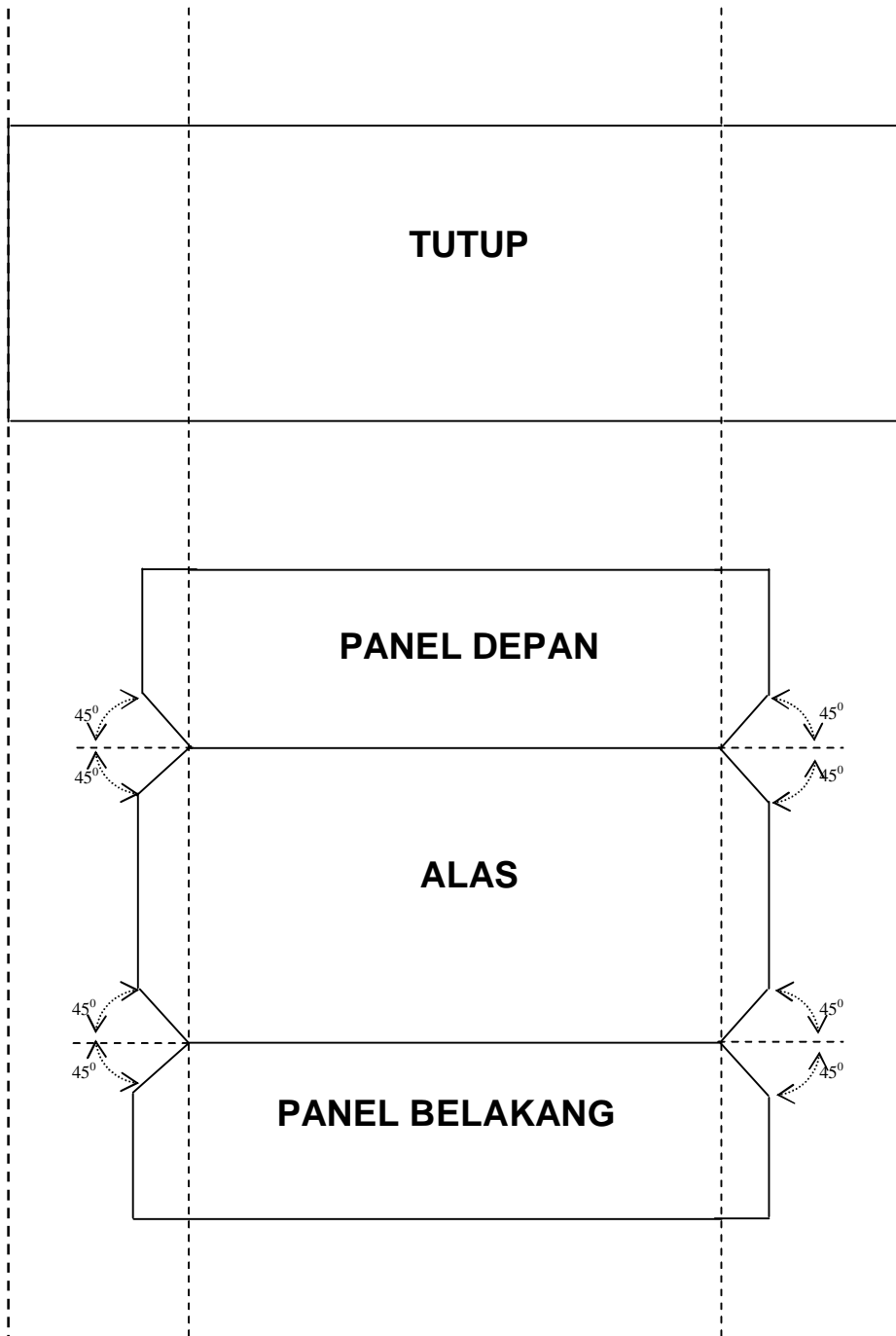
Gambar Panel Depan



Gambar Panel Belakang



Gambar 30. Panel Depan dan Panel Belakang



Gambar 31. Bukaan Box

c. Rangkuman 6

Perancangan chasis elektronika meliputi penentuan ukuran panjang, lebar dan tinggi dari chasis, perhitungan peralatan apa saja yang akan dipasang pada panel depan ataupun panel belakang dari chasis elektronika dan membuat gambar bukaan box.

d. Tugas 6

- 1) Pelajarilah uraian materi tentang menggambar bukaan/ box chasis elektronika !
- 2) Salinlah Gambar 29 di kertas A4 dengan skala gambar anda tentukan sendiri !

e. Tes Formatif 6

- 1) Ukurlah diameter led dan lubang untuk memasang potensio !
- 2) Berapakah diameter lubang untuk pemasangan jack RCA ?
- 3) Buatlah gambar bukaan dari chasis power amplifier dengan skala ukuran anda tentukan sendiri dan peralatan yang terpasang adalah saklar power, terminal input, terminal speaker, terminal fuse, AC cord, potensio bass, potensio treble, potensio balance, potensio volume dan saklar loudness !

f. Kunci Jawaban Formatif 6

- 1) Diameter led : 5 mm dan lubang untuk potensio : 8mm.
- 2) Diameter jack RCA : 10 mm.
- 3) Harus sesuai dengan pedoman gambar teknik.

g. Lembar Kerja 6

Alat dan Bahan :

- | | |
|------------------------|--------|
| 1) Potensio | 1 buah |
| 2) Led | 1 buah |
| 3) AC cord | 1 buah |
| 4) Terminal fuse | 1 buah |

- 5) Jack RCA stereo 1 buah
- 6) Saklar power 1 buah
- 7) Penggaris 1 buah
- 8) Busur 1 buah
- 9) Rapido 1 buah
- 10) Sablon huruf 1 buah
- 11) Kertas gambar 1 buah

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 sesuai dengan fungsinya dan dengan hati-hati!

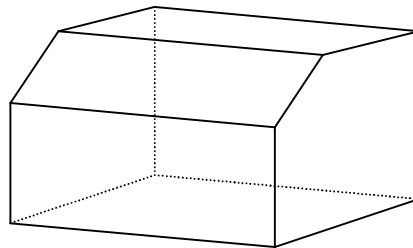
Langkah Kerja :

- 1) Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan!
- 2) Identifikasi peralatan seperti pada Kegiatan Belajar 5
- 3) Rencanakanlah tata letak panel depan dan belakang power amplifier stereo !
- 4) Buatlah gambar bukaan box untuk chasis rangkaian tersebut diatas !
- 5) Kumpulkanlah hasil pekerjaan jika sudah selesai!

BAB III EVALUASI

A. PERTANYAAN

1. Apa istilah lain gambar proyeksi orthogonal dan proyeksi pictorial ?
Jelaskan !
2. Apa perbedaan proyeksi miring dengan proyeksi kabinet ?
3. Bagaimana prinsip dasar dari proyeksi miring ?
4. Buatlah rancangan tutup dan alas chasis serta gambar bukaan dari gambar 32 berikut!



Gambar 32. Gambar Penampang Sebuah Chasis

B. KUNCI JAWABAN EVALUASI

1. Istilah lain proyeksi orthogonal adalah gambar pandangan majemuk. Istilah lain proyeksi piktorial adalah gambar pandangan tunggal.
2. Perbedaan proyeksi miring dan proyeksi kabinet terletak pada penentuan skala pemendekan gambar. Pada proyeksi miring boleh memilih $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, atau $\frac{1}{3}$ sedangkan pada proyeksi kabinet hanya diperbolehkan menggunakan skala $\frac{1}{2}$.
3. Prinsip dasar proyeksi miring hampir sama dengan proyeksi sejajar, garis-garis proyeksinya miring terhadap bidang proyeksi. Pandangan depan dari obyek (benda yang digambar) biasanya diletakkan sejajar dengan bidang proyeksi vertikal. Sudut kedalaman benda bisa memilih

30°, 45° atau 60°. Skala pemendekan sumbu ke dalam juga memilih $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, atau $\frac{1}{3}$.

C. KRITERIA PENILAIAN

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 V PENUTUP

Peserta diklat yang telah mencapai syarat kelulusan minimal dapat melanjutkan modul EI.005. 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. Deutsche 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.