



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202105910, 12 Januari 2021

Pencipta

Nama : **Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd., Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST. dkk**

Alamat : Jl. Dewi Sartika 7 No. 3 Perumahan Undip Semarang 50221, Semarang, JAWA TENGAH, 50221

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd., Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST. dkk**

Alamat : Jl. Dewi Sartika 7 No. 3 Perumahan Undip Semarang 50221, Semarang, JAWA TENGAH, 50221

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **Gambar Teknik Mesin**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 2 November 2020, di Semarang

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000232094

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd.	Jl. Dewi Sartika 7 No. 3 Perumahan Undip Semarang 50221
2	Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST.	Jl. Dinar Mas VII No. 35 Meteseh Tembalang Semarang 50271
3	Andri Setiyawan, S.Pd., M.Pd.	Ngijo Tengah, RT 006 RW 002 Kel./Desa Ngijo Kec. Tasikmadu Kab. Karanganyar

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd.	Jl. Dewi Sartika 7 No. 3 Perumahan Undip Semarang 50221
2	Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST.	Jl. Dinar Mas VII No. 35 Meteseh Tembalang Semarang 50271
3	Andri Setiyawan, S.Pd., M.Pd.	Ngijo Tengah, RT 006 RW 002 Kel./Desa Ngijo Kec. Tasikmadu Kab. Karanganyar



GAMBAR TEKNIK MESIN

Tim Penyusun

Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd.

Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd, M.T

Andri Setiyawan, S.Pd., M.Pd.

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

KATA PENGANTAR

Buku gambar teknik mesin ini adalah merupakan buku yang sangat penting bagi perancang, teknisi pelaksana, mahasiswa dan siswa yang akan dan yang sudah bekerja dibidang pembuatan komponen komponen mesin. Buku ini mempelajari dasar dasar di dalam menggambar teknik mesin menurut standar International Standatisation Organisation (ISO).

Dengan menguasai semua materi yang ada pada buku gambar teknik mesin ini nantinya akan dapat menguasai aturan aturan yang ada pada gambar teknik mesin, menguasai bagaimana cara menggambar bagian bagian mesin dan menguasai menggambar bentuk susunan gambar mesin. Sebagai bahasa yang digunakan di dunia industri permesinan gambar teknik sangat perlu di kuasai oleh orang orang yang akan bekerja di dunia teknik permesinan.

Untuk lebih menguasai terhadap yang dipelajari pada bagian akhir buku ini disajikan latihan latihan yang tujuannya agar dikerjakan, sehingga diharapkan kompetensi dari yang mempelajari buku ini dapat meningkat. Akhirnya penulis berharap buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Buku ini disusun berdasarkan pengalaman penulis sebagai pengampu mata kuliah gambar teknik mesin dan juga dari bacaan bacaan literatur yang sudah ada sebelumnya. Untuk perbaikan buku ini tentunya segala saran dan masukan sangat diharapkan. Agar pada penerbitan berikutnya menjadi lebih baik lagi.

Semarang, 2 Nopember 2020

Tim Penyusun

Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd.

Dr. Dwi Widjanarko, MT.

Andri Setiyawan, S.Pd., M.Pd.

DAFTAR ISI

	Halaman
I. PENDAHULUAN	4
II. PERALATAN DAN KELENGKAPAN GAMBAR TEKNIK TEKNIK	11
III. JENIS DAN FUNGSI GARIS GAMBAR TEKNIK	40
IV. STANDAR HURUF DAN ANGKA GAMBAR TEKNIK ..	45
V. GAMBAR KONSTRUKSI GEOMETRIS	48
VI. ARURAN ETIKET GAMBAR TEKNIK	54
VII. GAMBAR PROYEKSI PIKTORIAL (3D)	56
VIII. GAMBAR PROYEKSI ORTHOGONAL KUADRAN III DAN KUADRAN I (2D)	61
IX. GAMBAR POTONGAN	71
X. PEMBERIAN UKUTAN PADA GAMBAR	75
XI. GAMBAR TANDA Pengerjaan	83
XII. TOLERANSI	89
XIII. GAMBAR MUR DAN BAUT	92
XIV. GAMBAR BAGIAN, SUSUNA DAN BENTANGAN	95
LATIHAN	101
DAFTAR PUSTAKA	114

I. PENDAHULUAN

1. Gambar sebagai Bahasa Teknik

Apabila akan dibuat suatu benda kerja di dalam industri permesinan, maka pemesan atau perencana cukup memberikan gambar kerja pada pelaksana atau teknisi, tidak perlu membawa contoh benda aslinya yang akan dibuat. Hal seperti ini dapat terjadi mengingat gambar dalam teknik dipakai sebagai sarana untuk mengemukakan gagasan tentang konstruksi pekerjaan jadi. Dengan demikian secara ringkas dapat dikatakan bahwa gambar berfungsi sebagai 'bahasa teknik' di industri permesinan.

Untuk dapat melakukan fungsinya sebagai bahasa di industri, maka gambar teknik mesin harus menjadi alat komunikasi utama di antara orang-orang di dalam membuat desain dan komponen industri, bangunan dan peralatan konstruksi, dan pelaksana proyek penghasil permesinan dengan manajemen atau staf ahli permesinan.

Agar dapat melakukan fungsinya sebagai bahasa teknik, maka perlu penguasaan di dalam: (a) penggunaan perkakas gambar, (b) membuat gambar sendiri, dan (c) memahami atau membaca gambar yang dibuat oleh orang lain.

Dari tujuan-tujuan tersebut, maka kemampuan dalam gambar teknik mesin dapat dilihat dari bagaimana ia memahami atau membaca gambar yang dibuat oleh orang lain dan bagaimana kinerjanya dalam membuat gambar agar dapat dipahami oleh orang lain, sedangkan kemampuan penggunaan perkakas gambar sudah termasuk dalam kemampuan membuat gambar, sebab bagaimanapun hasil gambar yang standar pasti

diperoleh dari seseorang yang sudah mempunyai keterampilan dalam penggunaan perkakas gambar.

Gambar teknik mesin harus cukup memberikan informasi untuk meneruskan maksud apa yang diinginkan oleh perencana kepada pelaksana, demikian juga pelaksana harus mampu mengimajinasikan apa yang terdapat dalam gambar kerja untuk dibuat menjadi benda kerja yang sebenarnya sesuai dengan keinginan perencana atau pemesan. Untuk itu standar-standar, sebagai tata bahasa teknik, diperlukan untuk menyediakan “ketentuan-ketentuan yang cukup”. Dengan adanya standar-standar yang telah baku ini akan lebih memudahkan suatu pekerjaan untuk dikerjakan di industri pada daerah atau negara lain yang kemudian hasil akhirnya akan dirakit pada industri di daerah atau negara yang berbeda hanya dengan menggunakan gambar kerja.

Agar dapat menggunakan standar-standar gambar yang ada sebagai bahasa, maka gambar teknik yang dibuat harus dapat memberikan pandangan pada bidang yang cukup dan aturan-aturan yang benar, sehingga menunjukkan gambar yang lebih jelas. Selain itu untuk dapat menggunakan gambar sebagai bahasa, orang perlu mempunyai kemampuan: memahami gambar teknik, membuat sketsa-sketsa yang digambar secara bebas atau diagram-diagram detail, penguasaan seluruh lingkup teknik menggambar yang khas bagi gambar kerja dalam lapangan kejuruan yang relevan, dan membuat gambar rancangan (design) lengkap.

Meskipun perkembangan teknologi komputer berkembang pesat, sehingga penggambaran yang dilakukan dalam teknik mesin saat sekarang sudah tidak menggunakan pensil, pena gambar (rapido), jangka dan

sebagainya, melainkan menggunakan aplikasi program gambar seperti penggunaan AutoCad, Solid Work, Pro Engineering, dan program-program yang lain, namun aturan yang digunakan dalam penggunaan program-program tersebut tetap harus mengacu pada aturan gambar teknik mesin. Jadi dalam penggunaan garis, huruf, proyeksi dan sebagainya tetap berdasarkan aturan gambar teknik mesin.

Sebagai dasar agar nantinya mahasiswa dapat menggunakan gambar sebagai “bahasa teknik”, maka dalam mata kuliah ini tugas-tugas untuk mahasiswa gambarnya dilakukan dengan cara menggunakan pensil dan pena gambar (rapido).

2. Fungsi/Tugas Gambar dan Tujuan Gambar

Tugas atau fungsi gambar digolongkan dalam tiga golongan berikut: Penyampaian informasi. Saat ini antara perancang dan pembuat tidak lagi merupakan satu orang yang sama, tetapi menjadi dua pihak yang berbeda, sehingga antara keduanya perlu alat informasi, disini peranan gambar teknik sebagai penyampai informasi. Pengawetan, penyimpanan dan penggunaan keterangan atau sebagai bahan dokumentasi. Gambar teknik merupakan dokumen yang sangat penting bagi dunia industri untuk digunakan sebagai informasi bagi pengembangan yang akan datang. Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi atau Menuangkan gagasan untuk pengembangan. Gagasan seorang perancang untuk membuat benda-benda teknik mula-mula berupa konsep dalam pikirannya. Konsep abstrak itu kemudian dituangkan dalam bentuk gambar.

Tujuan dalam menggambar Gambar Teknik antara lain:

a. Internasionalisasi gambar

- b. Mempopulerkan gambar
 - c. Perumusan gambar
 - d. Sistematika gambar
 - e. Penyederhanaan gambar
 - f. Modernisasi gambar
3. Standarisasi Gambar Teknik ISO/TC10

Seorang desainer apabila mempunyai gagasan untuk membuat barang biasanya dituliskan dalam bentuk gambar. Gambar ini setelah disempurnakan merupakan informasi kepada orang lain atau operator untuk diwujudkan menjadi barang. Disini gambar berfungsi sebagai bahasa teknik dari seorang desainer kepada operator yang membuat barang. Sebagai bahasa, gambar harus mempunyai aturan-aturan yang obyektif yang dapat dipahami oleh orang-orang yang ahli. Aturan-aturan gambar ini dibuat secara internasional yang disebut dengan Standard ISO.

International Organization for Standardization (ISO). ISO merupakan badan non pemerintah yang didirikan pada tanggal 14 Oktober 1946. Tujuan dibentuknya ISO adalah untuk menyatukan pengertian teknik antar bangsa.

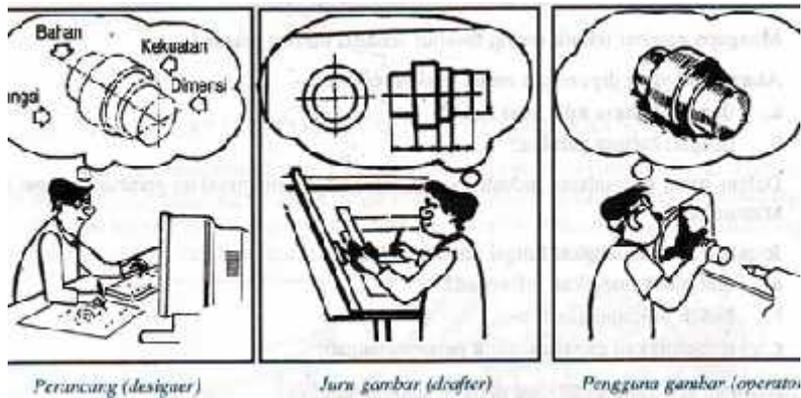
Pengertian Standarisasi Gambar, yaitu: Aturan-aturan yang disepakati bersama. Antar orang-orang, antar organisasi perusahaan, untuk lingkup negara disebut standar nasional, untuk lingkup antar negara disebut Standard Internasional

2. Standarisasi gambar teknik

Standarisasi gambar teknik berfungsi sebagai berikut:

- a. Memberikan kepastian sesuai dan tidak sesuai kepada pembuat dan pembaca gambar dalam menggunakan aturan-aturan gambar menurut standar.
- b. Menyeragamkan penafsiran terhadap cara-cara penunjukkan dan penggunaan simbol-simbol yang dinyatakan dalam gambar sesuai dengan penafsiran standar.
- c. Memudahkan komunikasi teknis antar perancang/pembuat gambar dengan pengguna gambar.
- d. Memudahkan kerjasama antara perusahaan-perusahaan dalam memproduksi benda-benda teknik dalam jumlah banyak yang harus diselesaikan dalam waktu yang serempak.
- e. Memperlancar produksi dan pemasaran suku cadang alat-alat industri.

Tujuan standard ISO dibuat adalah untuk menyatukan pengertian teknik antar bangsa-bangsa didunia. Indonesia termasuk anggota ISO. Hubungan Tugas Merancang , Juru Gambar dan Pembuat Benda digambarkan dalam gambar sebagai berikut.



Gambar 1. Tugas Perancang, Juru Gambar, dan Pengguna Gambar Standarisasi dalam gambar teknik yang telah ditetapkan di beberapa negara industri maju adalah:

- a. JIS (*Japanese Industrial Standard*) merupakan standar industri di negara Jepang
- b. NNI (*Nederland Normalisatie Instituut*), merupakan standarisasi di negara Belanda.
- c. DIN (*Deutsche Industrie Normen*), standarisasi di negara Jerman
- d. ANSI (*American National Standard Institute*), standarisasi di negara Amerika

Di Indonesia juga mempunyai standar. Dahulu namanya Standar Industri Indonesia (SII). Tetapi sejak terbit peraturan pemerintah Nomor 15 Tahun 1991 tentang Standar Nasional Indonesia, maka nama SII diganti dengan SNI (Standar Nasional Indonesia). SNI dikelola oleh Dewan Standarisasi Nasional (DSN) yang sekarang berkedudukan di Jakarta. Dengan meningkatnya kerja sama di tingkat internasional, maka

diharuskan perusahaan/ industri untuk menggunakan standar yang bersifat internasional.

II. PERALATAN DAN KELENGKAPAN GAMBAR TEKNIK

1. Kertas Gambar dan Ukuranya

Kertas Gambar adalah media utama yang digunakan dalam menuangkan ide menggambar teknik dengan menggunakan metode instrument/free hand. Jenis kertas yang biasa digunakan untuk menggambar teknik, antara lain :

a. Kertas Putih Tebal

Kertas Putih Tebal banyak digunakan untuk menyajikan gambar teknik. Ukuran kertas putih standar adalah berlabel A, mulai dari A4-A0.

b. Kertas Kalkir

Kertas kalkir digunakan untuk menyajikan gambar teknik dengan menggunakan tinta. Dengan menggunakan kertas kalkir maka gambar lebih mudah untuk dapat diperbanyak. Ukuran Kertas Kalkir antara lain:

A0 yaitu 84,1 cm x 118,9 cm atau 841 mm x 1189 mm.

A1 yaitu 59,4 cm x 84,1 cm atau 594 mm x 841 mm.

A2 yaitu 42 cm x 59,4 cm atau 420 mm x 594 mm.

A3 yaitu 29,7 cm x 42 cm atau 297 mm x 420 mm.

A4 yaitu 21 cm x 29,7 cm atau 210 mm x 297 mm.

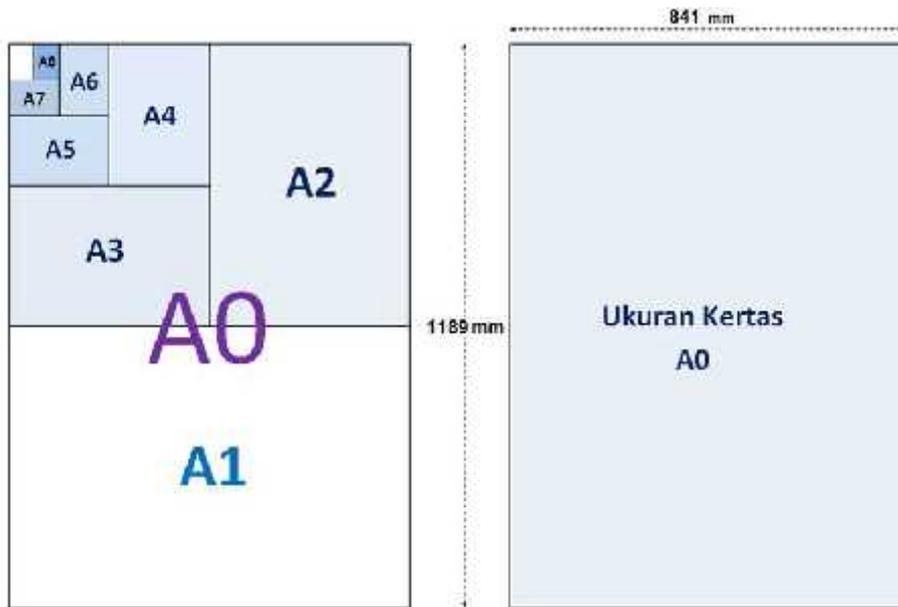
c. Kertas Berpetak/Milimeter Blok

Kertas milimeter blok digunakan untuk membuat gambar sketsa. kertas ini sudah disertai dengan garis – garis kotak berukuran 1 mm.

Untuk membuat gambar teknik mesin, dilakukan dengan menggunakan ukuran kertas yang sudah standar. Ada beberapa macam ukuran kertas yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan dari gambar yang akan dibuat. Ukuran-ukuran kertas tersebut adalah seperti terlihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Ukuran Kertas Gambar

Standar	Lebar	Panjang	Tepi kiri	Tepi lain
A0	841	1189	20	10
A1	594	841	20	10
A2	420	594	20	10
A3	297	420	20	10
A4	210	297	20	5
A5	148	210	20	5
A6	105	148	20	5



Gambar 2. Ukuran Kertas

Dalam penggunaan kertas gambar untuk membuat gambar kerja tidak bisa dilakukan secara sembarangan, harus dibuat sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan, untuk ukuran kertas gambar A3, A2, A1, dan A0, kedudukan kertasnya adalah mendatar (lebar pada arah tegak, dan panjang pada arah datar) seperti terlihat pada Gambar 1. Sedangkan untuk ukuran kertas A4, A5, dan A6, kedudukan kertasnya adalah tegak (lebar pada arah datar, dan panjang pada arah tegak) seperti terlihat pada Gambar 2.

Ada kalanya karena sesuatu hal pada penggambaran teknik, tidak bisa digambar sesuai dengan ukuran yang sebenarnya, karena misalnya benda yang digambar terlalu kecil, sehingga bila digambar sesuai dengan kenyataan yang sebenarnya tukang yang mengerjakan tidak

bisa melihat dengan jelas, dikhawatirkan rusak, atau sebaliknya benda yang digambar terlalu besar, sehingga akan terlalu banyak memakan kertas dan tidak efisien. Maka tukang gambar dapat memperbesar atau memperkecil gambar yang akan dibuat dengan menggunakan skala.

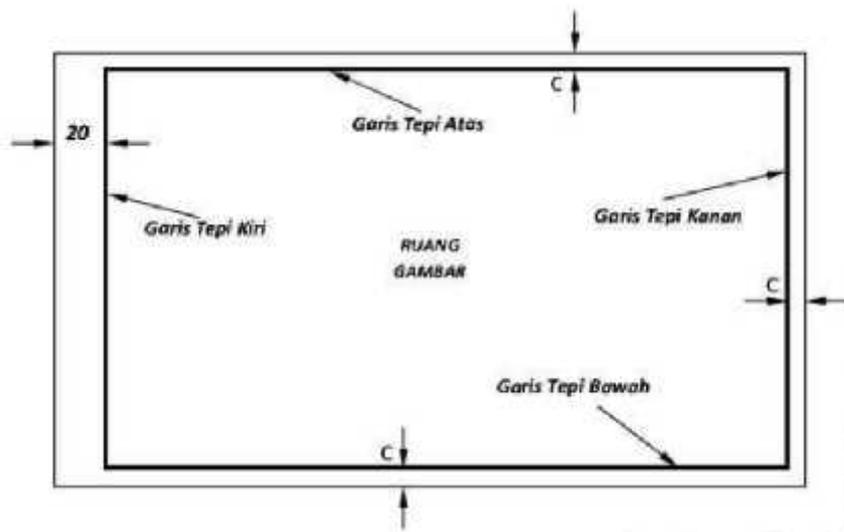
Besar kecilnya skala mempengaruhi efisiensi kerja dan faktor ekonomis. Semakin besar skala akan menyebabkan kertas untuk menggambar menjadi banyak, sehingga diperlukan biaya yang lebih mahal untuk membeli kertas, tinta, dan pengkopiannya, sebaliknya bila skala terlalu kecil dikhawatirkan tidak efisien kerja dan lama dalam penggambaran dan pengerjaan nantinya. Adapun skala untuk pengecilan dan pembesaran yang dinormalisasikan, artinya telah diakui secara internasional untuk gambar teknik mesin adalah sebagai berikut:

a. Untuk pengecilan

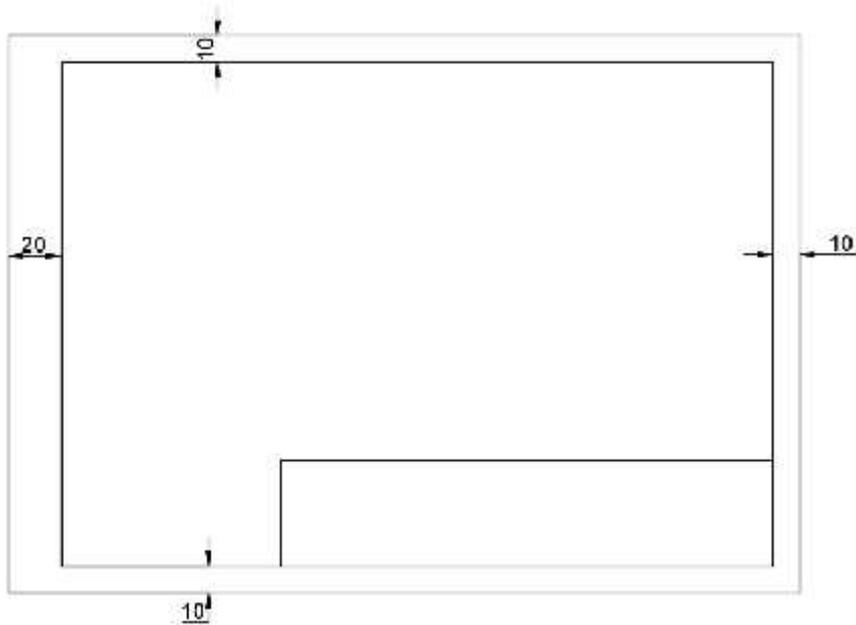
1 : 2	1 : 5	1 : 10
1 : 20	1 : 50	1 : 100
1 : 200	1 : 500	1 : 1000

b. Untuk pembesaran

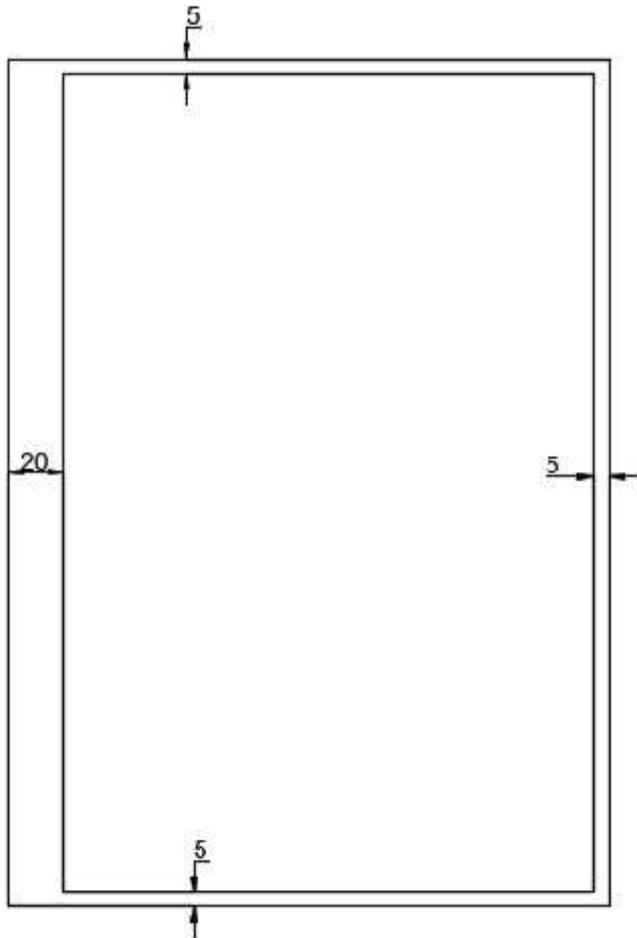
2 : 1	5 : 1	10 : 1
-------	-------	--------



Gambar 3. Ruang Gambar



Gambar 4. Kedudukan kertas untuk A3 dan di atasnya



Gambar 5. Kedudukan kertas untuk ukuran A4 dan di bawahnya

2. Pensil

a. Pensil Gambar

Pensil merupakan sebuah alat tulis atau gambar yang terbuat dari bahan alam yang dimana fungsinya berdasarkan keperluan. Pada jaman sekarang ini atau zaman era canggih

semua peralatan mulai dikembangkan, bahkan benda yang terkecilpun mulai di kembangkan dan memberikan kualitas terbaik. Pensil gambar itu terdiri dari 3 macam yang digunakan untuk menggambar, yaitu:

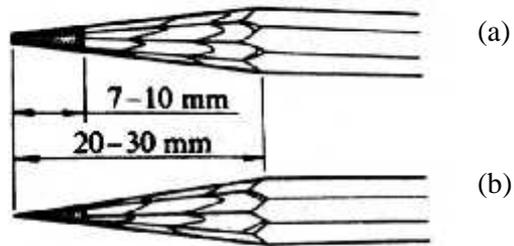
1) Pensil Biasa

Pensil gambar ini digolongkan berdasarkan kekerasannya, yang dinyatakan oleh gabungan huruf dan angka. Kelebihan dari pensil ini yaitu tidak perlu ribet lagi untuk menggunakannya tanpa harus diisi dan hanya butuh peraut saja untuk meruncingkannya. Pensil gambar digolongkan menurut kekerasannya, Yang dinyatakan oleh gabungan huruf dan angka. Ada tiga golongan kekerasan pensil, yang masing-masing dibagi lagi dalam tingkatan kekerasan. Golongan tersebut adalah keras, sedang dan lunak, berturut-turut diberi lambang H (hard), F (firm) atau HB (half black) dan B (black). Tiap golongan dibagi lagi dalam 6 tingkat kekerasan, yang dinyatakan dengan angka. Golongan keras dari 9H sampai dengan 4H; golongan sedang dari 3H sampai B; dan golongan lunak dari 2B sampai dengan 7B. Sayang sekali derajat kekerasan pensil ini belum dinormalisir sepenuhnya. Jadi pensil F dari satu merek mungkin mempunyai kekerasan pensil 2H dari merek lain.



Gambar 6. Pensil Biasa

Oleh karena itu dianjurkan untuk menggunakan satu merek potlot saja agar supaya lebih mengenal derajat kekerasannya. Jangan sekali-kali menggunakan pensil tulis untuk menggambar! Untuk menarik garis dengan tebal—di sini artinya tebal tidak sama dengan hitam—ujung pensil harus ditajamkan seperti tampak pada Gambar 2. Jika dipergunakan ujung pensil yang konis seperti pada Gambar 2(a), pensilnya harus diputar pelan-pelan waktu menarik garis. Dengan demikian akan didapat hasil garis yang sama tebalnya. Untuk mendapatkan ujung berbentuk baji seperti pada Gambar 2(b), harus dipergunakan sebuah kikir atau kertas ampelas.



Gambar7.

Gambar 7. Bentuk Ujung Pensil

3. Pensil yang dapat diisi lagi (Reload Pensil)

Berbeda dengan pensil biasa ,Pensil ini dapat dipakai kembali bila sudah habis dengan cara mengisi kembali anak grafit pada pensil isi tersebut melalui kepala pensil dengan membuka kepala pensil tersebut dan memasukkan anak pensil didalamnya.Dan juga pensil ini ketebalannya sama dan tingkat kelurusannya juga bagus dan rapi sehingna wajar saja bayak arsitek atau perusahaan saat menggambar menggunakan pensil ini.Biasanya pensil jenis ini dijual di supermarket atau ditempat toko perlengkapan alat tulis.



Gambar 8. Pensil Isi Ulang

3. Pensil Mekanik

Pensil mekanik dan pensil isi perbedaannya tidak banyak tetapi pensil mekanik ini pada umumnya dipakai oleh perusahaan-perusahaan besar dan arsitektur karena pada pensil mekanik ini terdapat ukuran lubang anak pensil ada yang ukuran 0.5 mm 0.7 dan lain lain, jadi para drafter tidak bingung dalam mengambil pensil sesuai ukuran yang diperlukan karena sudah tertera ukuran berapa pensil mekanik yang ada saat itu.



Gambar 9. Pensil Mekanik

Untuk kekurangan dan kelebihan juga tidak bedajauh dengan pensil isi seperti mudah patah anak pensilnya dan bisa diisi ulang pensilnya. Ketiga jenis pensil diatas memiliki tingkat kekerasan dan tingkat kelunakan yang berbeda. Berikut adalah tabel dari tingkat kekerasan pensil:

Tabel 2.Tingkat Kekerasan Pensil

LUNAK	SEDANG	KERAS
2B	B	4H
3B	HB	5H
4B	F	6H
5B	HB	7H
6B	2H	8H
7B	3H	9H

Keterangan:

H = Hard (kekerasan)

HB = Half Black (setengah hitam)

B = Black (Hitam)

F = Firm

Angka pada di depan huruf H itu menunjukkan tingkat kekerasannya sebuah pensil jadi semakin besar angkanya,maka semakin keras.Angka didepan huruf B itu menunjukkan kelunakanya jadi semakin lunak pensilnya maka angkanya semain besar

4. Rapido (Pena Gambar)

Pena pada umumnya hanya dipakai sebagai alat tulis saja dan keperluan tertentu orang bayank. tetapi perlu kita ketahui bahwa pena juga dapat di gunakan sebagai peralatan

gambar teknik juga. saya singgung sedikit mengenai Pena. Pena yaitu sebuah alat tulis yang menggunakan tinta sebagai bahan dapat diisi kembali. Pena pada era canggih seperti zaman sekarang ini sudah di kembangkan dan alhasil? kualitas dan performa dari pena sekarang sangatlah bagus dan ditambah lagi model nya yang unik dan kegunaanya yang beragam di tiap - tiap pena. tetapi Pena yang kita bahas kali ini adalah Pena Gambar. Pena Gambar itu berfungsi sebagai pembuat gambar asli yaitu gambar yang ditinta. Pena gambar itu sampai sekarang ada 2 Jenis yaitu:

a. Pena dengan mata yang dapat diatur (trekpen)

Trekpen adalah alat pertama pena gambar yang dipakai untuk menggambar sebelum Rapido itu lahir. Pada Trekpen ini pemakaiannya harus hati dan juga masih terdapat bayank kekurangan. mengapa terdapat bayank kekurangan? ya tentu saja pena trekpen ini pada awalnya hanya sebuah 2 mata pena yang terbuat dari besi atau stainless lalau tinta diisi sedikit saja disekitar mata pena trekpen tersebut. dan juga pada pena jenis trekpen ini belum ada tabung isinya. sehingga sangat rumit dan terlalu ribet buat dipakai karena harus mengisi bolak - balik karena mata pena pada trekpen sangat kecil dan juga belum lagi kita harus haru - hati terhadap kertas gamabr kita agar tidak kotor karena tinta.



Gambar 10. Trekpen

Tetapi apa bila memakai trekpen, ada beberapa hal yang harus kita perhatikan ketika menggunakannya antara lain:

1. Tintanya yang diisikan pada kedua mata pena jangan terlalu bayank. (hanya sekitar 3 atau 5 mm saja yang harus diisi)

2. bagian luar daun pena trekpen ini harus dalam keadaan bersih. Karena apabila kotor tinta - tinta yang masih ada di sekitar daun itu akan menggores di kertas yang kita gambar sehingga itu membuat gambar kita tidak bagus dan alhasil kita harus mengulanginya kembali dari 0

3. Saat kita menggunakan penggaris, Penggaris yang digunakan harus diganjal pada bagian bawahnya atau bisa juga dengan cara membalik penggaris sehingga kedudukan bagian miringnya berada di bawah.

4. Saat kita menarik garis. posisi trekpen yang kita pegang harus tegak dan ditarik dengan kemiringan 60 derajat kearah garis yang dibuat tersebut.

b. Pena dengan ketebalannya yang tetap atau disebut Rapido
Pena gambar atau yang bisa kita sebut Rapido ini adalah salah satu peralatan gambar teknik yang memiliki tempat pengisian tinta atau yang bisa di sebut perut pena rapido tersebut. Rapido memiliki ketebalan yang tetap dan juga bermacam - macam ukurannya sesuai kebutuhan dan pemakaian Rapido ini lebih praktis dibandingkan Trekpek karena tidak perlu bolak balik mengisi tinta sehingga proses pembuatan gambar jadi lama. Tetapi apabila menggunakan rapido tidak perlu terus mengisi ulang tinta karena pada memiliki tabung tinta jadi hanya perlu mengisi tinta 1x saja hingga tinta itu habis Rapido memiliki ketebalan yang berbed, sehigga gambar yang diasilkan bagus dan jelas dan juga mudah untuk di pahami pemesan gambar rancangan yang dibuat.



Gambar 11. Rapido

5. Kotak Jangka

Perlengkapan ini adalah yang terpenting dalam menggambar teknik. Kotak jangka yang sederhana harus berisi paling sedikit sebuah jangka besar, yang mempunyai ujung yang dapat ditukar-tukar, yaitu ujung untuk potlot dan ujung untuk tinta; sebuah alat penyambung untuk membuat lingkaran besar; sebuah jangka Orleon atau jangka pegas; sebuah pena penggaris.



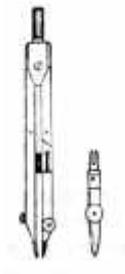
Gambar 12. Kotak Jangka

Ada tiga macam jangka yang dipergunakan untuk menggambar, tergantung besar kecilnya .lingkaran yang akan digambar. Jangka besar untuk menggambar lingkaran dengan diameter 100 sampai 200 mm, jangka menengah untuk lingkaran dari 20 sampai 100 mm, dan jangka kecil untuk lingkaran 5 sampai 30 mm. Di samping ini terdapat

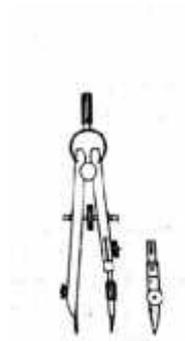
sebuah jangka untuk membuat lingkaran dengan jari-jari kecil, seperti misalnya untuk pembulatan. Ada dua macam jangka untuk ini, yaitu jangka pegas dan jangka Orleon. Dengan alat penyambung dapat dihasilkan lingkaran dengan jari-jari 250mm.



Gambar 13. Jangka Besar



Gambar 14. Jangka Sedang



Gambar 15. Jangka Pegas

Jangka Pembagi: Jangka pembagi digunakan untuk membagi suatu garis lurus dalam beberapa bagian yang sama dan dapat digunakan untuk memindahkan ukuran serta dapat digunakan untuk membuat tanda-tanda jarak yang sama.



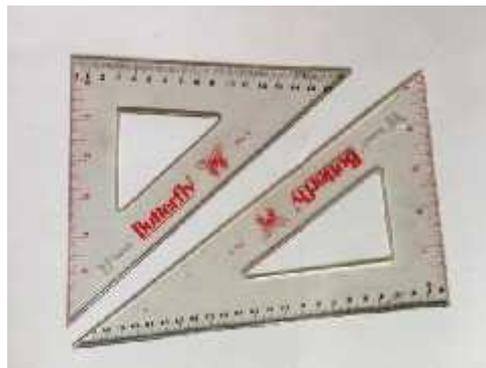
Gambar 16. Jangka Pembagi

6. Penggaris/Mistar

Penggaris dapat didefinisikan yaitu suatu alat ukur dan juga sebagai alat bantu gambar yang dimana penggaris itu digunakan sebagai alat bantu dalam membuat garis lurus.

Penggaris juga pada umumnya terbuat dari besi, plastik bahkan juga terbuat dari kayu. Penggaris saat ini juga memiliki berbagai macam jenis dan kegunaannya. Bahkan penggaris berguna membuat pola , yang dimana penggaris tersebut di bagian tengah penggaris terdapat bentuk pola - pola yang beraneka ragam, dan juga penggaris berguna sebagai alat bantu membuat huruf serupa maksud dari kata "serupa" ini adalah seragam yaitu tidak mencong, tidak miring dan tidak besar kecil. Jadi, tulusan huruf yang diberikan seragam dan rapi bahkan bayak juga digunakan di proyek besar dan perusahaan - perusahaan, dan penggaris tersebut disebut Mal. Jenis-jenis penggaris yang digunakan dalam gambar Teknik antara lain:

a. Penggaris Segitiga Berpasangan



Gambar 17. Segitiga Berpasangan

b. Penggaris T

Penggaris jenis ini dinamakan penggaris T karena bentuknya menyerupai huruf T. Penggaris ini digunakan

untuk menarik garis garis sejajar dengan mudah karena tanpa harus bantuan penggaris lain seperti penggaris berpasangan, tetapi pada penggaris ini memiliki kepala yang dapat menopang di tepi meja gambar. Sehingga dapat membuat garis sejajar dengan mudah dan juga penggaris ini bisa juga digunakan untuk membuat garis miring dengan sedikit bantuan dari penggaris segitiga dengan cara penggaris tersebut diletakkan di tepi penggaris. Penggaris T ini terdiri atas kepala penggaris dan daunnya atau bisa dibilang batang penggaris.

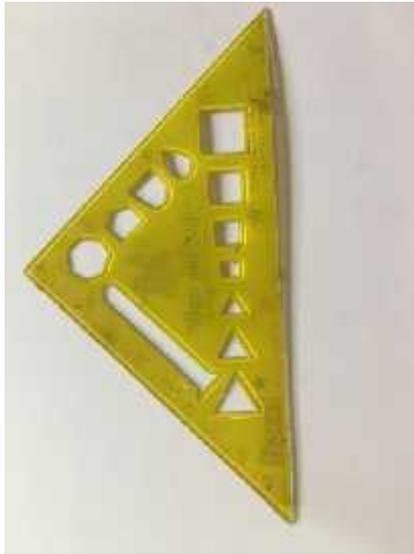


Gambar 18. Penggaris T

c. Mal Bentuk

Mal bentuk yaitu sebuah penggaris yang digunakan untuk membuat garis lurus tetapi dapat juga digunakan untuk membuat pola atau bentuk - bentuk dengan cepat dan mudah. Pada mal ini berfungsi untuk membuat garis lurus dan juga sebagai alat bantu membuat pola. Pada penggaris ini terdapat pola pola atau bentuk bentuk dengan berbagai macam ukuran sehingga proses

menggambar jadi lebih cepat dan efektif karena terdapat beraneka ragam ukuran yang disediakan contohnya saja bentuk yang ada pada penggaris mal bentuk ini adalah segi 4, segi 6, lingkaran, elips dll.



Gambar 19. Mal Bentuk

d. Mal Lengkung

Mal lengkung ini didefinisikan sebagai sebuah penggaris yang berfungsi untuk membuat garis lengkung yang tidak dapat dibuat oleh jangka. Pada mal lengkung ini terdiri dari berbagai jenis ukuran dan model lengkungannya juga beraneka ragam. Biasanya mal lengkung ini ada pada 1 set mal lengkung yang isinya beraneka ragam lengkungan.



Gambar 20. Mal Lengkung

e. Mal Huruf dan Angka

Mal ini digunakan untuk membuat huruf dan angka seragam atau dapat di definisikan sebuah alat bantu gambar yang berfungsi untuk membuat huruf dan angka secara seragam, baik secara ukuran dan sejajarnya tulisan huruf dan angka tersebut. Mal huruf dan angka ini dipakai pada gambar teknik saat ingin membuat keterangan gambar. Mal huruf dan angka ini memiliki beberapa ukuran mulai dari ukuran 2mm, 2,5mm, 3mm, 3,5mm, 4mm, dan juga 5mm dan seterusnya.



Gambar 21. Mal Huruf dan Angka

f. Mistar Skala

Mistar skala ini digunakan untuk menskalakan sebuah gambar yang di mana dapat di skalakan dari ukuran besar hingga menjadi skala kecil atau malah sebaliknya dari skala kecil hingga ke skala besar, tergantung pada kebutuhan kita masing - masing. Mistar skala ini pada umumnya mempunyai skala sebesar 300 mm.

Contoh: misalnya hendak mengecilkan 10mm maka dapat mencari disitu skalayang mau dikecilkan 1:2 atau 1:3 . nah di penggaris itu sudah disiapkan berapa ukurannya yang dapat dikecilkan.



Gambar22. Mistar Skala

7. Busur Derajat

Bususr Derajat dapat didefinisikan yaitu sebuah alat bantu yang dapat menentukan sudut dan juga dapat mengukur sudut yang ada pada gambar. Bususr derajat ini biasanya berbentuk setengah lingkaran dan full lingkaran yang dimana yang setengah lingkaran memiliki 180 derajat dan yang full lingkarang itu memiliki derajat sebesar 360 derajat. Biasanya busur ini terbuat dari alumunium , besi , plastik dan juga dapat terbuat dari kayu.

Gambar Busur Derajat



Gambar 23. Busur Derajat

8. Peruncing Pensil

Peruncing pensil merupakan salah satu alat gambar yang dibutuhkan dalam menggambar Teknik untuk membantu meruncingkan pensil yang akan digunakan. Peruncing pensil disebut juga dengan istilah Rautan. Rautan pensil terbagi menjadi 3 tipe, yaitu tipe elektrik, manual, dan mobile.

a. Tipe Elektrik

Tipe elektrik dapat meraut sendiri secara otomatis hanya dengan memasukkan pensil ke dalam lubang raut. Karena dapat meraut dengan kecepatan tinggi, tipe ini akan cocok untuk Anda yang sering meraut pensil. Tipe

elektrik sendiri terdiri dari 2 jenis, yaitu jenis yang menggunakan tenaga listrik dan jenis yang menggunakan tenaga baterai. Jenis yang menggunakan tenaga listrik dapat digunakan di mana saja asal tersedia soket listrik aktif. Namun, terhubung soket listrik tidak tersedia di setiap tempat, penggunaannya pun menjadi terbatas. Di sisi lain, jenis yang menggunakan tenaga baterai bebas digunakan di mana saja, selama daya baterainya masih tersedia. Agar dapat menutupi kekurangan masing-masing jenis, sebaiknya Anda memilih jenis yang bisa menggunakan tenaga baterai dan tenaga listrik sekaligus. Periksa juga ada tidaknya fitur stopper untuk mencegah perautan yang berlebihan.

b. Tipe Manual

Tipe manual ini memiliki struktur sederhana sehingga umumnya tidak mudah rusak dan lebih awet. Saat ini, telah muncul produk yang dapat meraut tanpa memerlukan tenaga yang besar sehingga mudah pula digunakan. Berat dari rautan juga perlu, jika rautan terlalu ringan, rautan akan kurang stabil dan sulit dipakai untuk meraut. Jadi, pilihlah rautan dengan bobot yang cukup berat dan stabil.



Gambar24.Rautan Tipe Manual

c. Tipe *Mobile*

Tipe *Mobile* adalah rautan dengan ukuran compact sehingga praktis dibawa ke mana saja dan dapat dimasukkan ke dalam kotak pensil.



Gambar 25. Rautan Tipe Mobile

9. Penghapus dan Pelindungnya

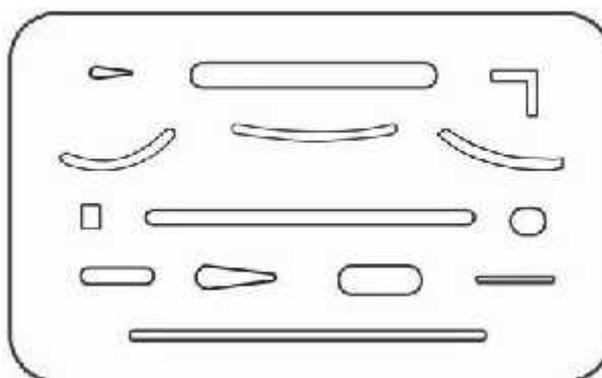
Penghapus merupakan sebuah alat bantu yang digunakan untuk menghapus suatu tulisan atau gambar karena kesalahan - kesalahan pada saat proses membuat gambar. Penghapus merupakan salah satu alat bantu yang harus ada

saat menggambar karena apa bisa terjadi kesalahan dan tidak segera di perbaiki, otomatis gambar yang kita buat akan reject dan menimbulkan kerugian sebuah pihak. Agar saat menghapus tidak terjadi kesalahan dan tidak merusak gambar. maka diperlukan yang namanya Pelingdung Penghapus.



Gambar 26. Penghapus

Pelingdung Penghapus dapat didefinisikan sebagai sebuah alat bantu yang digunakan untuk mengurung bidang yang akan dihapus agar disaat menghapus tidak merusak bagian gambar yang lain. Oleh sebab itu dengan adanya alat ini gambar atau garis yang perlu dapat dilindungi dari penghapusan.



Gambar 27. Pelindung Penghapus

10. Alas Kertas Gambar

Jika kertas gambar diletakkan langsung di atas papan gambar, akan terdapat bekas-bekas garis dan tusukan jarum dari jangka. Hal ini kadang-kadang akan mengganggu pada saat menggambar. Untuk menghindarkan hal ini di pasaran terdapat alas kertas gambar dari plastik lunak. Ada juga yang dibuat dari karet magnetik. Untuk menempelkan kertas gambarnya tidak dipakai pita gambar, melainkan pita tipis dari baja tahan karat.

11. Papan Gambar dan Meja Gambar

Berfungsi sebagai alas atau sebagai meja saat proses gambar itu berlangsung. Pada dasarnya ukuran meja disesuaikan dengan kertas yang digunakan saat pengerjaan berlangsung. Contohnya kita pakai ukuran kertas A2 yang mempunyai ukuran 420x594 mm maka meja tersebut harus disesuaikan dengan lebar dan panjang kertas tersebut. Dan juga meja dan

papan gambar harus mempunyai permukaan yang rata dan sisinya saling menyiku dan lurus sehingga penggaris T dapat digeser dengan mudah. Papan gambar dibuat dari kayu pohon cemara, kayu pohon linde, kayu lapis (plywood) atau hardboard. Ukurannya disesuaikan dengan ukuran kertas, misalnya untuk kertas ukuran A0 mempunyai ukuran 1.200 mm 900 mm, kertas ukuran A1 mempunyai ukuran 600 mm x 450 mm.



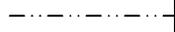
Gambar 28. Meja Gambar

III. JENIS DAN FUNGSI GARIS GAMBAR TEKNIK

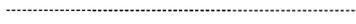
Dalam gambar teknik mesin dipergunakan beberapa macam garis yang mempunyai fungsi berbeda-beda sesuai dengan tujuannya. Masing-masing garis tersebut dibuat dengan fungsi, bentuk dan tebal yang berbeda sesuai dengan aturan yang ada. Adapun fungsi, bentuk dan tebal garis yang dipergunakan dalam gambar teknik mesin adalah seperti terlihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 3. Jenis-jenis Garis Gambar

Bentuk Garis	Nama Garis	Tebal Garis	Penggunaan
	Garis kontinu (tebal)	0,50 - 0,70	Garis benda, Garis nyata
	Garis kontinu (tipis)	0,25 - 0,35	Garis ukuran, Garis bantu, Garis ulir, Garis arsir, dll.
 dash : approx. 4 mm gap : 1 mm	Garis putus-putus (tebal sedang)	0,35 - 0,50	Garis bayang-bayang
 dash : approx. 7 mm gap : 1 mm	Garis titik garis (tebal)	0,50 - 0,70 0,25 - 0,35	Garis potong
 dash:approx. 7 mm	Garis titik garis (tipis)	0,25 - 0,35	Garis sumbu, Garis lipatan

gap : 1 mm			
	Garis bebas (tipis)	0,25 - 0,35	Garis potong
 dash:approx. 7 mm gap : 1 mm	Garis titik dua garis (tipis)	0,25 - 0,35	Garis bagian ber- gerak, Garis di depan bidang potong, Garis bentuk awal, dll.

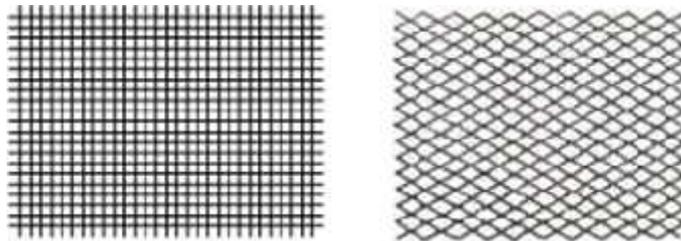
Ketebalan garis gambar di atas sudah standar, tetapi bisa juga di dalam pemakaiannya tukang gambar hanya menggunakan perkiraan di dalam menetapkan garis gambar yang digunakan, keadaan seperti ini dapat timbul jika gambar-gambar yang dibuat terlalu kecil atau komponen-komponen yang digambar terlalu banyak, sehingga apabila dibuat garis sesuai aturan, mungkin timbul kesan gambarnya menjadi kurang sesuai atau mungkin menjadi sempit. Untuk menghindari kesan-kesan tersebut maka tebal garis, dibuat dengan menggunakan perbandingan seperti di bawah ini.

	s	Garis tebal
	1/4 s	Garis tipis
	1/4 s	Garis tipis bergelombang
	1/2 s	Garis putus-putus
	1/4 s	Garis putus-putus campur tipis

— ······ — s dan $\frac{1}{4}$ s Garis strip titik dengan ujung tebal

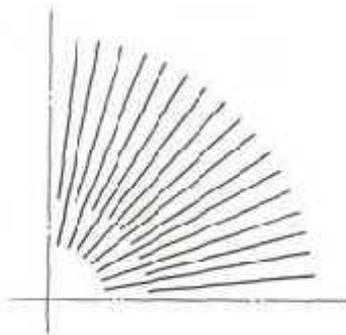
····· s Garis putus-putus campur tebal

Pada garis sejajar yang berpotongan jarak yang dianjurkan paling sedikit empat kali tebal garis.



Gambar 29. Garis-garis sejajar yang saling Berpotongan

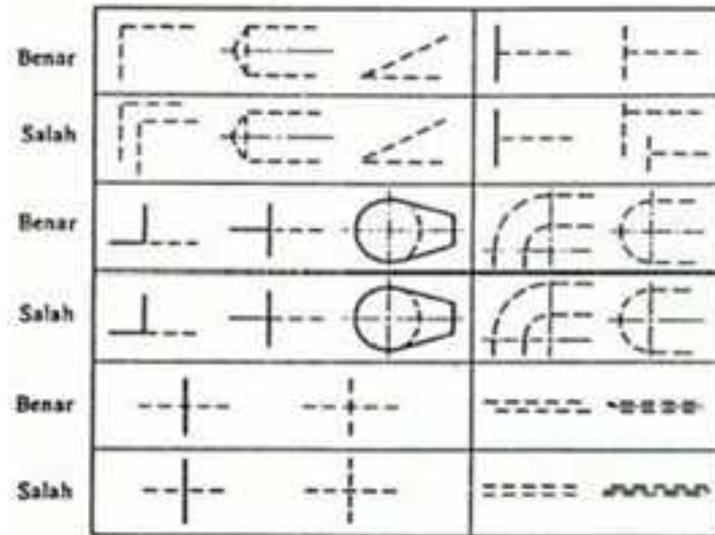
Bila beberapa garis berpusat pada sebuah titik, garis-garisnya tidak digambar berpotongan pada titik pusatnya, tetapi berhenti pada titik di mana jarak antara garis kurang lebih sama dengan tiga kali tebal garisnya.



Gambar30. Garis-garis yang memotong pada sebuah titik

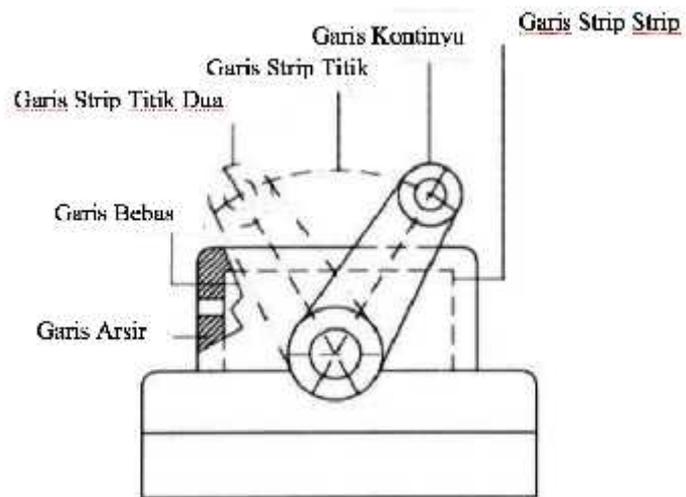
Garis gores dan garis bertitik yang berpotongan, atau bertemu, harus diperlihatkan dengan jelas titik pertemuannya atau titik perpotongannya, seperti pada Gambar31. Panjang garis gores dan jarak antarannya pada satu

gambar harus sama. Panjang ruang antara harus cukup pendek dan jangan terlalu Panjang.



Gambar 31. Contoh Garis yang Berpotongan

Untuk memperjelas penggunaan dari masing-masing jenis garis tersebut, dapat dilihat Gambar 32. Pada gambar tersebut nampak bahwa masing-masing jenis garis digunakan sesuai dengan fungsinya seperti yang telah dijelaskan.



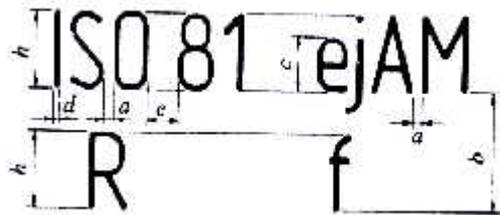
Gambar 32. Penggunaan macam-macam jenis garis

IV. STANDAR HURUF, DAN ANGKA GAMBAR TEKNIK

Huruf dan angka dipergunakan untuk memperjelas maksud informasi yang disajikan gambar. Penggunaan huruf dan angka dalam gambar biasanya untuk menunjukkan besarnya ukuran, keterangan bagian gambar dan catatan kolom etiket gambar. Untuk itu semua ukuran, keterangan dan catatan hendaknya ditulis tangan dengan gaya yang terang, dapat dibaca dan dapat dibuat dengan cepat.

Ada beberapa ciri yang perlu diperhatikan dalam penulisan huruf dan angka pada gambar teknik agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya, yaitu: jelas, seragam, dapat dibuat microfilm, atau lain cara reproduksi. Tinggi huruf dan angka tidak boleh terlalu kecil, sebab akan menyebabkan sukar dibaca di dalam ruangan.

Demikian juga huruf dan angka dalam menggambar teknik harus mempunyai karakteristik: mudah dibaca, dan tingginya tidak kurang dari 2,5 mm. Selain tidak boleh terlalu kecil, huruf yang digunakan dalam gambar teknik mesin juga perbandingan tinggi, tebal, jarak diantara huruf dan angka serta kata yang ada harus proportional. Gambar 7 memperlihatkan keterangan tinggi huruf/angka besar (h), tinggi huruf kecil (c), jarak huruf (a), jarak garis (b), jarak kata (e), dan tebal huruf (d).



Gambar 33. Keterangan pada huruf dan angka gambar teknik

Pada Tabel 3 dan 4 berikut ini disajikan mengenai perbandingan tinggi huruf/angka besar, tinggi huruf kecil, jarak huruf, jarak garis, dan tebal garis untuk tipe A dan B.

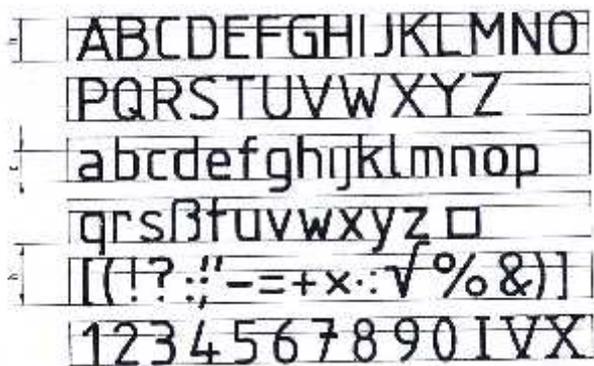
Tabel 4. Perbandingan huruf dan angka tipe A ($d = h/14$)

Penggunaan		Ukuran						
Tinggi huruf besar (h)	14/14 h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Tinggi huruf kecil (c)	10/14 h	-	2,5	3,5	5	7	10	14
Jarak huruf (a)	2/14 h	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
Jarak garis (b)	20/14 h	3,5	5	7	10	14	20	28
Jarak kata (e)	6/14 h	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4
Tebal huruf (d)	1/14 h	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4

Tabel 5. Perbandingan huruf dan angka tipe B ($d = h/10$)

Penggunaan		Ukuran						
Tinggi huruf besar (h)	10/10 h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Tinggi huruf kecil (c)	7/10 h	-	2,5	3,5	5	7	10	14
Jarak huruf (a)	2/10 h	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Jarak garis (b)	14/10 h	3,5	5	7	10	14	20	28
Jarak kata (e)	6/10 h	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Tebal huruf (d)	1/10 h	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

Bentuk huruf dan angka yang dipergunakan dalam gambar teknik sudah standar, ada yang tegak dan juga ada yang miring (15°). Adapun bentuk dari huruf dan angka adalah seperti terlihat pada Gambar 8 untuk huruf dan angka tegak, sedangkan untuk huruf dan angka miring adalah seperti terlihat pada gambar 34.



Gambar 34. Bentuk Huruf dan Angka Tegak



Gambar 35. Bentuk Huruf dan Angka Miring

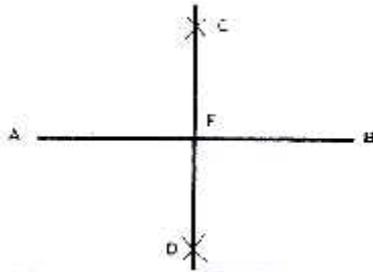
V. GAMBAR KONSTRUKSI GEOMETRIS

Dalam menggambar suatu mesin atau komponennya, tukang gambar sering menggunakan konstruksi geometris untuk membantu dalam menyelesaikannya. Konstruksi geometris yang sering digunakan antara lain: garis, sudut, lingkaran, busur, ellips, segi banyak, dan lain-lain.

Penggunaan konstruksi geometris dalam gambar teknik mesin dengan maksud agar hasil gambar yang didapat lebih baik. Pembuatan ellips yang dibuat dengan bantuan lingkaran hasilnya akan lebih akurat dan pantas dari pada yang dibuat dengan perkiraan saja. Untuk itulah seorang juru gambar harus menguasai cara pembuatan konstruksi geometris ini.

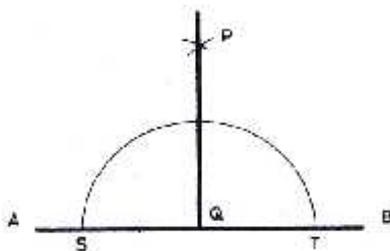
1. Garis tegak lurus

Gambar 36 di bawah ini, memperlihatkan cara membagi garis lurus menjadi dua sama panjang. Caranya adalah buat garis lurus AB, kemudian dari titik A lingkarkan jari-jari sembarang di atas dan di bawah garis AB. Dengan cara yang sama juga dari titik B dilingkarkan jari-jari yang sama sehingga memotong di titik C dan D. Hubungkan kedua titik itu sehingga memotong garis AB di titik F. Panjang garis AF dan FB sama panjang.



Gambar 36. Membagi garis lurus menjadi dua sama panjang

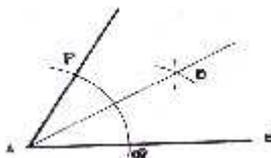
Gambar 37 di bawah ini, memperlihatkan cara membuat garis tegak (siku) pada sebuah garis lurus. Caranya pada sebuah garis lurus AB dari titik Q buat busur ST, kemudian dari titik S lingkarkan jari-jari sembarangan ke atas. Dengan cara yang sama lingkarkan jari-jari tersebut dari titik T sehingga memotong di titik P. Hubungkan titik P dan Q. Garis PQ tegak lurus AB.



Gambar 37. Garis tegak pada garis lurus

2. Membagi Sudut

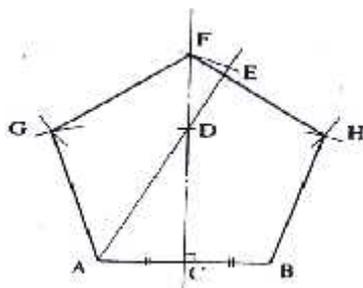
Gambar 38 di bawah ini, memperlihatkan cara membagi sebuah sudut menjadi sama besar. Caranya ialah dari titik A lingkarkan jari-jari sembarang sehingga memotong kedua kaki sudut di titik P dan Q, kemudian dari titik P lingkarkan jari-jari tadi di tengah-tengah sudut. Dengan cara yang sama dari titik Q lingkarkan jari-jari sehingga berpotongan di titik D. Hubungkan titik A ke D. Sudut ABD sama besar dengan sudut ADC.



Gambar 38. Membagi sudut sama besar

3. Membuat Segi Lima

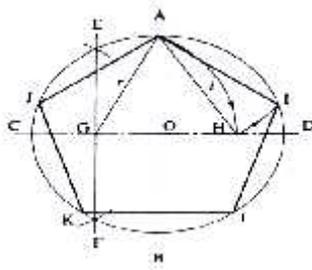
Gambar di bawah ini, memperlihatkan cara pembuatan segi lima dengan salah satu sisinya diketahui. Caranya pada sisi AB yang diketahui dibagi dua dan dibuat garis tegak lurus CD dengan melingkarkan jari-jari sepanjang AB dari titik A dan B sehingga didapat titik D. Dari titik A dibuat garis melalui titik D. Dari titik D lingkarkan jari-jari DE yang panjangnya $\frac{1}{2} AB$, sehingga memotong perpanjangan garis CD di titik F. Lingkarkan jari-jari sepanjang sisi AB dari titik A, B, dan F, sehingga berpotongan di titik G dan H. Hubungkan titik A ke G, G ke F, serta F ke H, dan H ke B. Didapat segi lima ABHFG yang mempunyai sisi sama panjang.



Gambar 39. Segi lima dengan salah satu sisinya diketahui

Gambar 40 memperlihatkan pembuatan segi lima di dalam sebuah lingkaran. Caranya buat sumbu AB dan CD melalui titik O. Bagi sama panjang CO, dengan cara melingkarkan jari-jari dari titik C dan O atas dan bawah didapatkan titik E dan F. Hubungkan titik E dan F, sehingga didapatkan titik G. Dari titik G lingkarkan jari-jari $r = GA$ didapatkan titik H. Dari titik A lingkarkan jari-jari $l = AH$, sehingga didapatkan titik I dan J. Dari titik I lingkarkan jari-jari l didapat titik L, dan dari titik J

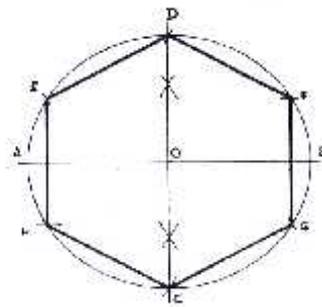
didapatkan titik K, hubungkan garis dari titik A ke J, J ke L, L ke I, dan I ke A, sehingga didapat segi lima beraturan AJKLI.



Gambar 40. Segi Lima di dalam Sebuah Lingkaran

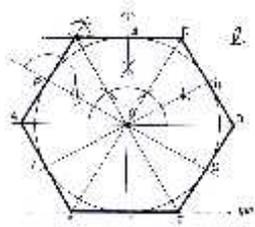
4. Membuat Segi Enam

Gambar 41 memperlihatkan pembuatan segi enam di dalam sebuah lingkaran. Caranya ialah setelah membuat lingkaran, kemudian dengan tidak mengubah jari-jari lingkaran dari titik D dan C dilingkarkan kembali jari-jari tersebut sehingga memotong di titik E dan F, juga G dan H. Hubungkan titik-titik D, E, G, C, G, F, dan D dengan garis lurus sehingga saling menutup membentuk segi enam beraturan.



Gambar 41. Segi enam di dalam lingkaran

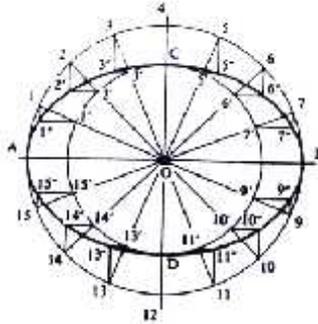
Gambar 42 memperlihatkan cara pembuatan segi enam di luar lingkaran. Caranya adalah buat garis sejajar sumbu AB l dan m sehingga menyinggung lingkaran dititik Q dan T. Dari titik pusat O buat sudut 30^0 membentuk sudut COQ dan QOD. Buat garis CE dan DF melalui titik pusat O. Hubungkan titik C dan D, serta titik F dan E sehingga terbentuk garis CD dan FE. Buat garis CA, FA, DB, dan EB yang menyinggung lingkaran di titik P, V, S, dan R. Terbentuk segi enam ACDBEF yang terletak di luar lingkaran.



Gambar 42. Segi enam di luar lingkaran

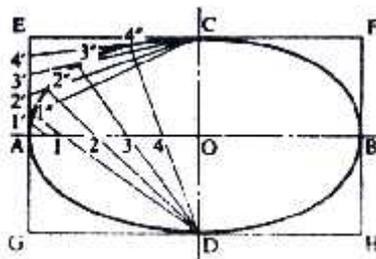
5. Membuat Ellips

Gambar 43 memperlihatkan pembuatan ellips dengan menggunakan dua lingkaran. Caranya adalah buat dua buah lingkaran dengan jari-jari yang berbeda dari pusat sumbu yang sama. Bagilah lingkaran dengan sudut yang sama, kemudian buat garis radial yang memotong kedua lingkaran di titik 1, 2, 3, dstnya, juga 1', 2', 3', dstnya. Tariklah dari titik 1, 2, 3 dstnya garis sejajar sumbu tegak, demikian juga dari titik 1', 2', 3' dstnya garis sejajar sumbu datar, sehingga berpotongan di titik 1'', 2'', 3'', dstnya. Dari titik 1'', 2'', 3''... sampai titik 15'' dihubungkan dengan garis. Terbentuklah ellips yang diinginkan.



Gambar 43. Menggambar Ellips dengan Bantuan Dua Lingkaran

Gambar 44 memperlihatkan pembuatan ellips dengan bantuan segi empat. Caranya adalah buat segi empat dengan sumbu-sumbunya. Pada sumbu OA bagilah menjadi sama panjang dan diberi notasi 1, 2, 3, dan 4. Dengan cara yang sama pada sisi AE dibagi menjadi sama panjang dan diberi notasi 1', 2', 3', dan 4'. Buat garis lurus dari titik C, sehingga mengenai garis AE di titik 1', 2', 3', dan 4'. Dari titik D buat garis lurus melalui titik 1, 2, 3, dan 4, sehingga memotong di titik 1'', 2'', 3'', dan 4''. Hubungkan titik 1'', 2'', 3'', dan 4''. Dengan cara yang sama pada sisi yang lain dapat dibuat, sehingga akan terbentuk ellips seperti terlihat pada gambar.



Gambar 44. Menggambar ellips dengan bantuan segi empat.

VI. ATURAN ETIKET GAMBAR TEKNIK

Untuk menjelaskan apa yang digambar, di dalam gambar teknik dibuat etiket gambar yang letaknya disebelah bawah atau bawah bagian kanan. Bentuk dari etiket gambar ini bermacam-macam, namun bentuk yang umum digunakan adalah model vsm (*verein schweizerischer maschinen* = sekolah teknik mesin) dan model penunjukkan proyeksi.

Bentuk standar etiket gambar model vsm (sekolah teknik) adalah seperti terlihat pada Gambar 45. Ukuran dan tebal garis serta bentuk tulisan dari etiket ini seperti terlihat pada Gambar 45 tersebut. Untuk gambar lengkap yang berupa susunan, etiket model vsm seperti terlihat pada Gambar 46. Pada etiket model vsm susunan ini selain keterangan seperti pada etiket standar juga ditambahi keterangan-keterangan yang berhubungan dengan bagian-bagian (detailnya). Bentuk etiket yang lain adalah model penunjukkan proyeksi seperti terlihat pada Gambar 47. Ukuran dan garis-garisnya serta tulisannya seperti terlihat pada gambar tersebut.



Gambar 45. Etiket gambar standar model vsm (sekolah Teknik)



Gambar46. Etiket gambar susunan model vsm (sekolah Teknik)



Gambar 47. Etiket gambar standar penunjukan proyeksi

VII. GAMBAR PROYEKSI PIKTORIAL (3D)

Proyeksi piktorial adalah cara penyajian suatu gambar tiga dimensi terhadap bidang dua dimensi. Sedangkan proyeksi ortogonal merupakan cara pemroyeksian yang bidang proyeksinya mempunyai sudut tegak lurus terhadap proyektornya. Sedangkan proyeksi dari segi memandangnya dibagi menjadi dua yaitu proyeksi Eropa dan Amerika. Untuk menampilkan gambar-gambar tiga dimensi pada sebuah bidang dua dimensi, dapat dilakukan dengan beberapa macam cara proyeksi sesuai dengan aturan menggambar. Beberapa macam cara proyeksi antara lain :

Proyeksi Isometri

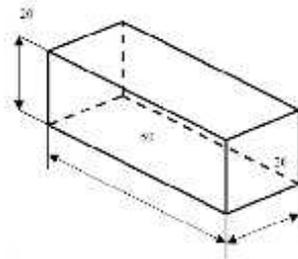
Untuk mengetahui apakah suatu gambar diproyeksikan dengan cara isometri atau untuk memproyeksikan gambar tiga dimensi pada bidang dengan proyeksi isometri, maka perlu diketahui ciri-ciri dan syarat-syarat untuk menampilkan suatu gambar dengan proyeksi isometri. Nah yang pertama kita bahas adalah ciri-ciri proyeksi isometri.

1. Ciri pada sumbunya :

- Sumbu x dan sumbu y mempunyai sudut 30 derajat terhadap garis mendatar
- Sudut antara sumbu yang satu dengan sumbu lainnya 120 derajat

2. Ciri pada ukurannya

Panjang gambar pada masing-masing sumbu sama dengan panjang benda yang digambarnya

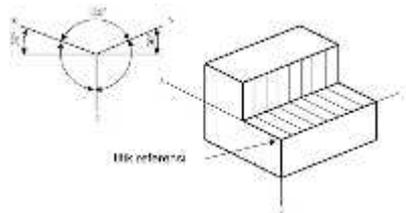


Gambar 48. Gambar Proyeksi Isometri

a. Penyajian Proyeksi Isometri

Penyajian gambar dengan proyeksi isometri dapat dilakukan dengan beberapa posisi (kedudukan), yaitu posisi normal, terbalik dan horizontal.

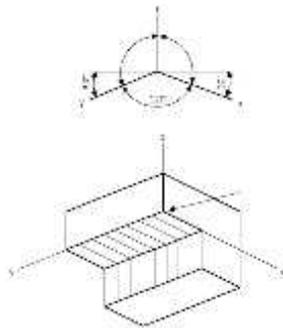
Contoh:



Gambar 49 . Proyeksi Isometri dengan Posisi Normal

2. Proyeksi isometri dengan posisi terbalik

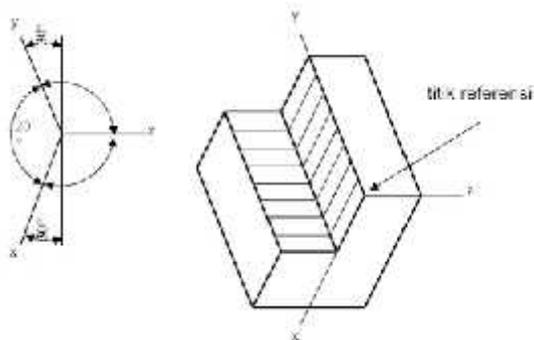
Contoh:



Gambar50. Proyeksi Isometri dengan Posisi terbalik

3. Proyeksi isometri dengan posisi horizontal

Contoh:



Gambar51. Proyeksi Isometri dengan Posisi Horizontal

2. Proyeksi Dimetri

Pada proyeksi dimetri terdapat beberapa ciri dan ketentuan yang perlu diketahui, ciri dan ketentuan tersebut antara lain :

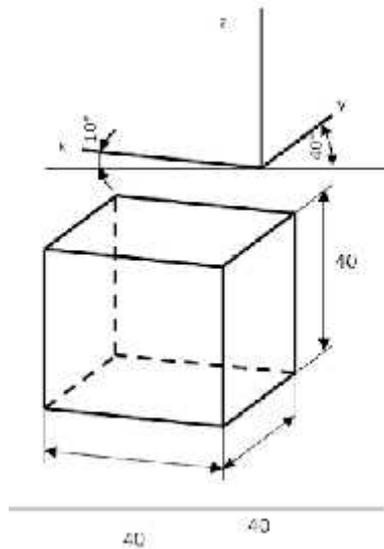
- a. Ciri pada sumbunya :

Pada sumbu X mempunyai sudut 10 derajat, sedangkan pada sumbu Y mempunyai sudut 40 derajat.

b. Ciri pada ukurannya

Perbandingan skala ukuran pada sumbu x = 1:1, dan skala pada sumbu y=1:2, sedangkan pada

sumbu z = 1:1



Gambar52. Proyeksi Dimetri

Keterangan :

Ukuran pada sumbu x = 40 mm

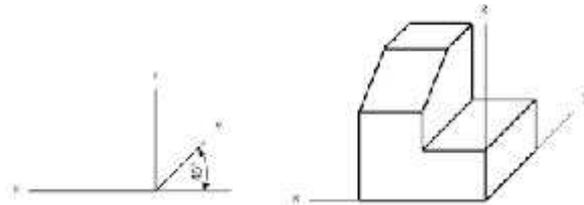
Ukuran pada sumbu y = 20 mm (setengahnya karena perbandingannya 1:2)

Ukuran pada sumbu z = 40 mm

c. Proyeksi Miring/Oblique

Pada proyeksi miring, sumbu x berhimpit dengan garis horizontal/mendatar dan sumbu y mempunyai sudut 45 derajat dengan garis mendatar. Skala pada proyeksi miring sama dengan skala pada proyeksi dimetri, yaitu :

- Sumbu x = 1:1
- Sumbu y = 1:2
- Sumbu z = 1:1



Gambar53. Proyeksi Miring/Oblique

d. Proyeksi Perspektif

Dalam gambar teknik, gambar perspektif jarang dipakai. Gambar perspektif dibagi menjadi tiga macam yaitu :

- 1) Perspektif dengan satu titik hilang
- 2) Perspektif dengan dua titik hilang
- 3) Perspektif dengan tiga titik hilang

VIII. GAMBAR PROYEKSI ORTHOGONAL KUADRAN I DAN KUADRAN III (2D)

1. Proyeksi / Pandangan Dalam Gambar Teknik Mesin

Menggambar merupakan cara untuk memproyeksikan suatu benda atau objek ke dalam suatu bidang. Dalam hal ini perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut;

- Bentuk objek yang digambar riil atau imajiner,
- Posisi atau kedudukan benda yang akan kita gambar terhadap pandangan mata kita,
- Bidang yang dipakai untuk memproyeksikan objek tersebut

Menurut Luzadder, pengertian gambar teknik proyeksi atau gambar pelukisan sering disebut gambar ortografik, yaitu proyeksi dua tampang atau lebih untuk menjelaskan objek dengan cermat dalam bentuk dan ukurannya. Gambar teknik proyeksi ini membutuhkan imajinasi yang cermat. Karena itu, gambar ini sering digunakan oleh para ahli teknik, juru gambar, dan kontraktor yang handal, karena mereka lebih mengetahui detail gambar grafik

Metode atau cara yang kita gunakan untuk memproyeksikan objek tersebut Pada industri permesinan, gambar yang dibuat untuk diserahkan pada pekerja/teknisi pelaksana di bengkel, haruslah dibuat dalam keadaan yang memudahkan untuk dibaca dan diinterpretasikan. Agar dapat dibaca oleh orang lain, maka gambar harus dibuat dengan memberikan pandangan yang cukup. Pandangan yang cukup disini artinya tidak kurang dan juga tidak berlebihan. Gambar pandangan yang kurang akan menyebabkan kesulitan dalam menginterpretasikan maksud gambar,

demikian pula gambar yang berlebihan akan menyebabkan gambar menjadi rumit, sehingga kesannya amburadul dan gambarnya menjadi tumpang tindih (*over lap*). Untuk itu jumlah pandangan gambar harus dibatasi seperlunya, tetapi hasilnya harus dapat memberi kesimpulan bentuk bendanya secara lengkap.

Untuk menyajikan pandangan gambar sebuah benda, pandangan depan adalah merupakan yang pokok, sedangkan pandangan yang lain berfungsi hanya untuk memperjelas. Atas dasar demikian apabila pandangan depan saja sudah cukup, maka tidak perlu dibuat pandangan yang lain, asal gambar pandangan depan tersebut telah dapat memberikan pandangan yang lengkap untuk dapat diinterpretasikan menjadi bentuk benda dan ukuran-ukuran bagian alat yang akan dibuat.

Agar dapat membuat pandangan gambar yang baik yaitu pandangan yang tidak berlebihan atau kurang, maka berikut ini diberikan beberapa ketentuan umum untuk memilih pandangan.

- (a). Jangan menggambar pandangan lebih dari yang diperlukan untuk melukis benda.
- (b). Pilihlah pandangan yang sekiranya dapat memperlihatkan bentuk benda yang paling baik.
- (c). Utamakanlah pandangan dengan garis yang tidak kelihatan yang paling sedikit.
- (d). Pandangan sebelah kanan lebih utama dari pandangan sebelah kiri, kecuali kalau pandangan kiri memberi keterangan yang lebih banyak.
- (e). Pandangan atas lebih utama dari pandangan bawah, kecuali kalau pandangan bawah memberi keterangan yang lebih banyak.

(f). Pilihlah pandangan yang sekiranya dapat mengisi ruang gambar sebaik-baiknya.

Pandangan dalam gambar teknik mesin kebanyakan divisualisasikan dengan menggunakan proyeksi lurus. Ada dua cara untuk membuat dan membaca gambar proyeksi lurus, yaitu dengan menggunakan Proyeksi Kuadran I / Eropa (*First Angle Projection*) dan Proyeksi Kuadran II / Amerika (*Third Angle Projection*). Secara lengkap kedua proyeksi ini mempunyai enam pandangan, yaitu: pandangan depan, pandangan atas, pandangan kanan, pandangan kiri, pandangan bawah dan pandangan belakang.

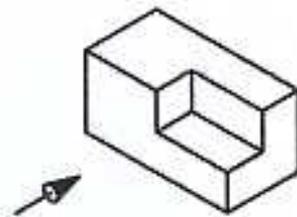
Seperti telah dijelaskan di atas dalam membuat dan membaca gambar, penyajiannya tidak semua pandangan ini harus ditampilkan. Beberapa pandangan saja mungkin sudah mencukupi, seandainya obyek yang digambar tidak kompleks biasanya menggunakan tiga pandangan utama yaitu: pandangan depan, atas, dan samping kanan sudah cukup.

2 Gambar Proyeksi Amerika

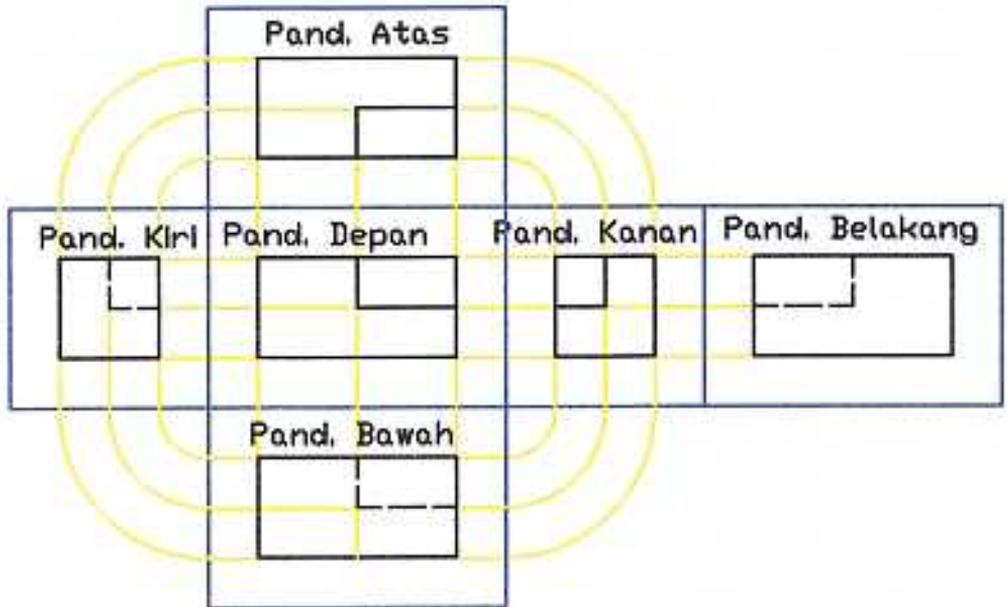
Proyeksi Amerika ini, biasa disebut juga dengan *Third Angle Projection* (Proyeksi Sudut Ketiga). Dinamakan demikian karena pandangan depan terletak di kwadran ketiga pada koordinat kartesius.

Untuk menjelaskan cara memproyeksikan benda dalam berbagai pandangan dilakukan dengan menganggap benda terletak di dalam kubus. Pada sistem ini seakan-akan bidang proyeksi terletak diantara benda dengan penglihat yang berada di luar. Untuk

memproyeksikan benda pada bidang proyeksi, seolah-olah benda ditarik ke bidang proyeksi yang berupa kubus. Dengan demikian apabila akan melihat benda (lihat pada Gambar 55), kalau bidang-bidang proyeksi dibuka, maka pandangan depan akan terletak di depan, pandangan atas terletak di atas, pandangan kanan terletak di samping kanan, pandangan kiri terletak di samping kiri, pandangan bawah terletak di bawah, dan pandangan belakang terletak di sebelah kanan pandangan kanan (lihat Gambar 56). Jadi untuk membuat dan membaca gambar proyeksi Amerika, pandangan gambar terletak seperti pada kenyataan yang sebenarnya.



Gambar 55. Benda



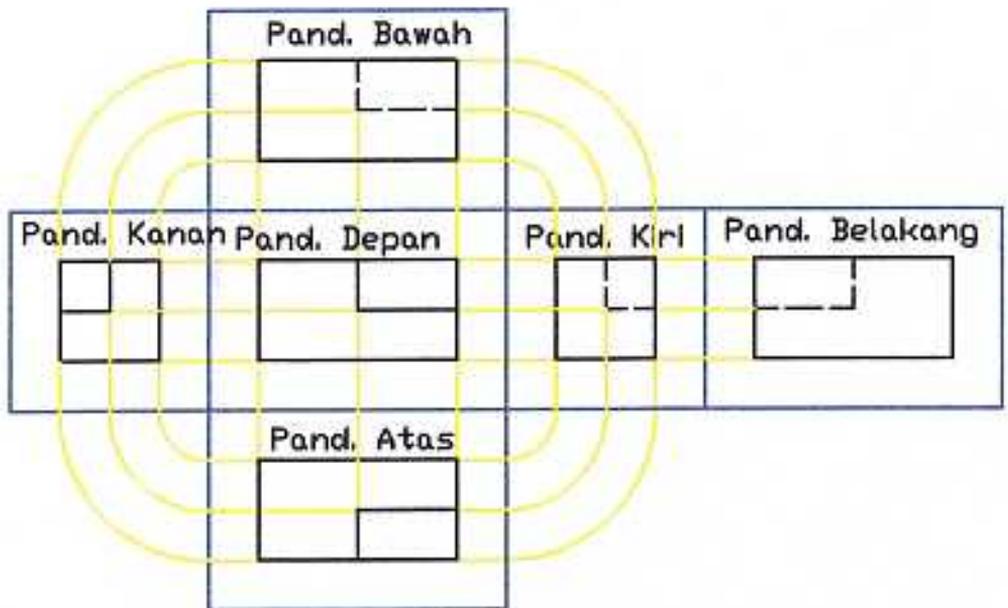
Gambar 56. Proyeksi amerika

3 Gambar Proyeksi Eropa

Proyeksi Eropa biasa disebut juga dengan *First Angle Projection* (Proyeksi Sudut Pertama). Dinamakan demikian karena pandangan depan terletak di kwadran pertama pada koordinat kartesius.

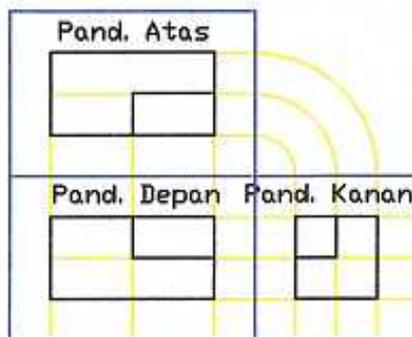
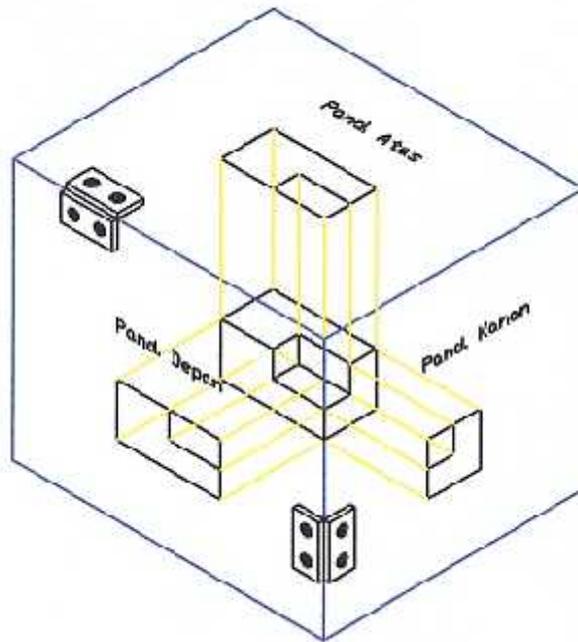
Untuk menjelaskan cara memproyeksikan benda dalam berbagai pandangan dilakukan dengan menganggap benda terletak di dalam kubus. Pada sistem ini seakan-akan benda terletak di diantara bidang proyeksi dan penglihat. Untuk memproyeksikan

benda seolah-olah benda tersebut di dorong menuju bidang proyeksi. Dengan demikian apabila akan melihat benda (lihat pada Gambar 55), jika bidang proyeksi di buka, maka pandangan depan di belakang, pandangan kanan terletak di sebelah kiri, pandangan kiri terletak di sebelah kanan, pandangan atas terletak di sebelah bawah, pandangan bawah terletak di atas, dan pandangan belakang terletak di sebelah kanan pandangan samping kiri (lihat Gambar 57). Jadi untuk membuat dan membaca gambar proyeksi Eropa, pandangan gambar terletak terbalik dari kenyataan yang sebenarnya.

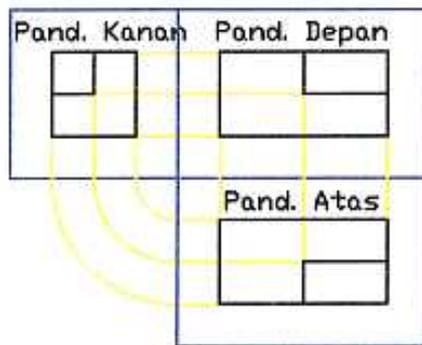
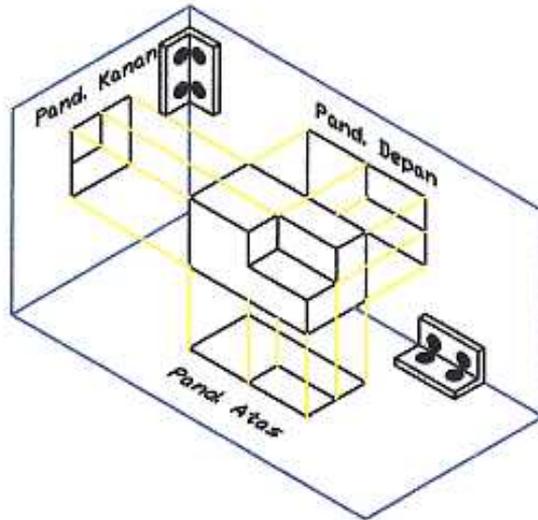


Gambar 57. Proyeksi eropa

Untuk mengetahui perbedaan cara membuat dan membaca gambar dari kedua proyeksi tersebut, maka berikut ini akan disajikan tiga pandangan utama dari benda yang ada pada Gambar 55. Tiga pandangan utama pada gambar proyeksi Amerika adalah seperti terlihat pada Gambar 58, pada gambar tersebut nampak bahwa pandangan depan tetap terletak di depan (kwadran ketiga), pandangan atas terletak di atas (kwadran kedua), dan pandangan kanan terletak disamping kanan (kwadran keempat), sedangkan tiga pandangan utama pada gambar proyeksi Eropa adalah seperti terlihat pada Gambar 31, pada gambar tersebut nampak pandangan depan terletak di belakang (kwadran pertama), pandangan atas terletak di bawah (kwadran keempat), dan pandangan kanan terletak di samping kir (kwadran kedua). Jadi pada proyeksi eropa pandangan atas dan kanan terletak terbalik dari kenyataan yang sebenarnya.



Gambar 58. Tiga pandangan utama proyeksi amerika



Gambar 59. Tiga pandangan utama proyeksi eropa

Dari kedua proyeksi yang telah dijelaskan di atas, nampak bahwa proyeksi sistem Amerika (*Third Angle Projection* = Proyeksi

Sudut Ketiga) penggunaannya lebih rasional dan mudah dipahami. Atas dasar itulah proyeksi sistem Amerika pemakaiannya lebih luas dibandingkan dengan sistem Eropah. Negara-negara pantai laut Pacifik, seperti USA dan Canada, juga Jepang, Korea Selatan, Australia, dan juga Indonesia menggunakan proyeksi sistem Amerika.

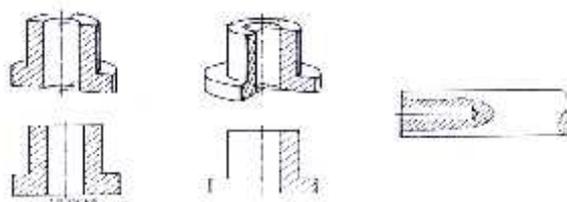
XI. GAMBAR POTONGAN

1. Macam- Macam Gambar Potongan

Penggunaan garis strip-strip (gores) untuk melukiskan bagian benda yang tidak terlihat dalam jumlah yang sedikit memang bisa membantu para pembaca gambar, tetapi bila bagian yang tidak terlihat banyak akan membingungkan. Untuk menghindari kebingungan dan memperjelas bagian dalam suatu benda yang akan digambar dipergunakan gambar potongan (*sectional views*).

Untuk memperlihatkan bagian dalam suatu benda dengan menggunakan gambar potongan dapat dilakukan dengan potongan seluruhnya, potongan separoh dan potongan sebagian disesuaikan dengan kadar kebutuhan dari bagian dalam yang akan diperlihatkan (lihat Gambar 60). Memang penggunaan gambar potongan seluruhnya akan lebih memperlihatkan bagian dalam, tetapi dalam hal-hal tertentu justru akan mubazir terutama dalam penggunaan waktu menggambar, seperti benda kerja yang simetris, maka gambar potongannya cukup separoh atau sebagian saja tidak perlu seluruhnya.

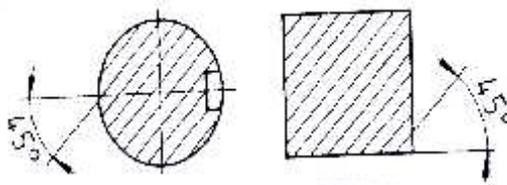
Potongan Seluruhnya Potongan Separoh Potongan
Sebagian



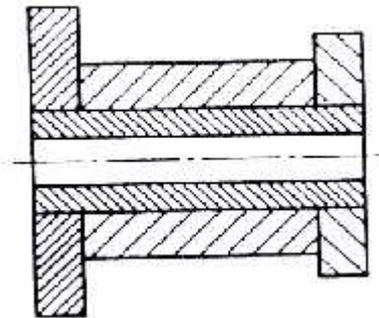
Gambar 60. Macam-macam Potongan

2. Cara Menggambar Potongan

Bagian dalam yang mendapat potongan perlu dibedakan dengan bagian luar yang tidak dipotong. Untuk itu seluruh bagian yang dipotong diarsir dengan sudut 45° terhadap garis sumbu atau garis gambar (lihat Gambar 61). Jarak garis arsir yang dibuat disesuaikan dengan besarnya gambar dan jaraknya sama antara satu sama lainnya. Gambar susunan benda kerja yang menjadi satu, potongannya ditunjukkan dengan arsiran yang berbeda arah (lihat Gambar 62).



Gambar 61. Arsir untuk penunjukkan potongan



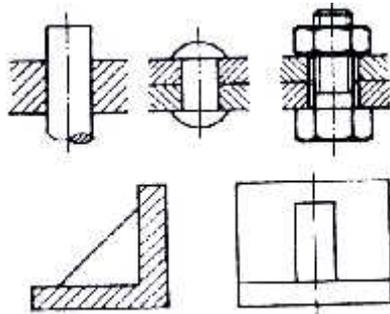
Gambar 62. Arsir berbeda untuk gambar susunan

Untuk penampang yang tipis, seperti benda yang terbuat dari plat, baja profil, dan paking dapat digambar dengan garis tebal (dihitamkan), sedangkan daerah yang dihhitamkan dari beberapa penampang yang berbeda dipisahkan (diberi jarak) sedikit (lihat Gambar 63).



Gambar 63. Arsir hitam untuk benda tipis

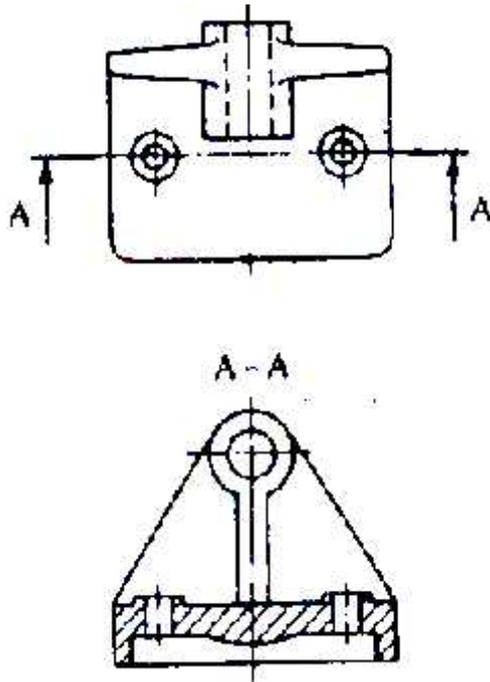
Gambar potongan memang dapat membantu untuk menjelaskan bentuk bagian dalam yang tidak terlihat dan ukuran-ukurannya, namun demikian ternyata tidak semua benda dapat dipotong. Bagian-bagian benda seperti baut, paku keling, pasak, poros, dan sirip tidak boleh dipotong (lihat Gambar 64).



Gambar 64. Benda-Benda Yang Tidak Boleh Dipotong

Pemotongan pada suatu pandangan dilakukan dengan menggunakan garis potong, yaitu garis strip titik dengan ujung tebal dan diberi anak

panah yang diberi huruf sama. Pada penunjukkan bagian yang dipotong ditulis huruf yang sama dengan pemotongannya (lihat Gambar 65).



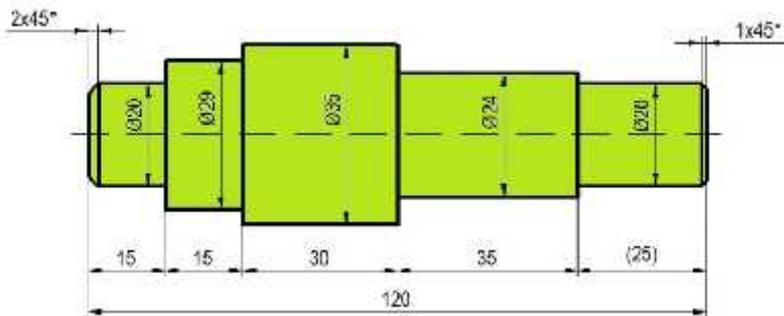
Gambar 65. Penunjukkan Pemotongan

X. PEMBERIAN UKURAN PADA GAMBAR

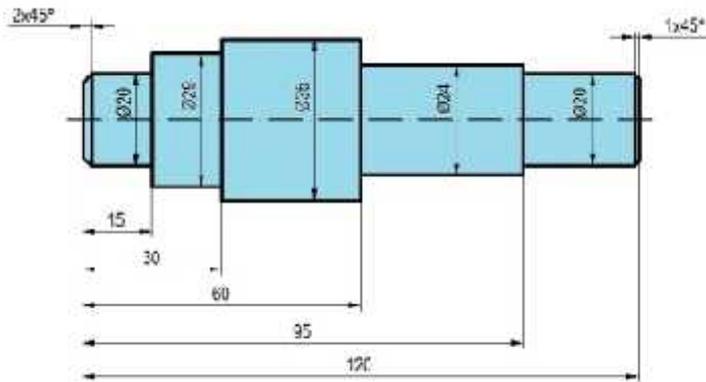
1. Macam-Macam Cara Pemberian Ukuran

Untuk menunjukkan panjang, lebar, tinggi atau diameter benda, maka pada gambar dicantumkan ukurannya. Ukuran yang tercantum ini bisa yang sesungguhnya, tetapi jika benda yang digambar diperbesar atau diperkecil, maka dapat menggunakan skala. Pemberian ukuran pada gambar mesin tidak bisa dibuat sembarangan melainkan mengikuti aturan-aturan yang sudah ditetapkan.

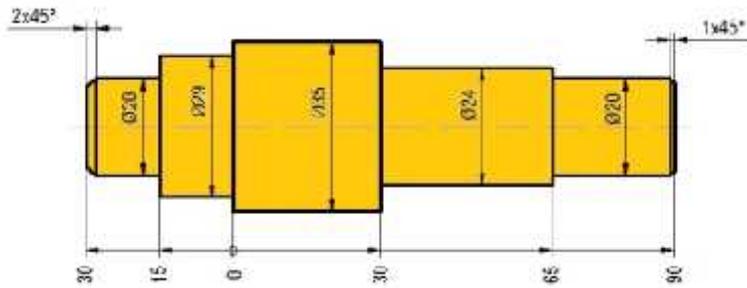
Penyusunan ukuran pada gambar kerja, dapat dilakukan dengan beberapa macam cara ukuran, yaitu: ukuran berantai, ukuran paralel, ukuran berurutan dan ukuran berhimpitan (lihat Gambar 66).



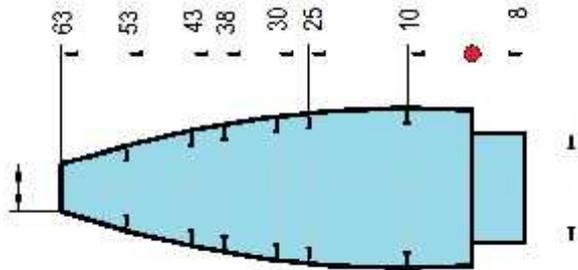
Gambar 66. Pengukuran Berantai



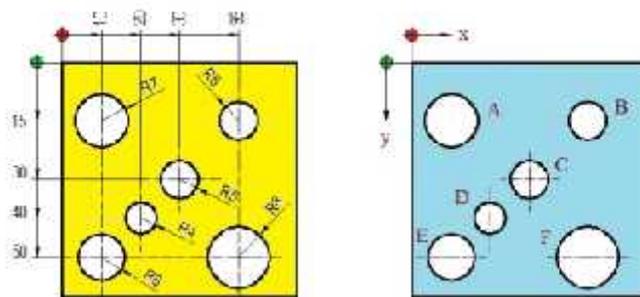
Gambar 67. Pengukuran Paralel



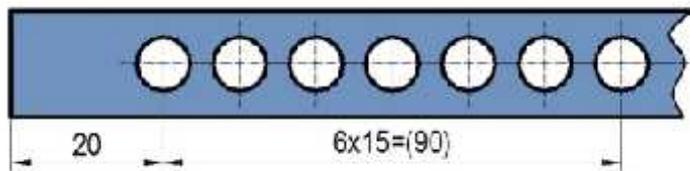
Gambar 68. Pengukuran Berurutan



Gambar 69. Pengukuran Berimpitan



Gambar 70. Pengukuran Koordinat



Gambar 71. Pengukuran Elemen dengan Jarak yang Sama

2. Aturan Memberi Ukuran

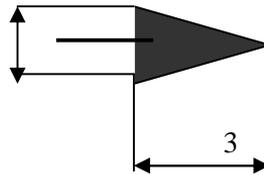
Penempatan angka ukuran pada gambar kerja mengikuti prosedur sebagai berikut: dilakukan 1 mm di atas garis ukur, ditengah-tengah dan teratur, angka dan garis ukuran harus terbaca baik horisontal maupun vertikal, ukuran-ukuran kecil (di bawah 10 mm) tanda panahnya ditempatkan di luar arah ukur dan ukurannya dicantumkan di atas atau disamping tanda panah ukuran, serta pengukuran dimulai dari basis yang terkecil hingga yang terbesar. Semua ukuran dalam gambar teknik mesin dalam satuan mm, dan tidak perlu dicantumkan satuannya, apabila ukuran dalam satuan yang lain, maka satuannya dicantumkan (misal inchi). Pada penunjukan ukuran, yang perlu kita perhatikan adalah jenis garis yang digunakan didalam pengukuran, yaitu dengan membandingkan antara garis gambar dengan garis ukuran. Perhatikan perbandingan antar kedua garis tersebut :

Tabel 6. Perbandingan Garis

No	Jenis Gambar (mm)	
	Garis Gambar	Gambar Ukur
1	0,5	0,25
2	0,5	0,35
3	1,0	0,5

Untuk membatasi bagian yang diberi ukuran pada ujung garis ukurnya diberi anak panah. Perbandingan ukuran panjang dan lebar anak panah adalah 3 : 1 dan dihitamkan (lihat Gambar 72). Jika jarak antara dua garis lebih kecil dari 7 mm, garis ukuran pada kedua sisinya diperpanjang kemudian gambar panahnya diberikan sebelah luar,

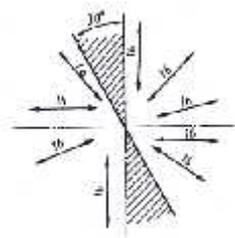
sedangkan untuk ukuran yang saling merapat dapat digunakan titik sebagai pengganti anak panah.



Gambar 72. Tanda anak panah

Untuk menulis ukuran-ukuran pada gambar kerja dilakukan sebagai berikut: gambarlah angka-angka ukuran dengan jelas, angka-angka ukuran digambarkan sedemikian, sehingga dapat dibaca dari sebelah bawah dan kanan dari gambar, dan ukuran ditempatkan sedemikian di mana bentuk atau profil dari potongan kerja diperlihatkan paling jelas.

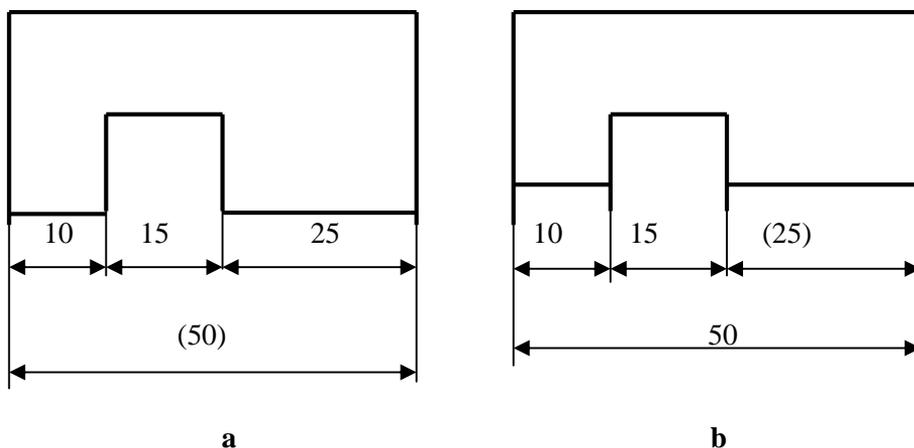
Untuk angka ukuran yang tidak horisontal maupun vertikal, penempatannya diatur sedemikian sesuai dengan garis ukurnya. Ada daerah-daerah yang sebaiknya dihindari untuk penempatan angka ukuran, yaitu pada daerah 30° sebelah kiri bagian atas garis vertikal dan 30° bagian sebelah kanan garis vertikal bawah, pada Gambar 73 adalah daerah yang diarsir.



Gambar 73. Penempatan angka ukuran pada bentuk miring

Adanya ukuran pada gambar yang dibuat sesuai dengan aturan akan memperjelas bagi pembaca gambar tentang benda yang sebenarnya, tetapi ada kalanya ukuran yang berlebihan justru akan membingungkan. Untuk itu penunjukkan ukuran sebaiknya tidak berulang-ulang (hanya sekali).

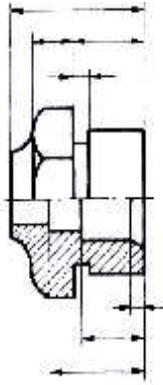
Pada gambar, penunjukkan ukuran seluruhnya seharusnya diberikan agar mempermudah dalam menentukan kebutuhan bahan dari benda yang dibuat oleh pekerja. Ukuran seluruhnya (jumlah) bisa menjadi ukuran pembantu, tetapi bisa juga menjadi ukuran yang penting. Pada Gambar 74 diperlihatkan di mana pada gambar a menunjukkan ukuran jumlah sebagai ukuran pembantu, sedangkan pada gambar b menunjukkan ukuran jumlah sebagai ukuran penting (pokok). Di dalam penunjukannya ukuran pembantu ditulis di dalam kurung.



Gambar 74. Ukuran seluruhnya sebagai ukuran bantu dan pokok

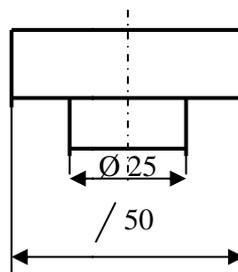
Pada gambar yang ditunjukkan bagian dalamnya, pemberian ukuran dipisahkan antara bagian luar dan bagian dalamnya. Untuk itu apabila

ukuran bagian luar ditempatkan bagian atas, maka ukuran bagian dalam ditempatkan pada bagian bawah, demikian sebaliknya (lihat Gambar 75).



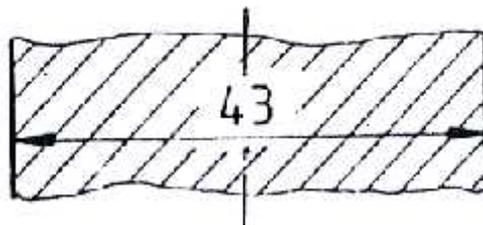
Gambar 75. Penempatan Ukuran Bagian Luar dan Dalam

Ukuran untuk bagian yang berbentuk bulat, segi empat, dan sebagainya, apabila tidak dibuat gambar pandangan samping, atas atau bawah, maka pada pengukurannya perlu diberi lambang untuk bagian permukaan tersebut, dengan \varnothing dan \square . Gambar 76 menunjukkan penulisan ukuran lambang-lambang tersebut.



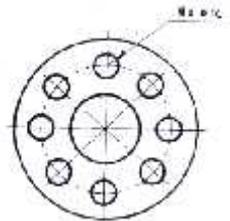
Gambar 76. Ukuran dengan Lambang Bulat dan Segi Empat

Angka-angka ukuran pada sumbu dan arsiran tidak boleh terpotong. Sumbu dan arsir dihilangkan pada angka ukuran yang dimaksud (lihat Gambar 77 di bawah ini).



Gambar 77. Angka Ukuran dalam Arsir

Penulisan ukuran yang sama, bisa dibuat satu dengan mencantumkan jumlah, kemudian ditulis ukurannya. Misal ada lubang yang berdiameter 10 mm dan jumlahnya 8 buah, maka penulisan ukurannya dapat dilakukan seperti terlihat pada Gambar 78 di bawah ini.

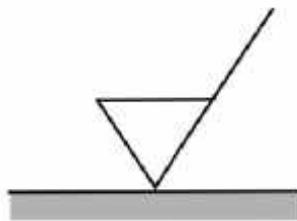


Gambar 78. Penulisan ukuran lubang dengan diameter sama

XI. GAMBAR TANDA Pengerjaan

1. Fungsi Tanda Pengerjaan

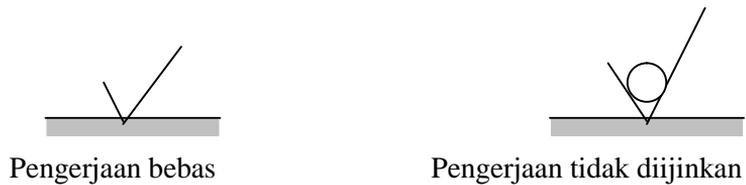
Permukaan benda kerja memegang peran yang penting dalam perencanaan mesin, terutama untuk memperhitungkan gesekan, pelumasan, keausan, dan sebagainya. Untuk itu teknisi harus memenuhi syarat permukaan yang dikehendaki oleh perencana atau pemesan. Agar teknisi dapat memenuhi permukaan yang sesuai, maka karakteristik permukaan harus tercantum dalam gambar teknik mesin, sehingga teknisi bisa mengerti permukaan apa yang diinginkan. Untuk menghasilkan permukaan yang sesuai, maka pada gambar kerja perlu adanya tanda-tanda pengerjaan yang dinormalisasi yang diletakkan pada bagian-bagian dikehendaki permukaannya. Pelaksanaan penempatan tanda pengerjaan ini juga mengharuskan perpanjangan pada sebelah kanan sebagaimana gambar dibaca. Simbol dasar dari tanda pengerjaan ini terdiri dari dua garis dengan ketinggian yang tidak sama dengan perbandingan 1 : 2 yang membentuk sudut 60° satu sama lain (lihat Gambar 79).



Gambar 79. Simbol dasar tanda pengerjaan

Tidak semua permukaan benda dikerjakan dengan mesin. Ada kalanya karena sesuatu hal permukaan tersebut tidak dikerjakan, atau dibiarkan saja dan juga bisa permukaan tersebut tidak boleh dibuang,

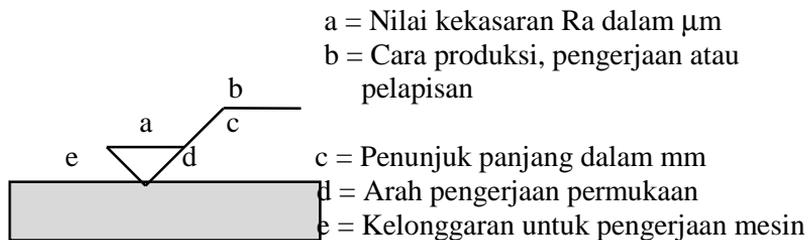
karena ukurannya sudah sangat pas. Konfigurasi permukaan yang bebas dikerjakan dengan mesin apapun dan permukaan yang tidak diijinkan untuk dikerjakan adalah seperti terlihat pada Gambar 80.



Gambar 80. Lambang pengerjaan bebas dan tidak dikerjakan

.2 Penulisan Tanda Pengerjaan

Pengerjaan permukaan yang mendapat pengerjaan mesin harus dicantumkan dengan keterangan pada simbol dasar yang berbentuk segi tiga. Adapun pengembangan spesifikasi dari penulisan simbol yang telah diberi keterangan adalah seperti terlihat pada Gambar 81 di bawah ini.



Gambar 81. Simbol tanda pengerjaan dan keterangannya

Arah pengerjaan permukaan benda kerja sangat tergantung pada selera dan kehalusan (kekasaran) yang diinginkan. Harga kekasaran dan

kelas kekasaran untuk beberapa nilai adalah seperti terlihat pada Tabel 7 di bawah ini.

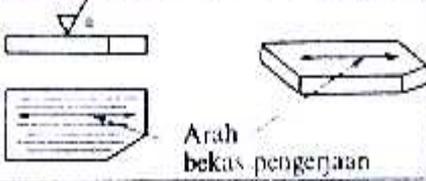
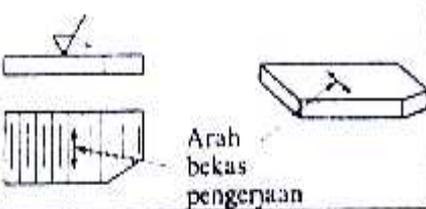
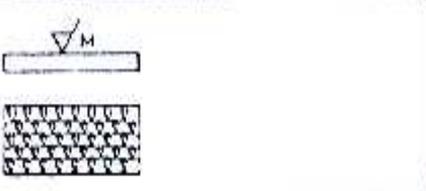
Tabel 7. Harga dan kelas kekasaran

Harga kekasaran (R_a) (μm)	Kelas kekasaran
0,025	N1
0,05	N2
0,1	N3
0,2	N4
0,4	N5
0,8	N6
1,6	N7
3,2	N8
6,3	N9
12,5	N10
25	N11
50	N12

Berkaitan dengan arah pengerjaan mesin, dibedakan menjadi enam bentuk arah. Adapun simbol simbol (lambang) arahnya adalah

seperti terlihat pada Tabel 6 di bawah ini. Untuk nilai kelas kekasaran dari beberapa cara pengerjaan mesin adalah seperti terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Lambang arah pengerjaan permukaan

Lambang	Pengertian
=	<p>Sejajar dengan bidang proyeksi, dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan</p> 
⊥	<p>Tegak lurus pada bidang proyeksi, dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan</p> 
X	<p>Saling berpotongan dalam dua arah miring relatif terhadap bidang proyeksi dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan</p> 
M	<p>Dalam segala arah</p> 
C	<p>Kurang lebih bulat relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan</p> 
R	<p>Kurang lebih radial relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan</p> 

Tabel 9. Kategori kekasaran berdasarkan pengerjaan mesin

CARA Pengerjaan	KATEGORI KEKASARAN															
	N 12	N 11	N 10	N 9	N 8	N 7	N 6	N 5	N 4	N 3	N 2	N 1				
	Ra dalam μm															
Las potong	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	0,006
Penggergajian																
Penggosokan kasar																
Pemotongan dengan gunting																
Penyemprotan pasir																
Penyemprotean peluru																
Bubutan kasar																
Bubutan halus																
Pengetaman																
Pengeburan																
Persingan																
Reameran																
Frais datar																
Frais tegak																
Peluasan lubang																
Skrapan																
Gerinda permukaan datar																
Gerinda bentuk silinder																
Pengasahan kasar																
Penyelesaian sangat halus																
Pengasahan rata																
Pengasahan putar																
Polesan																
Serutan percik																


 KASAR NORMAL HALUS

XII. TOLERANSI

Toleransi adalah penyimpangan yang diijinkan. Adanya toleransi pada benda kerja yang dibuat memungkinkan suatu produk yang dibuat oleh orang berbeda atau perusahaan berbeda dapat dipasangkan atau diasembling. Dengan demikian toleransi ini memungkinkan suatu benda kerja dapat diproduksi lebih banyak secara massal yang mempunyai kemampuan tukar untuk banyak komponen yang sesuai satu sama lain dengan tepat.

Ada dua cara dalam menentukan besarnya ukuran toleransi yang dikehendaki yaitu dengan sistem basis lubang dan sistem basis poros. Pada sistem basis lubang, semua lubang diseragamkan pembuatannya dengan toleransi “H” sebagai dasar, sedangkan ukuran poros berubah-ubah menurut menurut macam suaiannya. Pada sistem basis poros ukuran poros sebagai dasar dengan toleransi “h” dan ukuran lubangnya berubah-ubah.

Untuk menghindari kekeliruan dalam membaca antara huruf dan angka, maka tidak semua huruf dipakai sebagai pembacaan toleransi. Adapun huruf-huruf yang tidak dipakai adalah I, L, O, Q, dan W.

1. Macam-Macam Suaian

Suaian yang menunjukkan keketatan atau kelonggaran pada suatu toleransi dapat diakibatkan oleh penerapan kerenggangan komponen yang berpasangan. Ada tiga jenis kemungkinan suaian pada toleransi, yaitu: (a) suaian longgar, suaian ini menghasilkan batas ukuran yang menjamin ruangan bebas antara komponen yang berpasangan pada waktu dirakit, (b) suaian transisi, suaian ini memungkinkan terjadinya kesesakan kecil atau

kelonggaran yang kecil pada komponen yang berpasangan pada waktu dirakit, dan (c) suaian sesak, suaian ini menghasilkan kesesakan diantara dua komponen yang saling berpasangan pada waktu dirakit.

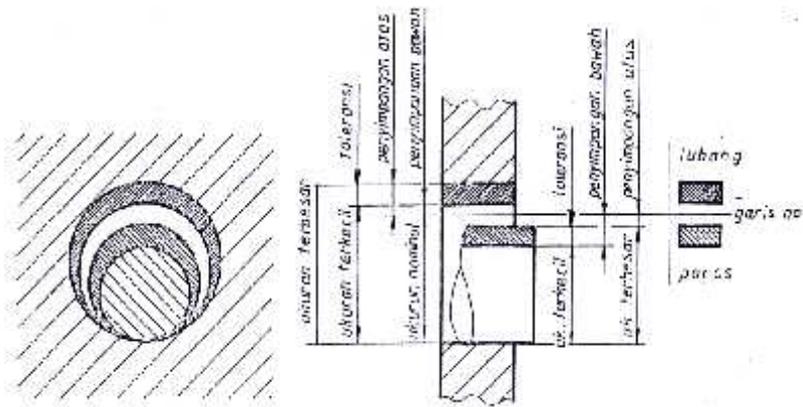
Untuk sistem basis lubang, suaian longgar dengan pasangan daerah toleransi lubang 'H', maka daerah toleransi poros dari 'a' sampai 'h', suaian transisi, dengan toleransi lubang lubang 'H', toleransi porosnya dari 'j' sampai 'n'. Sedangkan untuk suaian sesak, toleransi lubang 'H', toleransi porosnya dari 'p' sampai 'z'. Untuk sistem basis poros prinsipnya sama, cuma poros pakai huruf kecil, sedangkan lubangnya huruf besar.

Untuk memperoleh suaian yang tepat antara dua komponen yang saling berpautan, maka perlu dihitung dahulu ukuran batas yang memodifikasi ukuran nominal kedua komponen itu lalu baru ditentukan besarnya Penyimpangan (kelonggaran) yang diinginkan. Penyimpangan atas harus ditulis pada kedudukan atas, dan penyimpangan bawah pada kedudukan bawah, ini berlaku untuk lubang maupun untuk poros. Gambar 82 di bawah ini memperlihatkan pembatasan-pembatasan ukuran dalam toleransi lubang dan poros.

Dari gambar 46, didapatkan notasi-notasi dan definisi sebagai berikut:

- a. Ukuran nominal: adalah ukuran yang tertulis pada gambar tanpa memperhatikan toleransi.
- b. Ukuran aktual: adalah ukuran dari hasil pengukuran.
- c. Penyimpangan atas: adalah selisih antara ukuran nominal dan ukuran aktual terbesar yang diijinkan.

- d. Penyimpangan bawah: adalah selisih antara ukuran nominal dan ukuran aktual terkecil yang diijinkan.
- e. Toleransi: Harga absolut dari selisih penyimpangan atas dan penyimpangan bawah.
- f. Kelonggaran: adalah selisih antara ukuran lubang dan ukuran poros pasangnya (disini ukuran lubang lebih besar dari poros).
- g. Kesesakan: adalah selisih antara ukuran lubang dan ukuran poros pasangnya (disini ukuran poros lebih besar dari lubang).



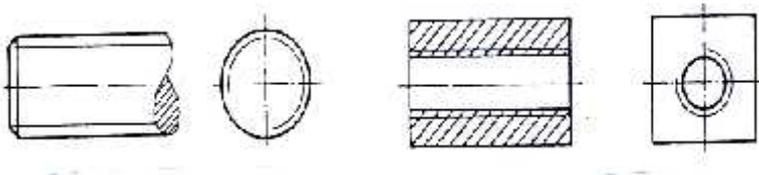
Gambar 82. Pembatasan Ukuran dalam Toleransi Lubang dan Poros

XIII. GAMBAR MUR BAUT

1. Ulir Luar dan Ulir Dalam

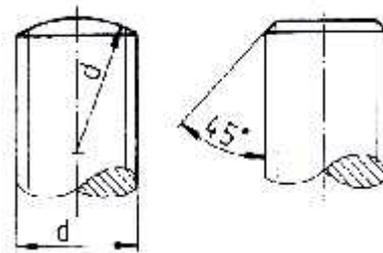
Dalam gambar teknik mesin hampir setiap saat selalu ada gambar ulir. Untuk itu juru gambar dan teknisi yang ada di industri harus mempunyai pengetahuan yang cukup mengenai tipe dan penggunaan ulir serta metode yang tepat untuk menggambarannya, karena seringkali muncul ulir sekrup serta alat pengencang itu dalam konstruksi dan dalam mesin.

Untuk menggambar ulir yang sederhana diameter luar ulir digambar dengan garis tebal dan diameter dalamnya dengan garis tipis untuk gambar ulir luar (batangnya), sedangkan untuk ulir dalam (lubangnya) adalah sebaliknya. Pada ulir luar untuk pandangan depannya, diameter dalam ulir digambar $\frac{3}{4}$ lingkaran, sedangkan $\frac{1}{4}$ lingkaran bagian dikosongkan menggunakan garis tipis, penempatannya di sebelah kiri bawah. Untuk ulir dalam, pandangan depan diameter luar ulir digambar $\frac{3}{4}$ lingkaran, sedangkan $\frac{1}{4}$ lingkaran bagian luar dikosongkan, garisnya tipis, penempatannya disebelah kiri atas. Gambar 83 memperlihatkan perbedaan penggambaran untuk ulir luar dan ulir dalam.



Gambar 83. Penggambaran ulir luar dan dalam

Ada dua cara untuk menggambar ujung baut, yaitu model lengkungan dan kerucut (Champer). Untuk ujung melengkung, jari-jarinya sama dengan diameter luar baut, sedangkan untuk model kerucut dichamper 45^0 (lihat Gambar 84).



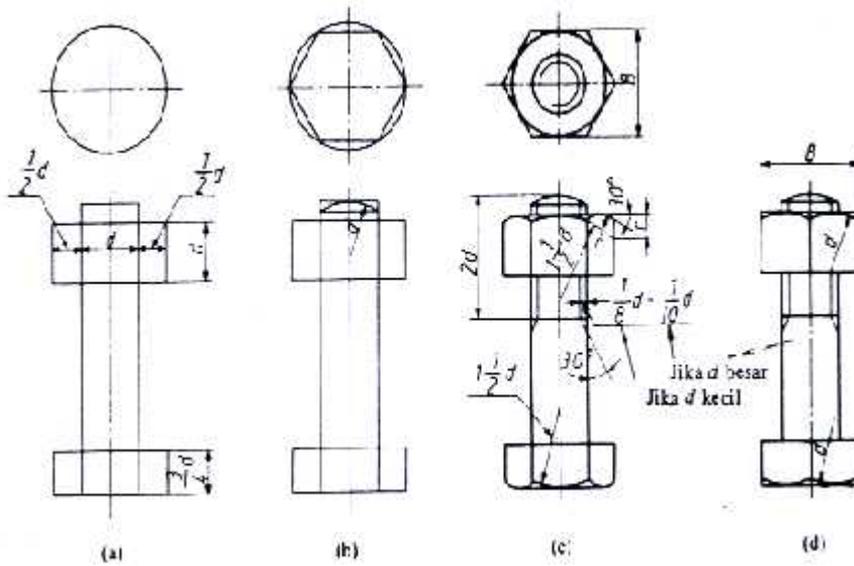
Gambar 84. Bentuk ujung baut.

1. Gambar Pasangan Mur-Baut

Penggambaran mur-baut harus dilakukan dengan jelas, dengan demikian orang yang membaca gambar tahu bentuk sebenarnya dari mur-baut tersebut. Untuk menjelaskan bentuk ulir mur-baut hanya dengan menggunakan pandangan muka sebenarnya sudah cukup. Tetapi dalam hal-hal tertentu perlu untuk menggambarkannya dalam tiga pandangan yaitu pandangan muka, atas dan samping kanan, jika kita perlu mengetahui ukuran kepala tetap, tangkai dan kepala bautnya.

Sebagai pengikat yang berbentuk ulir, baut dan mur banyak digunakan dalam konstruksi permesinan. Bagian-bagian dari baut dan mur terdiri dari baut, kepala tetap baut dan mur. Bentuk kepala tetap baut dan mur adalah biasanya segi empat atau segi enam. Pada umumnya baut dan mur tidak digambar pada detail (bagian), tetapi dalam gambar susunan

biasanya digambar sesuai dengan standar yang ada menurut perbandingan diameter luar yang aturannya seperti pada Gambar 85 di bawah ini.



Gambar 85. Cara menggambar baut, kepala tetap dan mur.

XIV. GAMBAR BAGIAN, SUSUNAN, DAN BENTANGAN

1. Gambar Bagian

Ada dua cara yang umum dipergunakan untuk menampilkan gambar kerja dalam kertas gambar. Cara yang pertama adalah bila mesin atau alat yang akan dibuat mempunyai bagian yang banyak, maka gambar bagian-bagian digambar dalam beberapa lembar kertas, dan gambar susunan digambar di kertas lainnya, sedangkan cara yang ke dua adalah bila alat atau mesin hanya mempunyai sedikit bagian, maka baik gambar bagian maupun susunan digambar dalam satu kertas dengan ukuran besar.

Untuk menjabarkan gambar susunan maka diperlukan gambar bagian (detail), yaitu suatu gambar yang memperlihatkan komponen atau bagian dari susunan yang berdiri sendiri. Gambar bagian ini diletakan pada sebelah kanan dan sebelah bawah pada kertas gambar. Bagian-bagiannya diperinci digambarkan dalam kedudukan seperti yang terdapat dalam susunan dengan memberikan pandangan dan potongan yang lengkap dari bentuk dan ukuran benda yang dikerjakan. Untuk itu itu pandangan yang ada harus cukup, sehingga jelas dan mudah dimengerti.

Penempatan pandangan pada gambar bagian diusahakan jangan saling mengganggu, karena letaknya terlalu dekat, namun demikian penggambarannya harus dibuat dalam kedudukan yang ditentukan oleh pengerjaan utama, sewaktu benda diproses. Berkaitan dengan gambar bagian ini, maka beberapa pedoman prosedur membuat gambar detail diantaranya adalah sebagai berikut:

(a) Pilihlah pandangan dengan mengingat bahwa selain pandangan yang memperlihatkan bentuk karakteristik obyek, hendaknya ada pandangan

tambahan sebagaimana yang diperlukan untuk melengkapi uraian bentuk. Pandangan ini dapat berupa gambar potongan yang memperlihatkan bagian dalam atau pandangan bantu yang dalam pandangan utama tidak diuraikan sepenuhnya.

(b) Penempatan gambar bagian tidak berdesakan, seimbang untuk semua pandangan, ukuran serta catatan.

2. Gambar Susunan

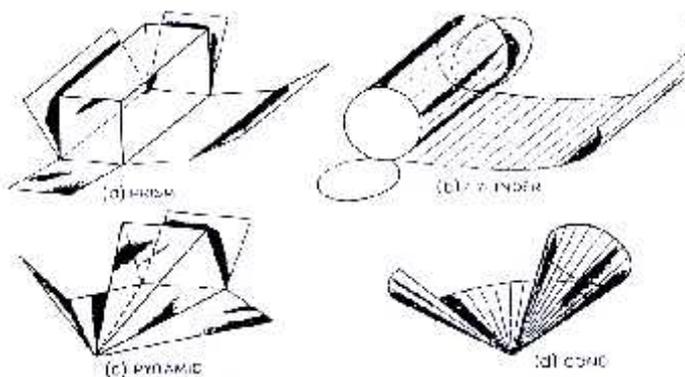
Untuk mendapat gambaran benda kerja yang akan dibuat diperlukan gambar susunan (gabungan), yaitu suatu gambar yang memperlihatkan gambar lengkap dari sebuah mesin, yang ditandai dengan kedudukan relatif bermacam-macam komponen yang menjadi satu gabungan. Gambar ini diletakkan di sebelah sudut kiri atas dan digambar dalam potongan agar jelas letak bagian-bagiannya.

Gambar susunan ini hanya merupakan sesuatu yang bersifat umum tidak perlu terperinci, namun harus lengkap dimana seluruh bagian tampak seluruhnya, sehingga yang penting dalam gambar susunan ini adalah bagaimana memperlihatkan lokasi tiap-tiap bagian itu harus dipasang sesuai dengan keadaan yang sebenarnya, jadi horisontal untuk bagian-bagian mesin yang rebah, dan vertikal untuk yang tegak. Karena hanya memuat hal-hal yang penting saja, maka hanya ukuran-ukuran utama yang dicantumkan dalam gambar susunan. Nomor-nomor bagian ditulis dalam label bagian, dengan nomor yang berurutan dari yang kecil ke yang besar, dari bawah ke atas.

3. Gambar Bentangan

Sebuah gambar bentangan (bukaan) adalah suatu pola yang dibentuk dari permukaan bidang tiga dimensi yang permukaannya dibentangkan. Gambar bukaan digunakan terutama untuk pekerjaan yang bahan dasarnya terbuat dari plat, seng atau bahan-bahan lain yang bentuknya tipis. Untuk membuat benda seperti: kotak logam, kaleng seng, cerobong, cetakan kue, pipa pembakar, bengkokan pipa air, pipa saluran, dan talang adalah memerlukan gambar bukaan yang selanjutnya dilipat, dibentuk atau digulung untuk penyelesaian akhirnya.

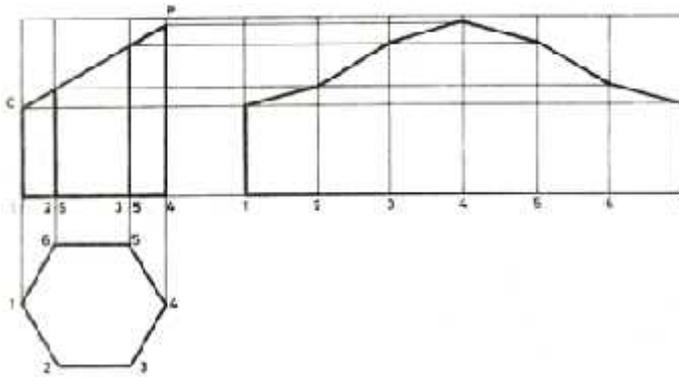
Agar mendapatkan bentuk benda yang diinginkan gambar bukaan harus dibuat dengan tepat sesuai dengan yang akan dibuat. Untuk itu bentangan permukaan hendaknya digambar dengan muka dalam menengadah dan ini akan terjadi apabila permukaan dibuka gulungannya (*unrolled*) atau dibuka lipatnya (*unfold*). Beberapa gambar bukaan benda yang permukaannya dibuka gulungannya dan dibuka lipatnya adalah seperti terlihat pada Gambar 86 di bawah ini.



Gambar 86. Gambar Bukaan Beberapa Permukaan Benda

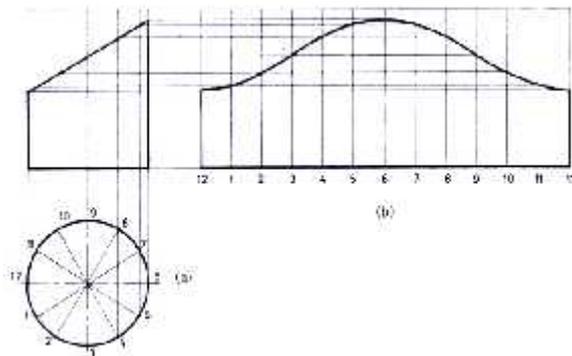
Gambar bentangan berguna untuk memberikan informasi yang perlu dalam membuat sebuah pola dalam rangka untuk memudahkan memotong bentuk yang diinginkan dan mengetahui kebutuhan bahan yang diperlukan dari lembaran bahan yang tersedia. Untuk itu ketepatan ukuran gambar bukaan adalah merupakan sesuatu yang penting dalam rangka untuk membentuk benda yang diinginkan, sehingga apabila akan membuat prisma segi enam, maka panjang segi empat gambar bukaannya sama dengan keliling dari segi enam, lebar segi empat sama dengan tinggi prisma, dan tutupnya adalah sama dengan tutup dari prisma. Pelaksanaan pembuatannya dilakukan dengan cara menggambar permukaan secara berturut-turut dengan ukuran penuh dan bersambungan antara rusuk yang satu dengan yang lainnya.

Gambar 87. Menunjukkan suatu prisma yang dipotong miring menurut bidang CP. Untuk menggambar bentangan dari prisma tersebut dapat dibayangkan bahwa prisma dibuka dari garis C1. Selanjutnya buat garis mendatar dimana panjangnya sama dengan keliling dari segi enam prisma tersebut. Empat persegi panjang tersebut dibagi dalam enam bagian yang sama besar. Ukurkan tiap-tiap garis tinggi pada prisma setelah itu pindahkan ke dalam segi empat.



Gambar 87. Bentangan prisma segi enam dipotong miring

Gambar 88. Menunjukkan sebuah tabung yang dipotong miring 30° . Untuk membuka tabung lingkaran dibagi dalam 12 bagian yang sama besar. Kemudian dibuka menjadi 12 ke arah memanjang. Buat garis bantu dengan menghubungkan titik-titik pada lingkaran ke pandangan depannya, kemudian dibuat garis bantu ke arah samping yang telah dibagi 12. Hubungkan titik-titik pertemuan yang ada, sehingga didapatkan gambar bagian b.



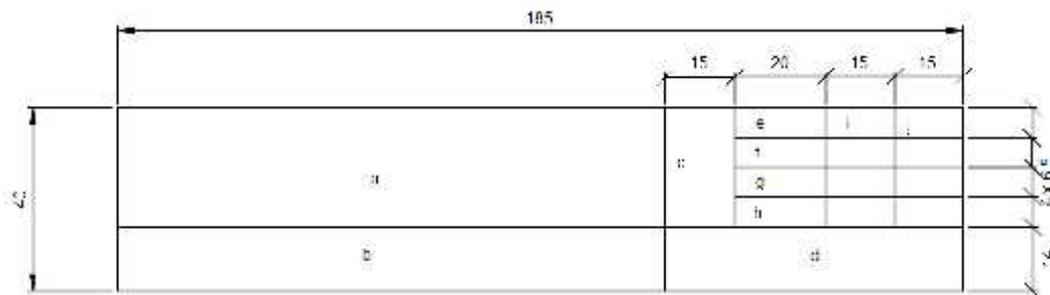
Gambar 88. Bentangan tabung yang dipotong miring

Bentangan dari benda-benda yang lebih rumit, seperti: corong, ember, talang, ceret, dan sebagainya dapat dibuat dengan menggabungkan bentangan-bentangan yang sederhana, sehingga menjadi bentuk yang diinginkan. Dengan latihan dan uji coba yang terus menerus akan didapatkan kemampuan untuk membuat bentangan-bentangan yang lebih rumit.

LATIHAN

Latihan 1

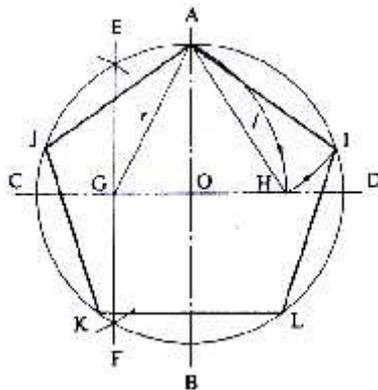
Perhatikan gambar di bawah ini!



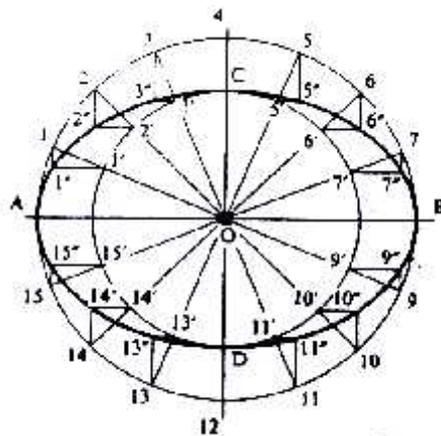
- Tulis “ETIKET” (tanpa tanda petik)
- Nama sekolah anda
- Tulis “Skala” (tanpa tanda petik)
- Tulis “No. 01” (tanpa tanda petik)
- Tulis “Digambar” (tanpa tanda petik)
- Tulis “Dilihat” (tanpa tanda petik)
- Tulis “Diperiksa” (tanpa tanda petik)
- Tulis “Disetujui” (tanpa tanda petik)
- Tanggal anda membuat
- Nama anda Buatlah etiket dengan ketentuan seperti gambar di atas pada kertas A4 lengkap dengan garis batas dan bingkai!

Latihan 2

Buatlah gambar konstruksi geometris, yang pertama adalah segi lima di dalam sebuah lingkaran dengan jari-jari 40 mm, dan yang kedua sebuah ellips dengan menggunakan bantuan dua buah lingkaran, dimana jari-jari lingkaran besar 50 mm, dan jari-jari lingkaran kecil 35 mm. Gambar dikerjakan pada kertas ukuran A4 (210 x 297 mm).



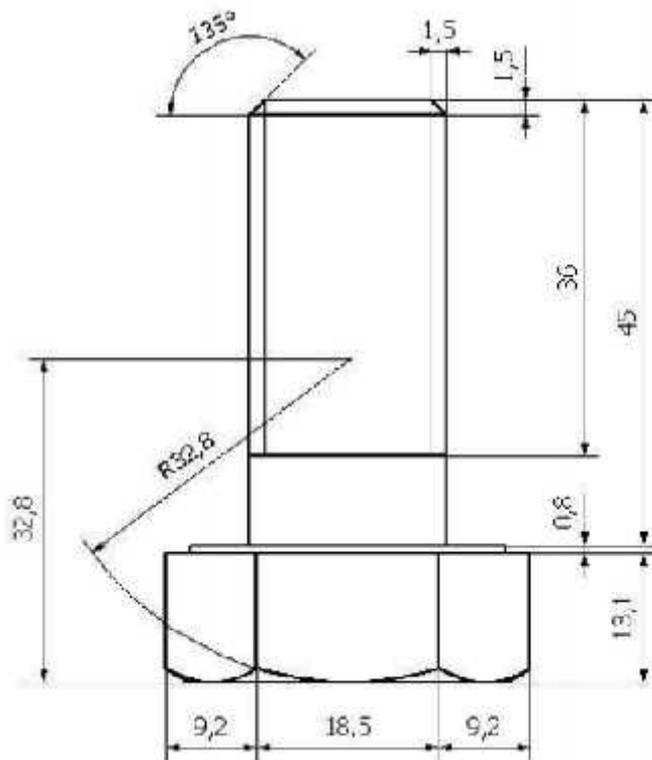
Segi lima di dalam sebuah lingkaran



Ellips dengan bantuan dua buah lingkaran

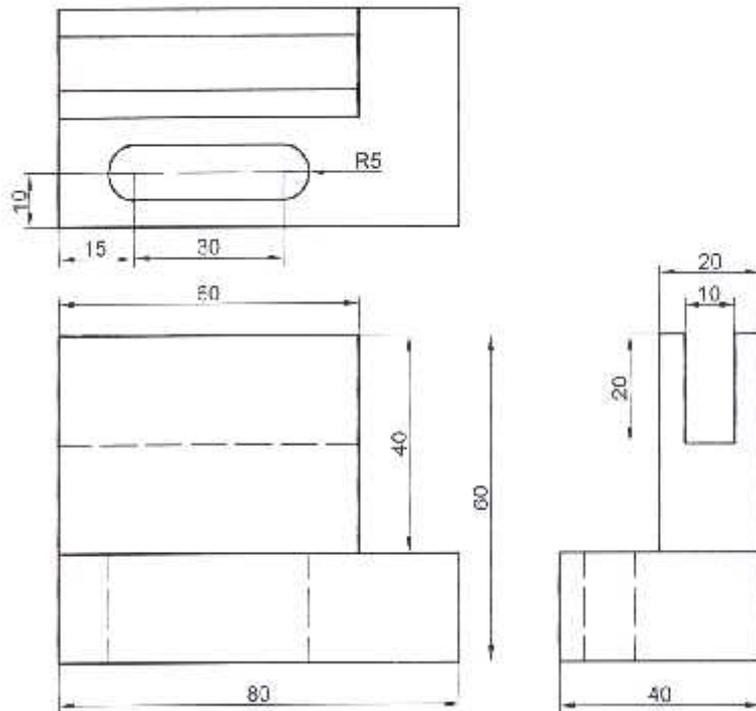
Latihan 3

Dengan menggunakan hasil pekerjaan soal No 1, buatlah gambar dengan skala 2 : 1! (untuk memudahkan anda dalam menggambar, gambarlah dengan garis tipis)



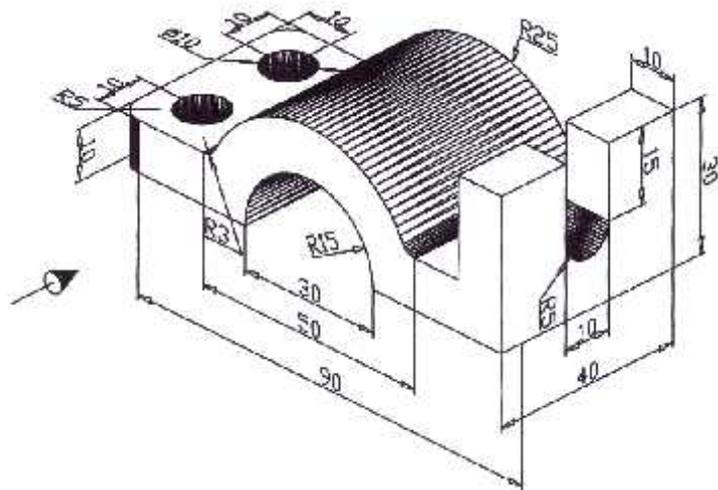
Latihan4

Buatlah gambar proyeksi isometrik pada kertas A4 dengan skala 1:1.



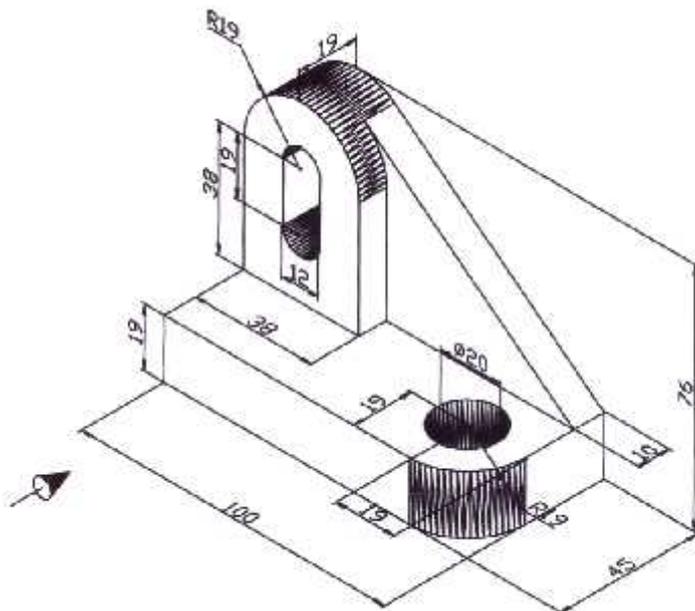
Latihan 5

Buatlah gambar tiga pandangan utama (depan, atas dan samping kanan) dengan menggunakan proyeksi Amerika dari benda “Penutup Rangka” di bawah ini pada kertas ukuran A4. Pandangan depan sesuai arah anak panah.

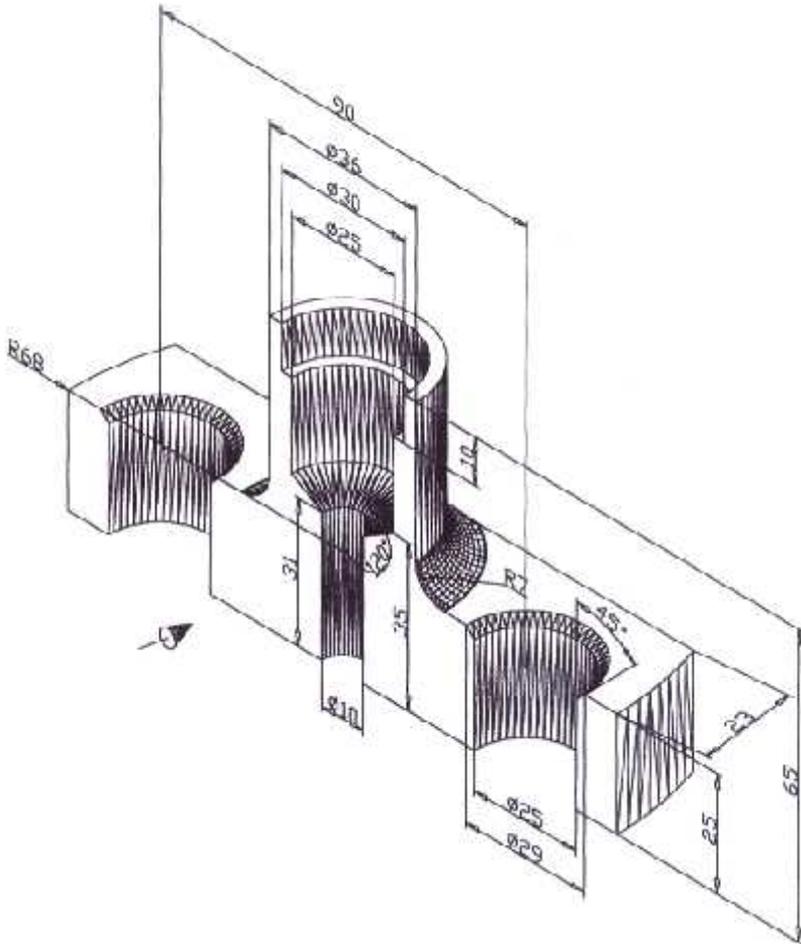


Latihan 6

Buatlah gambar tiga pandangan utama (depan, atas dan samping kanan) menggunakan proyeksi Eropa dari benda “Penopang Siku” di bawah ini pada kertas gambar A4. Pandangan depan sesuai arah anak panah.

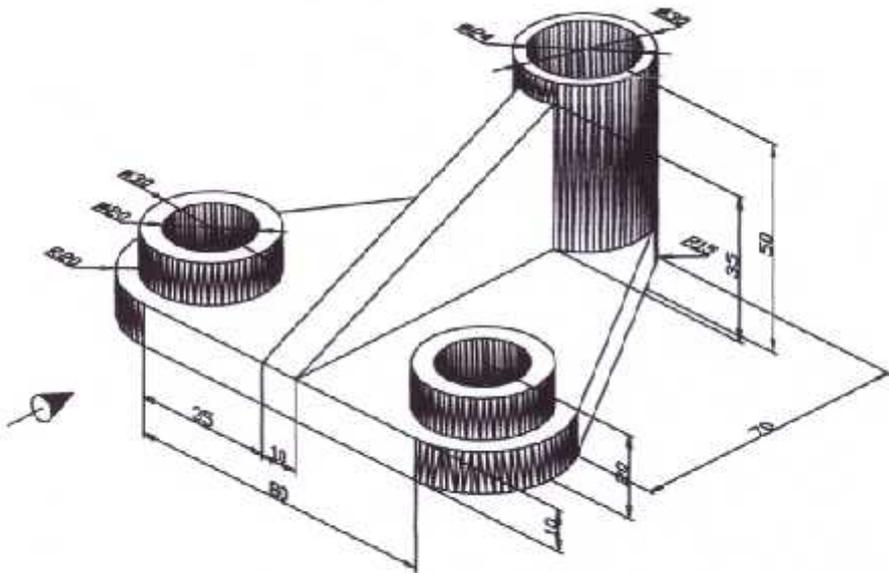


Latihan 7



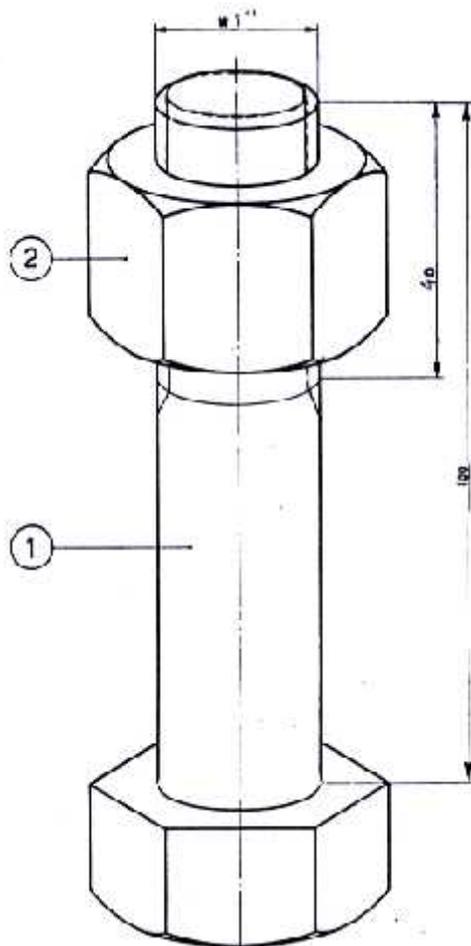
Latihan 8

Buatlah gambar pandangan atas dan depan benda “Bantalan Batang Silang” di bawah ini pada kertas A4. Pada gambar cantumkan tanda pengerjaan, dan toleransi lubangnya. Pandangan depan sesuai arah anak panah.



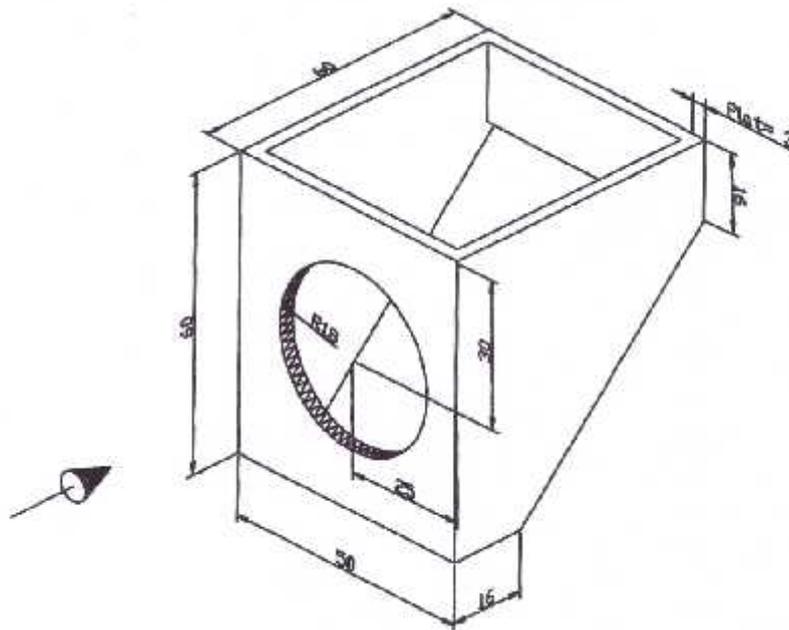
Latihan 9

Buatlah gambar pandangan depan, atas dan samping kanan benda “Mur-Baut” di bawah ini pada kertas A4. Pada gambar cantumkan tanda pengerjaan dan toleransinya.



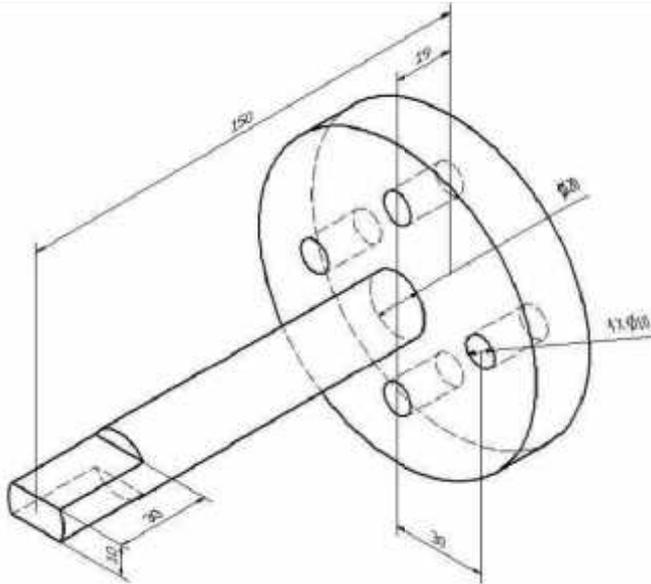
Latihan 10

Buatlah gambar bentangan (bukaan) dari miniatur “Saluran Talang” di bawah ini pada kertas A4. Pandangan depan sesuai arah anak panah.



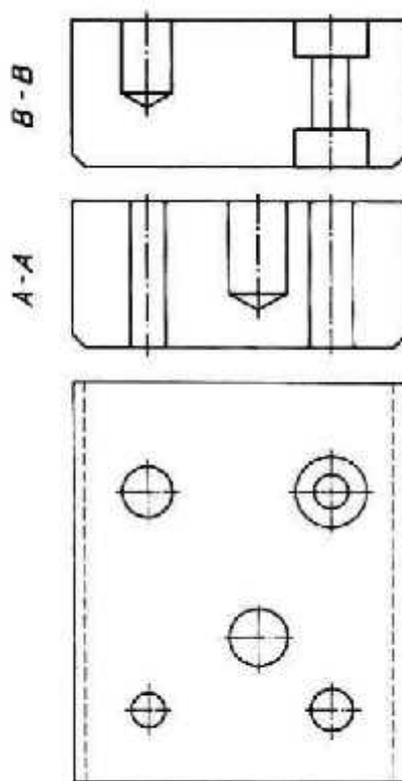
Latihan 11

Perhatikan gambar berikut, gambar kembali pada kertas A4 dengan skala 1 : 1, dengan pandangan amerika. Sajikan gambar tersebut berdasarkan aturan-aturan dasar penyajian pandangan.



Latihan 12

Gambar berikut merupakan gambar potongan yang belum sempurna. Gambar kembali pada kertas A4 dengan skala 1 : 1, kemudian lengkapi dengan lambang bidang potong dan arsiran.



DAFTAR PUSTAKA

- Berg, H. Van Den dan Gijzels, H.H. 1979. *Menggambar dan Membaca Gambar Mesin*. Penerjemah: Poernomo-Soemarto. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Boundy, A.W. 1985. *Engineering Drawing*. second edition. Sydney: McGraw Hill Book Company.
- Christgau dan Schmatz. 1995. *Menggambar Teknik Kejuruan Logam*. Penerjemah: Sugeng, dkk. Bandung: Angkasa.
- Giesecke, Frederick E. *et. all*. 1985. *Technical Drawing With Computer Graphics*. Seventh edition. New York: Macmillan Publishing Co, Inc.
- Hantoro, Sirod dan Parjono. 1983. *Menggambar Mesin 1*. Yogyakarta: PT. Hanindita.
- Jensen, Cecil and Helsel, Jay D. 1985. *Engineering Drawing and Design*. Third edition. New York: McGraw-Hill Book Company.
- La Heij, J dan De Bruijn, LA. 1991. *Ilmu Menggambar Bangunan Mesin*. Cetakan keenam. Penerjemah: Soekiran. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Luzadder, Warren J. 1986. *Menggambar Teknik Untuk Desain, Pengembangan Produk dan Kontrol Numerik*. Edisi kedelapan. Penerjemah: Hendarsin H. Jakarta: Erlangga.
- Fitrian Pahlevi, R. 2011. *Menginterpretasikan Gambar Teknik*. Yogyakarta: Eprints UNY
- Sato, G. Takeshi dan N. Sugiarto H. 1994. *Menggambar Mesin Menurut Standar Iso*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.