

MODUL PEMBELAJARAN

MENGGAMBAR TEKNIK + PRAKTIKUM



Kode Matakuliah : TIND-2113

Disusun oleh : AHCMAD FAUZAN,. ST., MT

FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA

DAFTAR ISI

BAB 1. PENGERTIAN GAMBAR TEKNIK	3
BAB 2. SKETSA GAMBAR	16
BAB 3. UKURAN	26
BAB 4. PERPOTONGAN GAMBAR	30
BAB 5. TOLERANSI	36
BAB 6. PROYEKSI GAMBAR	38
BAB 7. AXIALIARY VIEWS	43
BAB 8. GAMBAR ASSEMBLY	47
BAB 9. GAMBAR ULIR	57
BAB 10. PENGENALAN AUTOCAD	67
DAFTAR PUSTAKA	78

BAB 1

MENGGAMBAR TEKNIK

PENDAHULUAN

Suatu bahasa gambar yang umum telah ada sejak awal waktu. Bentuk tulisan yang paling awal adalah melalui bentuk gambar, misalnya hieroglyphics Mesir. Kemudian bentuk-bentuk ini disederhanakan dan menjadi simbol-simbol abstrak yang dipakai dalam tulisan kita hari ini.

Gambar teknik paling awal yang pernah ada adalah gambar denah untuk sebuah rencana benteng yang digambarkan oleh insinyur bangsa Chaldean kira-kira 4000 tahun yang lalu yang bernama Gudea yang diukir pada kepingan batu. Gambar itu dibuat serupa dengan denah yang dibuat oleh arsitek jaman sekarang.

Walaupun sudah berusia 4000 tahun tetapi para insinyur dapat membaca gambar itu. Dengan kata lain gambar dapat dipakai sebagai alat komunikasi yang paling efektif dibandingkan dengan bahasa tulisan.

Dalam dunia teknik, sering kita mendengar istilah gambar teknik. Tapi tahukan anda pengertian dan fungsi dari gambar teknik itu sendiri? Mengetahui pengertian serta fungsinya akan membuat anda semakin matang dalam dunia teknik. Gambar teknik sangatlah penting dalam dunia industri dan rekayasa proyek, baik itu arsitektur, sipil, mekanikal, elektrikal, piping serta industri lainnya.

1. Pengertian Gambar Teknik

Gambar teknik adalah gambar yang terdiri dari simbol, garis, dan tulisan tegak yang bersifat tegas. Digunakan untuk memberikan penjelasan lengkap tentang suatu benda atau konstruksi, berdasarkan ketentuan dan standard teknik yang sudah disepakati oleh badan standarisasi, baik itu nasional maupun internasional. Gambar yang bersifat teknis yang berhubungan dengan teknik disebut juga gambar teknik.

Gambar teknik merupakan suatu gambar yang dijadikan media komunikasi seorang ahli teknik dalam membuat dan merancang sebuah desain atau produk. Dalam sebuah gambar teknik dibutuhkan kejelasan dari hal-hal teknis yang dimaksud agar dapat meneruskan keterangan yang dimaksud didalamnya secara tepat dan akurat sehingga gambar yang dibuat dapat dipahami dengan jelas. Setiap keterangan harus diwakili oleh lambang-lambangnyanya masing-masing sehingga membutuhkan ketrampilan yang baik dalam membuat suatu gambar teknik. Seorang ahli teknik, harus mampu memberikan gambar yang mudah dibaca oleh pembacanya.

2. Syarat Gambar Teknik

Gambar teknik yang baik harus memiliki 5 syarat, syarat ini harus wajib ada pada gambar teknik. Jika terdapat syarat yang kurang maka apa yang didesain maupun digambar pada lembar proyek tidak akan sampai informasi gambar tersebut kepada orang lain yang ingin menerjemahkan gambar tersebut. 5 syarat tersebut antara lain :

1. KOMUNIKATIF (mudah di mengerti)
2. NORMATIF (sesuai aturan)
3. AKURAT (presisi-tepat teknisnya)
4. TERUKUR (memiliki skala)
5. EFEKTIF (tepat guna)

3. Fungsi Gambar Teknik

Dalam sebuah perencanaan dan perancangan, fungsi gambar teknik memiliki tiga point penting yang harus dimilikinya yaitu antara lain

a. Sebagai penyampaian informasi

Gambar teknik harus mampu meneruskan informasi yang dimaksud oleh ahli teknik kepada orang-orang yang terkait didalam proyek tersebut seperti operator, pemeriksa, kontraktor dan lainnya yang berhubungan

b. Sebagai sarana penyimpanan dan penggunaan

Gambar yang dibuat merupakan suatu gambar teknis yang sangat penting untuk bahan informasi perencanaan kedepannya, sehingga harus disimpan dan dijaga dengan baik sebagai informasi untuk rencana-rencana yang akan datang. Dokumentasi diatur dengan teliti untuk memudahkan mencari data yang dibutuhkan dalam suatu perencanaan dan perancangan

c. Sebagai Konsep Perencanaan

Konsep atau pemikiran yang terlintas dalam perencanaan diwujudkan dalam suatu bentuk gambar yang awalnya dari ide kemudian dianalisis lalu diwujudkan kedalam gambar untuk diteliti dan dievaluasi lebih lanjut.

Proses ini dilakukan terus menerus sampai mendapatkan suatu gambar yang sempurna. Oleh sebab itulah seorang ahli teknik harus mampu mengolah sebuah ide yang ada dibenak mereka kedalam gambar teknik untuk direalisasikan.

Penyajian fisik dari obyek dalam bentuk gambar (garis) digunakan standar internasional, baik garis dan simbol mempunyai fungsi dan pengertian tertentu. Metode dan gambar harus memenuhi persyaratan:

- a. Kelengkapan sampai detail
- b. kebenaran dalam menggambar
- c. presisi yang akurat

Karena gambar merupakan media komunikasi, maka harus mudah dan cepat dimengerti orang lain, sehingga perlu memenuhi persyaratan dan kualitas yang tinggi. Sebagai bahasa universal yang digunakan di seluruh dunia, gambar teknik juga mempunyai susunan tata bahasa dan strukturnya. Artinya dalam gambar ada aturan tertentu yang seragam, seragam dalam bentuk dan maksudnya agar mudah dipahami dan dimengerti oleh semua orang. Aturan tersebut dinamai normalisasi.

Dalam dunia internasional, badan internasional yang menangani masalah normalisasi adalah International Standard Organization (ISO). Badan ini mengurus normalisasi di bidang teknik, kecuali untuk listrik dan elektronika. Untuk bidang elektronika ditangani oleh ICE (International Commission Electrotechnical).

Indonesia sebenarnya memiliki standar tersendiri yaitu SNI. Akan tetapi, dengan semakin meningkatnya kerjasama internasional, maka industri dan pelaku kegiatan didalamnya diharuskan untuk menggunakan standari internasional sehingga secara umum penerapan standarisasi gambar teknik di Indonesia menganut sistem ISO karena indonesia merupakan anggota ISO.

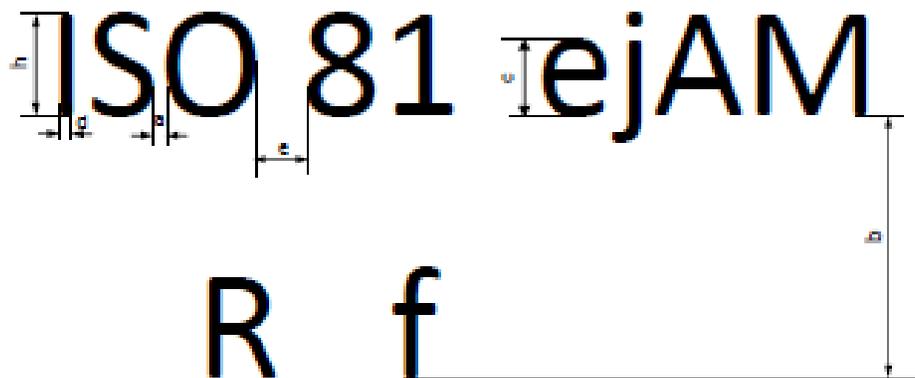
ISO yaitu suatu badan non pemerintah yang mengatur penyatuan teknik antar bangsa. Bidang kerja organisasi ISO ini yang terkait dengan standar gambar teknik ialah ISO/TC 10, yang memiliki tugas untuk menstandarkan gambar-gambar teknik sehingga bisa diterima di dunia internasional sebagai bahasa teknik umum.

10 mm	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
8 mm	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
6.3 mm	A B C D E F G H I J
5 mm	K L M N O P Q R S T
4 mm	U V W X Y Z
3.2 mm	a b c d e f g h i j
2.5 mm	k l m n o p q r s t
2 mm	, u v w x y z

Gambar 1.2 Ukuran Angka dan Huruf Gambar Teknik

C. Ukuran huruf

Tinggi h dari huruf besar diambil sebagai dasar ukuran. Daerah standar tinggi huruf adalah sbb.: 2,5, 3,5, 5, 7, 10, 14 dan 20 mm.



Gambar 1.3 Ukuran Angka dan Huruf

D. Perbandingan dan ukuran huruf dan angka menurut ISO

Untuk ukuran dan perbandingan huruf/angka menurut ISO 3098/1-1974 diberikan seperti pada tabel dibawah ini.

Huruf tipe A ($d = h/14$)

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

Huruf tipe B ($d = h/10$)

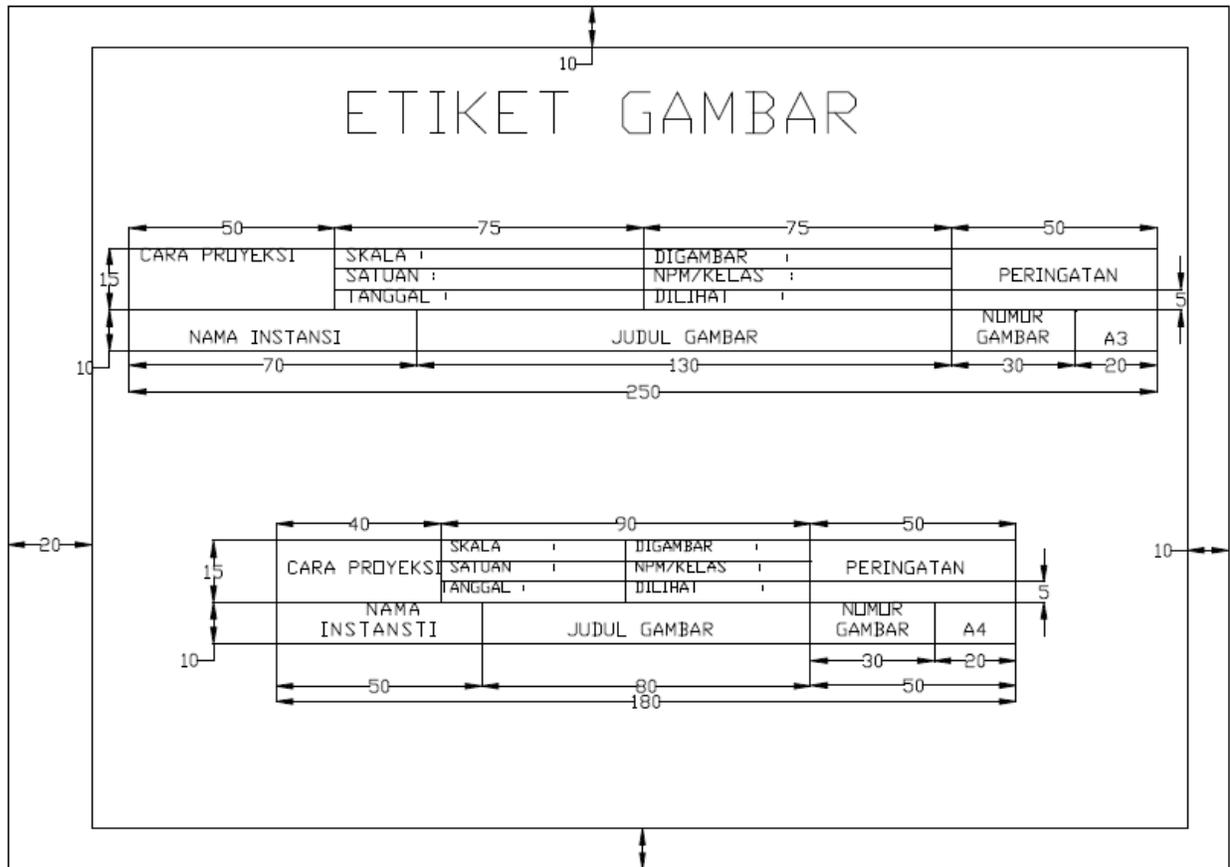
Sifat		Ukuran dalam mm						
Tinggi huruf besar	(h)	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Tinggi huruf kecil	(c)	-	2,5	3,5	5	7	10	14
Jarak antara huruf	(a)	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Jarak minimum antara baris	(b)	3,5	5	7	10	14	20	28
Jarak minimum antara kata	(e)	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	1,2
Tebal garis huruf	(d)	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

E. Kepala Gambar

Kepala Gambar diletakkan pada sudut kanan bawah kertas gambar. Keterangan-keterangan yang menunjukkan isi gambar meliputi hal-hal sebagai berikut :

- Nomor gambar
- Judul/nama gambar
- Nama instansi/perusahaan
- Skala
- Nama yang menggambar, yang memeriksa, dan yang mengesahkan atau menyetujui
- Cara proyeksi yang digunakan
- Keterangan lain sesuai yang diperlukan

Dibawah ini disajikan berbagai macam format kepala gambar yang umumnya digunakan. Tetapi format tersebut tidak bersifat mengikat untuk harus digunakan dalam setiap gambar. Bisa juga digunakan format lain asal hal-hal prinsip diatas tercantum didalamnya atau format yang sudah dibakukan perusahaan.



1.5 Etiket/Kepala Gambar

5. Perlengkapan Gambar

Peralatan yang digunakan, macam-macam kertas, penggambaran garis tepi, isi dan penempatan kop, pemakaian huruf. Ada beberapa peralatan didalam menggambar teknik dasar (gambar manual/tanpa komputer) yang harus diketahui berdasarkan fungsi dan cara penggunaannya.

Sebagai dasar dan kaidah-kaidah penggambaran yang baik dan benar sesuai dengan standar ISO karena hasil dari gambar tersebut jelas, mudah dibaca (dimengerti), serta dapat dilaksanakan karena gambar tersebut di bidang teknik merupakan salah satu bahasa atau alat komunikasi untuk di aplikasikan.

5.1 Kertas Gambar

Adapun beberapa jenis kertas yang biasa digunakan dalam menggambar teknik.

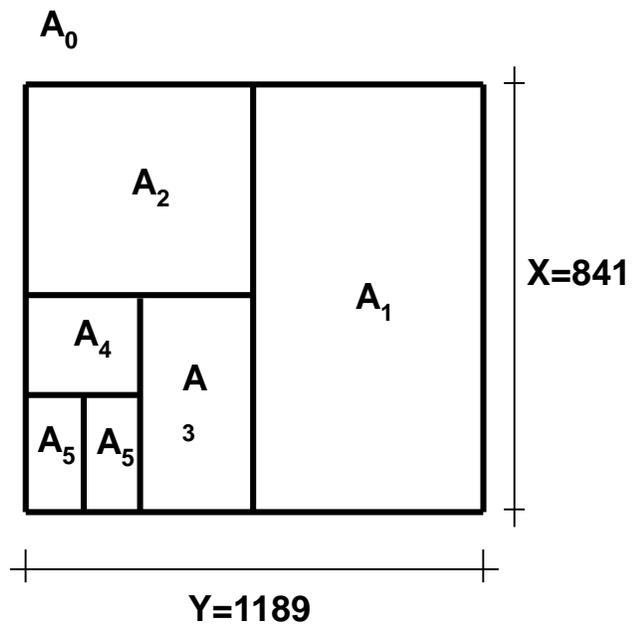
- a. Kertas Padalarang
- b. Kertas Manila

- c. Kertas Strimin
- d. Kertas Roti
- e. Kertas Kalkir

Di dalam menggambar teknik untuk ukuran kertas gambar sudah ditentukan berdasarkan standar ISO, yang mana ukuran pokok kertas gambar adalah A0.

1. Ukuran A0 adalah 1 m² dengan perbandingan 2 : 1 untuk panjang : lebar.
2. Ukuran A1 diperoleh dengan membagi dua ukuran panjang A0.
3. Ukuran A2 diperoleh dengan membagi dua ukuran panjang A1.
4. Demikian seterusnya.....

KERTAS GAMBAR/KALKIR	
Ukuran	Satuan (mm)
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297
A5	148 x 210
A6	105 x 148



Gambar 1.6 Ukuran Kertas

5.2 Meja Gambar

Meja gambar yang baik mempunyai bidang permukaan yang rata tidak melengkung. Meja tersebut dibuat dari kayu yang tidak terlalu keras misalnya kayu pinus. Sambungan papannya rapat, tidak berongga, bila permukaannya diraba, tidak terasa ada sambungan atau tonjolan. Meja gambar sebaiknya dibuat miring dengan bagian sebelah atas lebih tinggi supaya tidak melelahkan waktu menggambar.



Gambar 1.6 Meja Gambar

5.2 Pensil Gambar

Pensil untuk menggambar lain dengan pensil yang digunakan untuk menulis, baik kualitasnya maupun kerasnya. Pensil gambar umumnya tidak disertai karet penghapus pada salah satu ujungnya. Selain itu biasanya kekerasannya dicantumkan pada salah satu ujung pensilnya.

<u>Keras</u>	<u>Sedang</u>	<u>Lunak</u>
4H	3H	2B
5H	2H	3B
6H	H	4B
7H	F	5B
8H	HB	6B
9H	B	7B



Gambar 1.7 Jenis Pensil Gambar



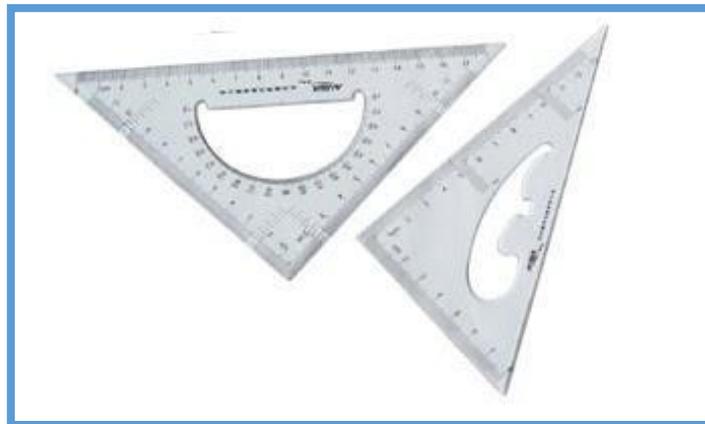
Gambar 1.8 Pensil Mekanik

Pensil mekanik adalah pensil yang dapat diisi ulang pada carbonnya, sehingga hal ini sebagai keuntungan dikarenakan sama dengan pulpen pada umumnya. Pensil mekanik ini memiliki ketebalan berbeda – beda dikarenakan dengan fungsi dalam membuat garis dengan ketentuan tebal yang berbeda. Berikut adalah etebalan pensil mekanik.

- a. 0.3 mm
- b. 0.5 mm
- c. 0.7 mm
- d. 2.0 mm

5.3 Penggaris Segitiga

Pada kelengkapan menggambar teknik adalah penggaris segitiga. Penggaris ini digunakan untuk menarik garis tegak, miring, atau pun sejajar. Ukurannya variatif dari yang kecil sampai yang besar. Bahan yang digunakan untuk penggaris segitiga adalah kebanyakan mika transparan karena ringan. Penggaris segitiga ini biasanya digunakan sepasang segitiga yaitu segitiga dengan sudut- sudut istimewa yaitu 45° – 45° dan segitiga, dengan sudut 60° – 30° .



Gambar 1.9 Penggaris

5.4 Rapido

Rapidograp atau rapido merupakan alat kelengkapan menggambar teknik biasanya satu set komplit dengan yang lainnya. Rapido juga memiliki ketebalan tertentu untuk menarik garis dengan ketebalan yang dikehendaki sehingga untuk membuat gambar dengan lebih dari satu ketebalan garis, diperlukan beberapa rapido. Untuk membedakan ketebalan garis yang diinginkan, pada umumnya masing-masing rapido diberi tanda corak warna yang berbeda-beda pada leher atau tutupnya. Macam-macam merk rapido yang dijual di pasaran, antara lain : rotring, staedler, faber castell, primuss, dan lain-lain.



1.10 Rapido

Ketebalan rapido :

- a. 0.1 mm
- b. 0.2 mm
- c. 0.3 mm
- d. 0.5 mm

- b. 0.7 mm
- c. 1.0 mm
- d. 2.0 mm

5.5 Jangka

Jangka merupakan suatu alat kelengkapan menggambar teknik digunakan untuk membuat gambar lingkaran, ellips, ataupun busur lingkaran. Jangka memiliki bentuk dua kaki, yang satu berbentuk runcing (jarum) dan yang satunya lagi bentuknya dapat diisi dengan ujung pensil, pulpen, trek pen, dan sebagainya. Penggunaan jangka bisa di setel atau di atur apabila akan membuat gambar suatu bentuk lingkaran dengan jari-jari besar, dan apabila kaki jangka tersebut kurang panjang, maka salah satu kakinya harus disambung dengan kaki sambungan atau ditambahkan suatu alat tambahan apabila mau menggunakan rapido.



Gambar 1.11 Jangka

5.6 Mal Dan Sablon

Fungsi dari mal dan sablon ini untuk memudahkan dan mempercepat proses pengerjaan dalam membuat gambar, khususnya desain gambar-gambar arsitektur bangunan, sipil dan juga untuk menghasilkan bentuk gambar yang rapi, bersih dan menarik. Perbedaan antara mal dan sablon antara lain yaitu

1. Mal terdiri dari beberapa jenis, yakni : mal lingkaran, mal ellips, mal kuping gajah, mal arsitek, dan lain-lain.
2. Sablon terdiri dari beberapa jenis, yakni: sablon huruf, sablon angka, sablon furniture, dan lain-lain.
- 3.

BAB 2

SKETSA GAMBAR

Sketsa adalah Pengertian Menurut Para Ahli, Jenis, Unsur, Fungsi, Komposisi, Cara & Contoh Gambar, Untuk pembahasan kali ini kami akan mengulas mengenai **Sketsa** yang dimana dalam hal ini meliputi Jenis, Unsur, Fungsi dan Aturan Membuat, nah agar lebih dapat memahami dan mengerti simak ulasan selengkapnya dibawah ini.

A. Pengertian Sketsa

Sketsa adalah gambar yang kasar dan ringan atau gambaran garis besarnya saja dari suatu gambar atau lukisan yang belum selesai. Atau sketsa dapat diartikan juga sebagai rencana dari suatu gambar atau lukisan yang akan dibuat.

Sketsa sifatnya sementara yang biasanya dibuat dikertas maupun dikanvas. Jadi dapat dikatakan bahwa membuat sketsa sebelum menggambar merupakan kegiatan yang mendasar dan sangat penting untuk melatih keterampilan, serta untuk meminimalisir kesalahan.

B. Pengertian Sketsa Menurut Para Ahli

Berikut ini terdapat beberapa pengertian sketsa menurut para ahli, terdiri atas:

Menurut Linda Murray dan Peter

Sketsa adalah rancangan yang kasar dari suatu komposisi atau sebagian komposisi dibuat demi kepuasan pribadi. Pribadi seniman ada beberapa hal yaitu skala, perbandingan, komposisi, penyinaran dan lain sebagainya.

Menurut H.W Fowler

Sketsa adalah begitu saja tanpa persiapan. Merupakan gambaran atau lukisan pendahuluan yang kasar, ringan dan semata-mata garis besar.

Menurut But Muchtar

Sketsa adalah ungkapan yang paling esensial, yang memiliki fungsi sebagai media dalam proses kreativitas tapi sekaligus sebagai sebuah karya.

Menurut Effendi

Sketsa adalah merupakan perpaduan dari melihat, merasakan, menghayati, berpikir, ekspresi, empati serta bersikap. Sehingga sketsa adalah kepekaan dari suatu intuisi. Selain itu juga

berupa kedalaman jiwa seniman sebagai proses penginderaan yang totalitas dari seseorang terhadap suatu objek yang akan direkam.

Salah seorang pelukis pernah meulis bahwa seni sketsa adalah suatu bentuk garis uyang terdiri berupa titik, garis lurus dan garis lengkung. Warna tak terbilang banyak ragamnya. Walaupun hanya berupa garis. Namun garis tersebut terdapat dua-tiga macam itu dapat melontarkan atau menyusun kembali warna yang tak terhingga itu.

Menurut Meyers

Sketsa adalah gambar catatan. Ia membedakannya dengan gambar karya lengkap dan gambar karya studi. Dalam karya studi, gambar merupakan eksplorasi teknis atau bentuk untuk penyelesaian lukisan, patung, dan lain-lain.

Umumnya penggambarannya bersifat menyoroti suatu rincian dari bagian-bagian tertentu, seperti anatomi kepala, tangan ataupun bahu, draperi, dan sebagainya demi mempelajari bentuk orang.

Jenis-Jenis Sketsa

Adapu jenis-jenis sketsa diantaranya:

- Sketsa gambaran garis besarnya saja, merupakan sketsa gambar yang berupa garis-garis dengan bentuk sederhana tanpa rincian dan sketsa tidak selesai.
- Sketsa cepat, merupakan sketsa yang menggunakan beberapa garis untuk menampilkan citra sketsa yang telah selesai.
- Studi sketsa merupakan sketsa berupa coretan-coretan yang dilakukan dengan cepat dan kurang rinci yang menunjukkan bentuk umum/globalnya saja dari suatu gambar/lukisan.

Unsur-Unsur Sketsa

Adapun unsur-unsur yang membentuk suatu sketsa diantaranya:

1. Garis

Garis merupakan unsur utama pada suatu sketsa, jenis garis pada sketsa misalnya seperti Garis lurus dan garis lengkung.

2. Warna

Merupakan susunan warna-warna pada suatu bidang. Harmonis tidaknya tergantung bidang-bidang yang diatur menjadi harmonis.

3. Bidang

Pada unsur bidang maksudnya garis-garis yang disusun maka akan membentuk suatu bidang tertentu.

4. Bentuk

Dari garis yang membentuk suatu bidang, maka akan menghasilkan suatu bentuk yang diinginkan.

Fungsi Sketsa

Beberapa manfaat/fungsi yang bisa didapatkan dari membuat sketsa sebelum menggambar atau melukis misalnya:

- Dapat meminimalisir kesalahan dalam menggambar atau melukis.
- Memberikan gambaran mengenai suatu tema gambar atau lukisan.
- Dapat mempertajam pengamatan seorang pelukis.
- Dapat meningkatkan kemampuan seorang pelukis, terutama dalam hal mengkoordinasi hasil pengamatan dan juga keterampilan tangan.

Komposisi Sketsa

Komposisi yang artinya susunan dalam seni rupa memiliki arti menyusun atau menata unsur-unsur seni rupa. Dengan mengatur komposisi dengan baik, maka akan terwujud karya sketsa yang baik. Oleh karena itu, komposisi memegang peranan penting sebab dengan komposisi akan diperoleh nuansa harmonis. Beberapa bagian komposisi seperti berikut:

1. *Komposisi garis*

Komposisi garis adalah garis yang memiliki peran utama di dalam membentuk komposisi. Jenis garis yang dapat membentuk komposisi: komposisi garis lurus; komposisi garis lengkung.

2. *Komposisi warna*

Merupakan susunan warna-warna pada suatu bidang. Harmonis tidaknya tergantung bidang-bidang yang diatur menjadi harmonis.

3. *Komposisi bidang*

Komposisi bidang adalah garis-garis yang kita susun akan membentuk suatu susunan bidang. Susunan daripada bidang-bidang yang diatur menjadi harmonis.

4. Komposisi bentuk

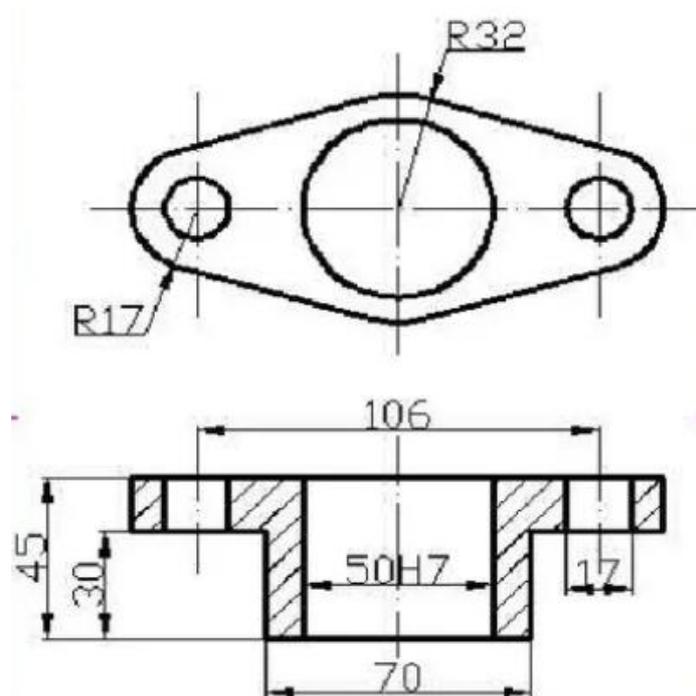
Komposisi bentuk dihasilkan dari beberapa unsur garis. Keharmonisan dari komposisi bentuk ditentukan dari berbagai faktor unsur-unsurnya: komposisi simetris; komposisi asimetris; komposisi sentral; komposisi diagonal.

Cara Membuat Sketsa

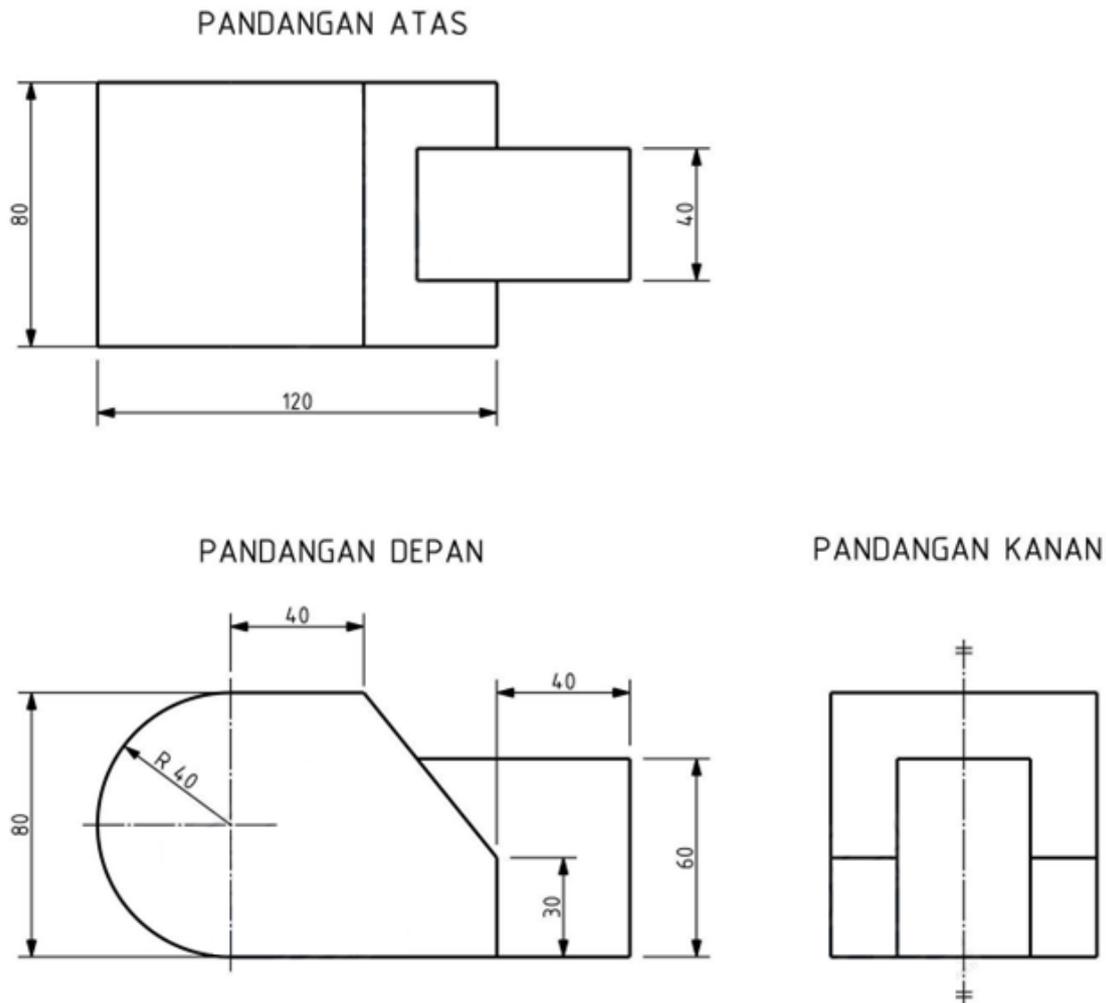
Berikut Cara dalam membuat sebuah sketsa diantaranya:

- Membuat kerangka gambar, diantaranya terdiri dari garis vertikal, garis horizontal dan garis lengkungan.
- Membuat garis sekunder, misalnya seperti membuat kerangka persegi atau lingkaran secara tipis.
- Menebalkan garis pada sketsa jika memang sudah tepat sesuai dengan keinginan.

Contoh Gambar Sketsa



Gambar 2.1 Sketsa



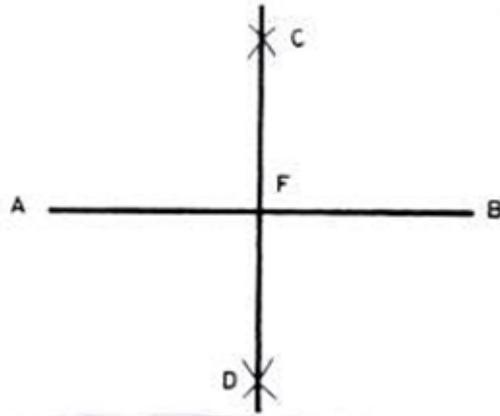
Gambar 2,2 Pandangan

C. 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.

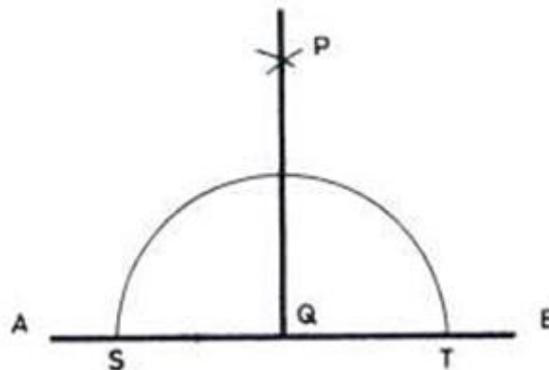
Garis tegak lurus

Gambar 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 2.3 Membagi garis menjadi dua yang sama panjangnya

Gambar di bawah ini, memperlihatkan cara membuat garis tegak lurus (siku) pada sebuah garis lurus. Caranya pada garis lurus AB dari titik Q buat busur ST, kemudian dari titik S dan T buatlah lingkarkan jari-jari sembarangan ke atas.

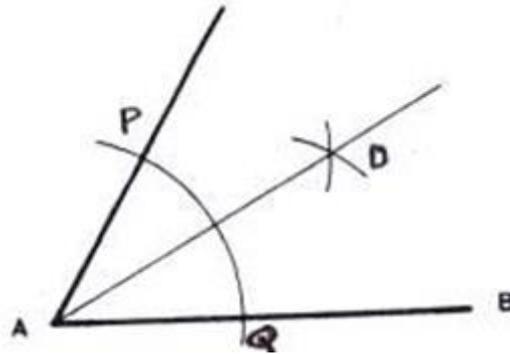


Gambar 2.4 Garis tegak lurus pada sebuah garis.

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.

Membagi Sudut

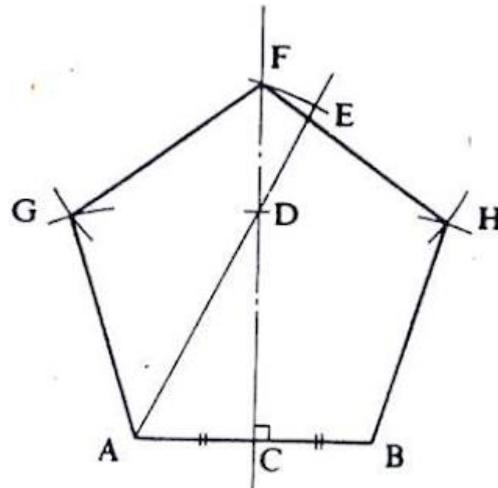
Gambar di bawah ini, memperlihatkan cara membagi sebuah sudut sama besar. Caranya yaitu dari titik A lingkarkan jari-jari sembarang sehingga memotong kedua garis sudut di titik P dan Q, dari titik P lingkarkan jari-jari tadi di tengah-tengah sudut. Dengan cara yang sama dari titik Q lingkarkan jari-jari sehingga berpotongan di titik D. Hubungkan titik A ke D. Sudut DAQ sama besar dengan sudut DAP.



Gambar 2.5 Membagi sudut sama besar

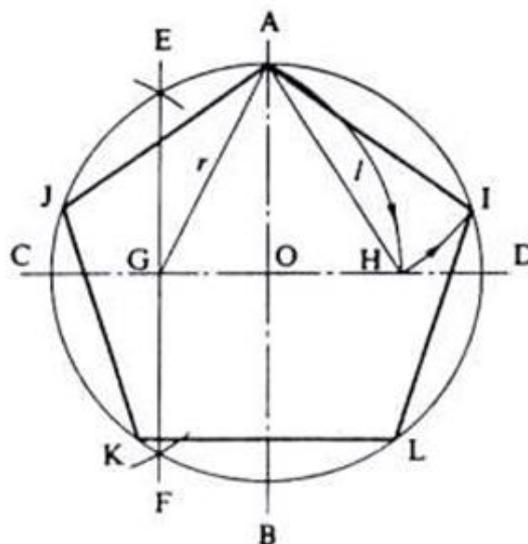
Membuat Segi Lima

Gambar di bawah, memperlihatkan cara pembuatan segi lima dengan salah satu sisinya diketahui. Garis AB adalah sisi yang diketahui dari segi lima yang akan dibuat. Bagi dua garis AB, dan buat garis tegak lurus CD dengan melingkarkan jari-jari sepanjang AB dari titik A dan B sehingga diperoleh titik D. Dari titik A dibuat garis melalui titik D. Dari titik D buatlah lingkaran 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 B ke H, H ke F, serta F ke G, dan G ke A. Diperoleh segi lima ABHFG yang mempunyai sisi sama panjang.



Gambar 2.6 Segi lima dengan salah satu sisinya diketahui

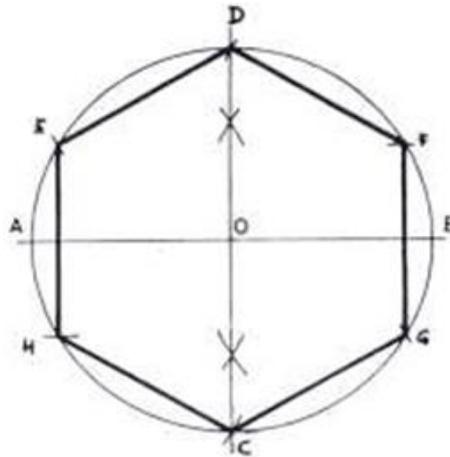
Gambar di bawah ini memperlihatkan pembuatan segi lima di dalam sebuah lingkaran dengan diameter tertentu. Caranya adalah dengan membuat sumbu AB dan CD yang saling tegak lurus melalui titik O. Bagi sama panjang CO, dengan cara melingkarkan jari-jari sepanjang CO dari titik C dan O ke atas dan bawah memotong lingkaran di 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 segilima beraturan AJKLI



Gambar 2.7 Segi lima di dalam sebuah lingkaran

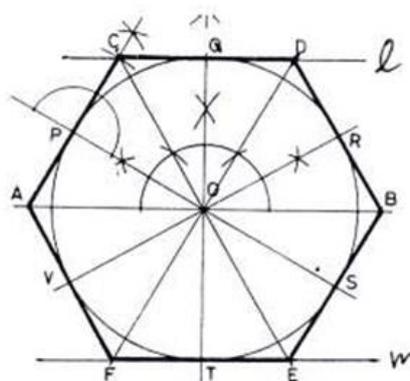
Membuat Segi Enam

Gambar berikut 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 2.8 Segi enam di dalam lingkaran

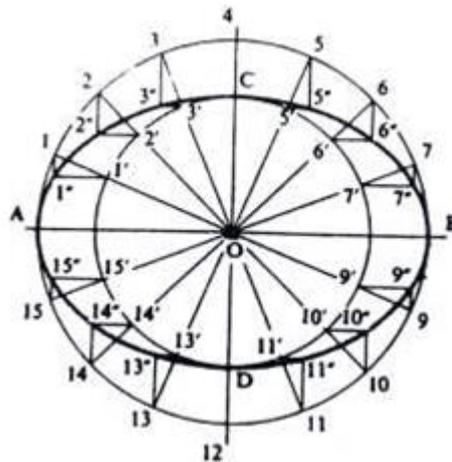
Gambar berikut memperlihatkan cara pembuatan segi enam di luar lingkaran. Caranya adalah buat garis sejajar sumbu AB l dan m sehingga menyinggung lingkaran di titik Q dan T. Dari titik pusat O buat sudut 30° membentuk sudut COQ dan QOD. Buat garis CE dan DF melalui titik pusat O. Hubungkan titik C dan 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 2.9 Segi enam di luar lingkaran

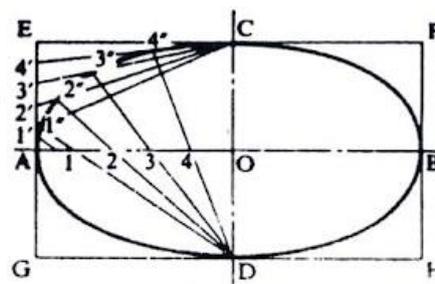
Membuat Ellips

Gambar berikut 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 2.10 Membuat elips menggunakan 2 lingkaran

Gambar 2.11 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 di bawah.



Gambar 2.11 Menggambar ellips dengan bantuan segi empat

BAB 3

UKURAN

3.1 Penunjukan Ukuran

Merupakan syarat penting untuk melengkapi gambar Teknik yaitu, Mencatat/menulis semua ukuran yang diperlukan untuk membuat potongan benda kerja, dihidari untuk menulis nilai ukur terlalu banyak, yang tidak perlu atau tidak masuk akal. Dalam penunjukan ukuran perlu diperhatikan seperti bentuk-bentuk pokok, Bagaimana kita mengukur ukuran saat mengerjakan dengan mesin atau perkakas lain. Menetapkan ukuran yang perlu ditampilkan untuk mempermudah penyampaian informasi pada gambar

Prinsip - Prinsip

Ukuran yang dibuat harus jelas, sederhana dan mudah dibaca. Penunjukan ukuran harus diletakan pada pandangan depan (pandang utama) suatu benda dan menyatakan semua bagian dari suatu konstruksi benda. Jika memungkinkan, semua ukuran diletakan di luar garis benda, Functional Dimensions (F) /ukuran yang berfungsi : yaitu ukuran yang mempunyai fungsi untuk pertimbangan pemasangan (assembly) Non-Functionals (NF) : yaitu ukuran yang tidak mempunyai fungsi dalam pemasangan (assembly) Auxiliary Dimensions (Aux) : yaitu ukuran bantu yang diberikan tanpa toleransi, hanya sebagai informasi.

3.2 Aturan dasar pemberian ukuran

Bentuk Ukuran :

Proses definisi suatu ukuran, lokasi dan komponen geometris pada gambar teknik atau gambar lainnya.

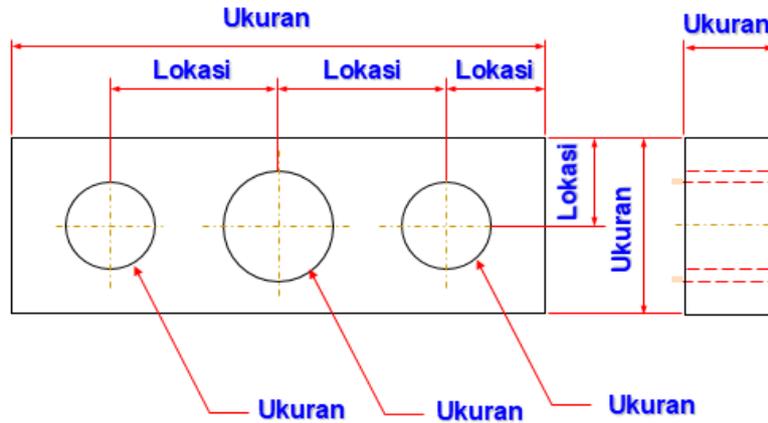
Terdapat 2 type bentuk ukuran yang dipergunakan :

1. Dimensi Ukuran

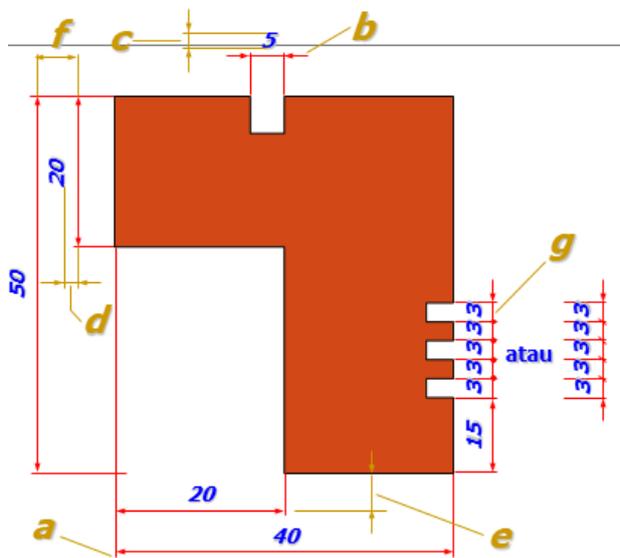
Ukuran dari komponen geometris dari suatu bagian (Diameter silinder atau lebar sebuah lingkaran/lubang)

2. Dimensi Lokasi

Penempatan semua komponen geometris yang mempunyai hubungan satu sama lainnya (jarak antara bagian tepi dan pusat suatu lingkaran/lubang).



Gambar 3.1 Notasi Ukuran



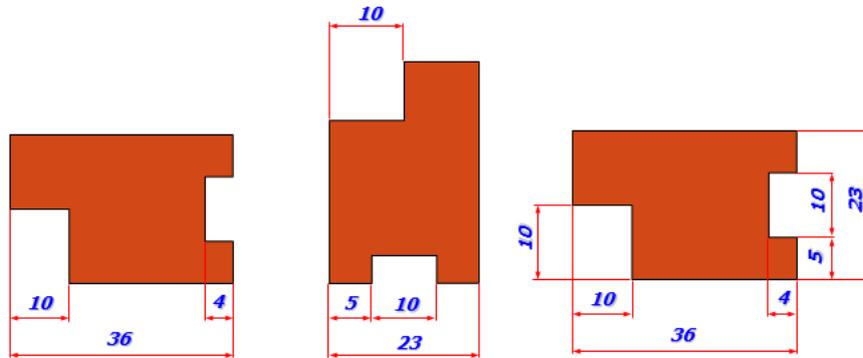
Gambar 3.2 Notasi Ukuran

Keterangan :

- Kelebihan garis batas ukuran $\pm 1 - 2$ mm
- Ekor panah ± 2 mm
- Tinggi angka ukuran $\pm 3,5$ mm
- Jarak angka ukuran dari garis ukuran $+ 1$ mm
- Jarak garis ukuran terhadap garis benda ± 10 mm
- Jarak antara tiap-tiap garis ukuran ± 10 mm (Bila ruang gambar tidak memungkinkan dapat dikurangi, asal serasi)
- Ukuran yang tidak mungkin dibuat anak panah dapat diganti dengan titik atau garis miring.

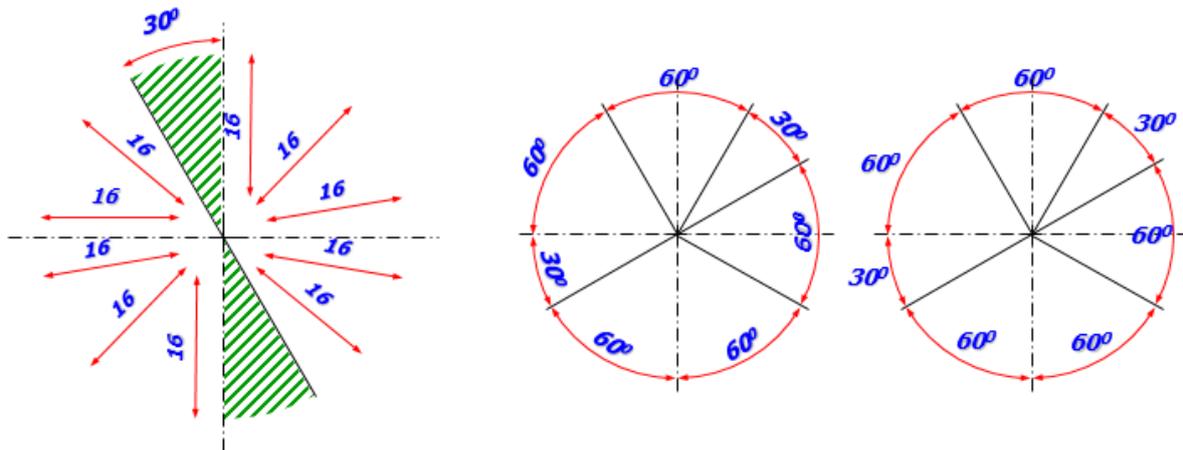
Semua angka ukuran harus diletakkan diatas garis ukuran/penunjukkan.

- Ukuran horisontal terletak diatas garis ukuran
- Ukuran vertikal terletak disebelah kiri garis ukuran (caranya dengan memutar kertas gambar 900 searah jarum jam)



Gambar 3.3 Pemberian Ukuran

- Angka-angka ukur yang tidak horisontal atau vertikal, harus ditulis sesuai garis ukurnya
- Penulisan ukuran sudut ditulis sesuai garis busurnya

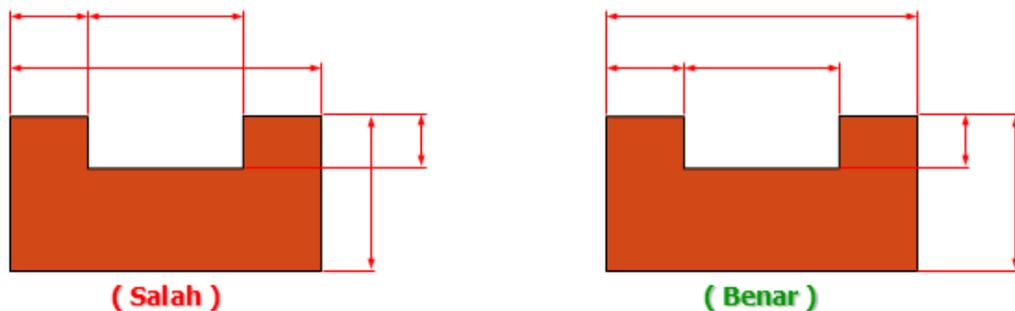


Gambar 3.4 Ukuran Sudut

3.3 Garis Bantu, Tanda Panah, Huruf/Angka

Garis bantu - Garis tipis

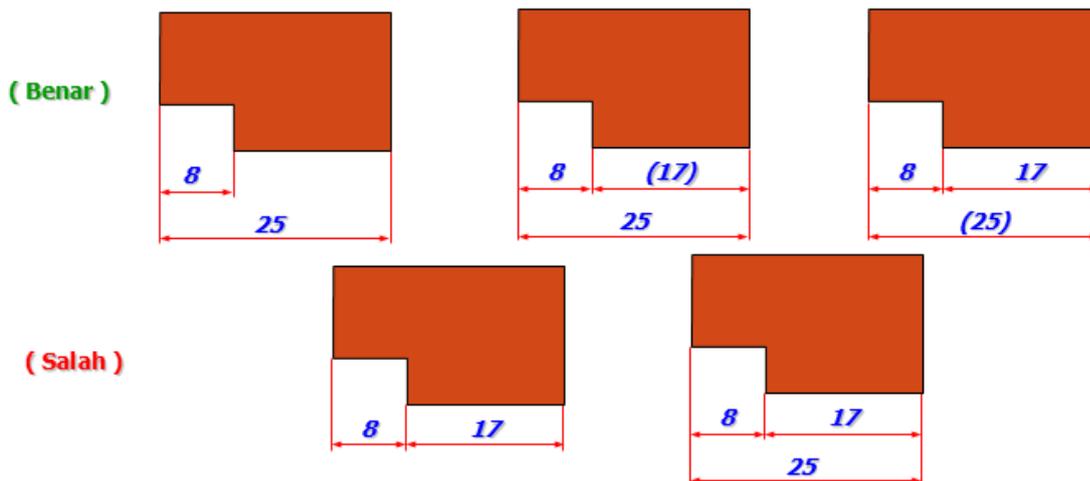
- Gambar kepala panah digambar pada garis pembantu dan besarnya disesuaikan dengan tebal garis benda
- Angka/Huruf ukuran diletakkan ditengah-tengah garis penunjukkan ukuran, besarnya disesuaikan dengan gambar benda.
- Jika mungkin, garis penunjukkan ukuran jangan sampai memotong garis bantu
- Ukuran lebih panjang diletakkan semakin menjauhi gambar benda



Gambar 3.5 Latak Garis Ukur

Ukuran Bantu

Hanya sekedar membantu untuk lebih menjelaskan ukuran yang berfungsi, tanpa ukuran inipun, pembuatan benda sudah dapat dilaksanakan, oleh karena itu ukuran ini “tidak harus” dibuat. Bila diberikan, penulisannya harus didalam “Tanda Kurung”.



3.6 Letak Garis Bantu

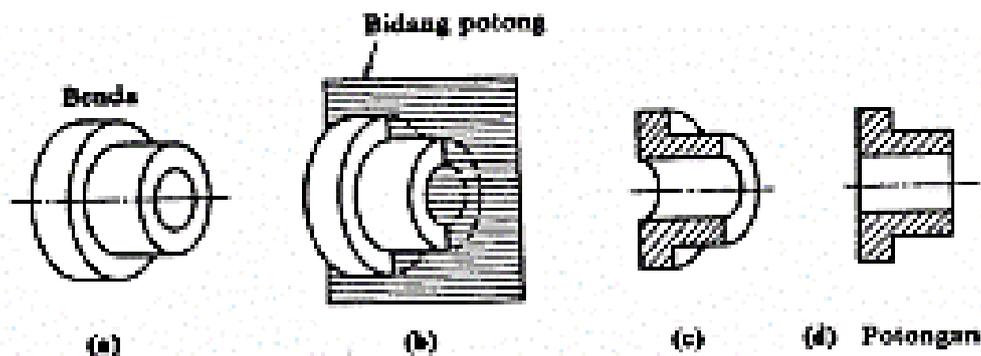
BAB 4 PERPOTONGAN GAMBAR

4.1 Gambar Potong

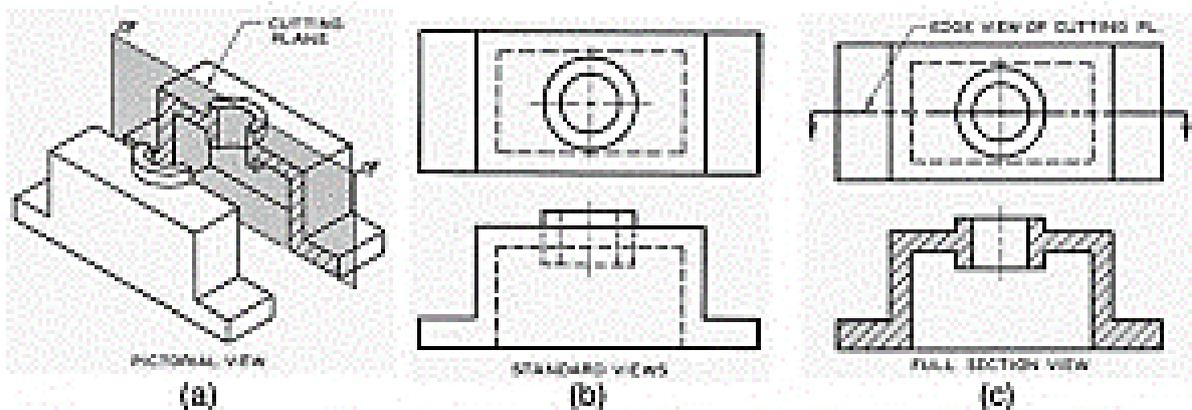
Penggunaan potongan sering kali ditemukan pada penggambaran benda-benda yang memiliki rongga di dalamnya. Untuk menggambarkan bagian benda yang tidak tampak dari luar dapat digunakan garis putus-putus. Tetapi jika bagian yang tersembunyi tersebut mempunyai bentuk yang rumit, maka akan didapat gambar yang rumit pula dan sulit dimengerti. Untuk mengatasi hal ini, maka dapat digunakan cara potongan atau penampang (cross-section).

Gambar penampang/potongan dibayangkan sebagai potongan yang diambil melalui sebuah benda untuk memperlihatkan bentuk atau susunan bagian dalam.

Contoh gambar potongan :



Gambar 4.1 Gambar Potong

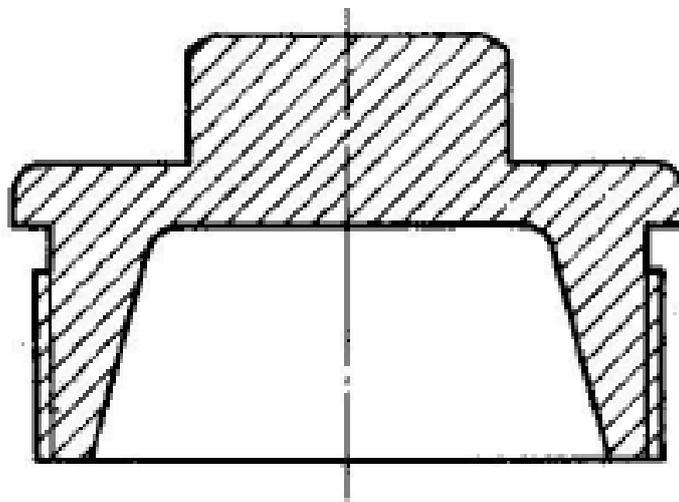
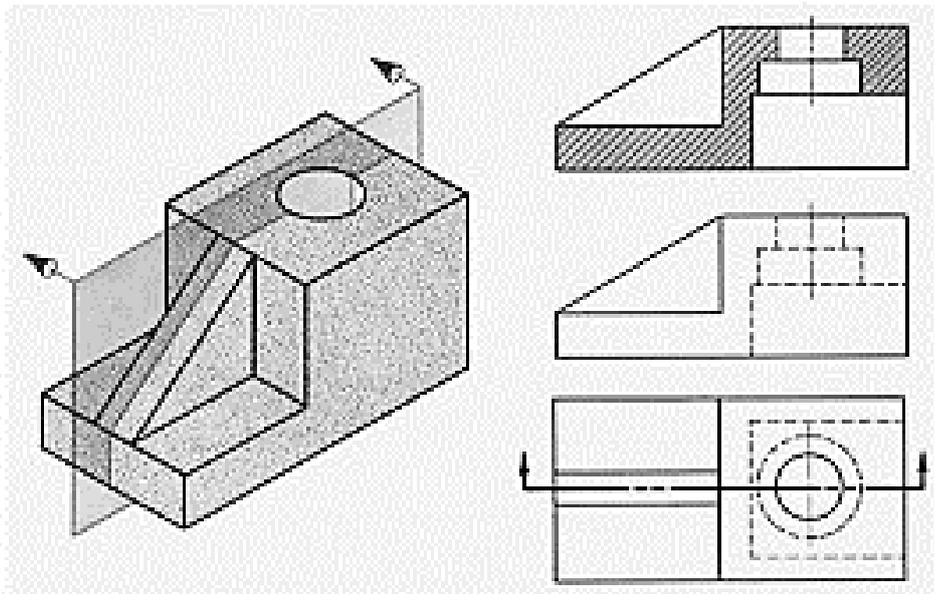


Gambar 4.2 Gambar Potong Benda

4.2 Jenis-jenis potongan :

1) Potongan penuh (full section)

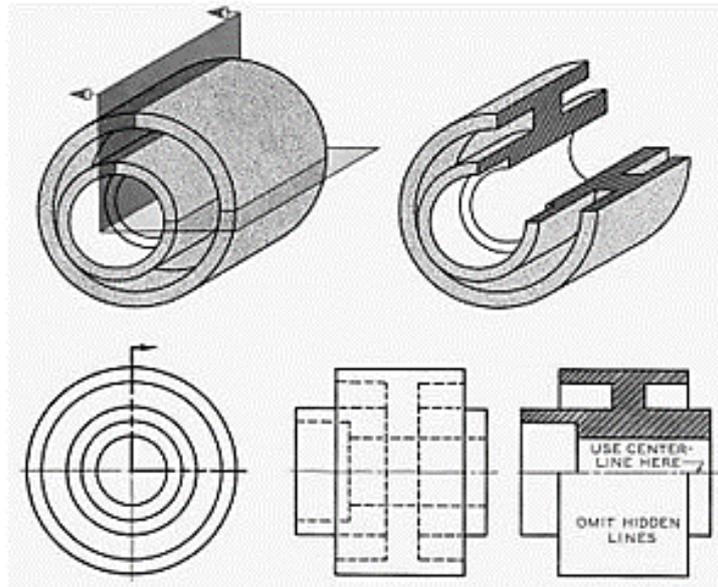
Terjadi ketika bidang pemotong melalui benda seutuhnya seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.3 Potongan Penuh

2. Potongan separuh (half section)

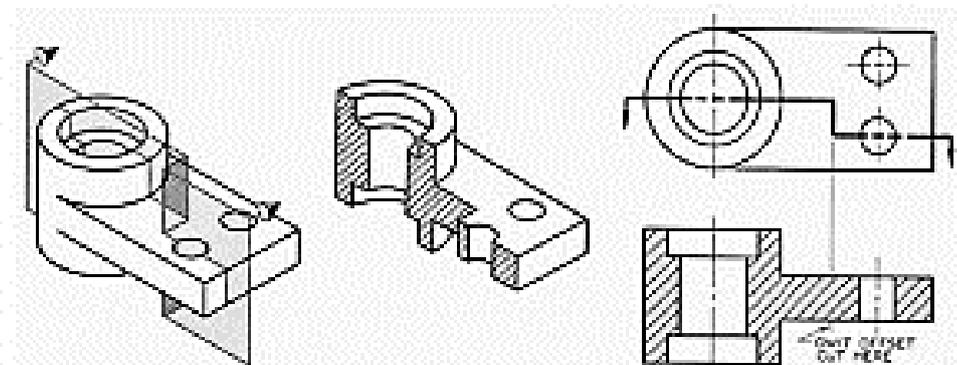
Dibuat dengan menggunakan pemotongan separuh pada benda. Kemudian, separuh digambar sebagai potongan dan separuh lainnya digambar dengan pandangan luar (outside). Biasanya, garis yang tidak tampak (tersembunyi) tidak digambar karena detail bagian dalam telah tampak pada bagian yang terpotong. contoh gambar potongan separuh :



Gambar 4.4 Potongan Separuh

3. Potongan meloncat P

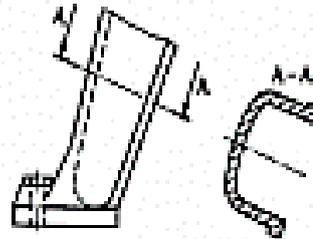
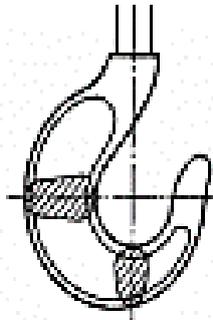
otongan meloncat atau potongan penuh dengan bidang offset dimana bidang pemotong di-offset pada bagian lain untuk menunjukkan beberapa detail yang terlewatkan. contoh gambar potongan meloncat :



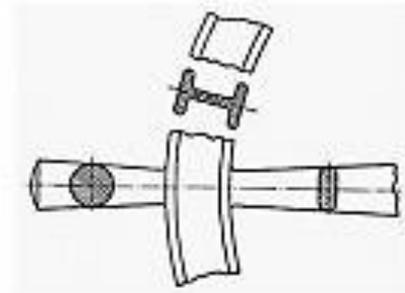
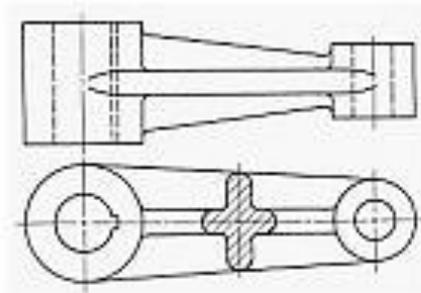
Gambar 4.5 Potongan Meloncat

4. Potongan yang diputar (*Rotated Section*).

Bagian-bagian benda tertentu seperti : ruji-ruji roda, kait, tuas, rusuk penguat, dan sebagainya, dapat ditampilkan hasil potongannya setelah lebih dahulu diputar 90°. Penggambarannya dapat di tempat potongan atau di tempat lain. Contoh gambar potongan yang diputar :



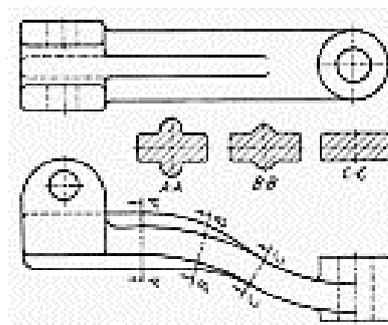
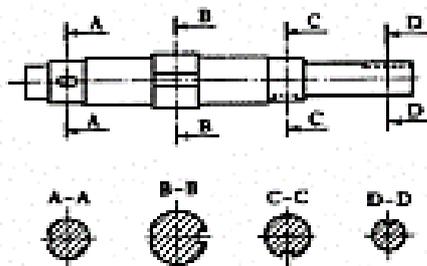
Gb. 4.11 Potongan diputar dan dipindahkan.



Gambar 4.6 Potongan diputar

5. Potongan Berurutan (*Removed Section*).

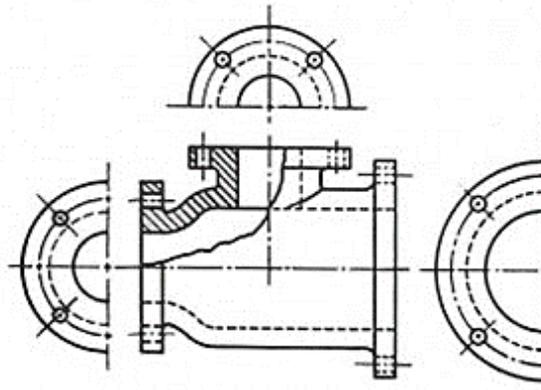
Tipe pemotongan ini hampir sama dengan potongan yang diputar namun potongannya digambarkan di luar benda. Potongan – potongan berurutan dapat disusun. Hal ini diperlukan untuk memberi ukuran atau alasan lain. Contoh gambar potongan berurutan :



Gambar 4.6 Potongan Berurutan

6. Potongan Sobekan

Potongan sobekan (Broken-Out Section), tipe potongan ini hanya beberapa bagian saja yang dipotong. Bidang pemotong melalui sebagian benda. Bagian depan benda pada bidang dirobek dan dibuang sehingga menunjukkan detail bagian dalam area ini. Garis tak beraturan digunakan untuk menunjukkan robekan. Contoh gambar potongan sobekan :



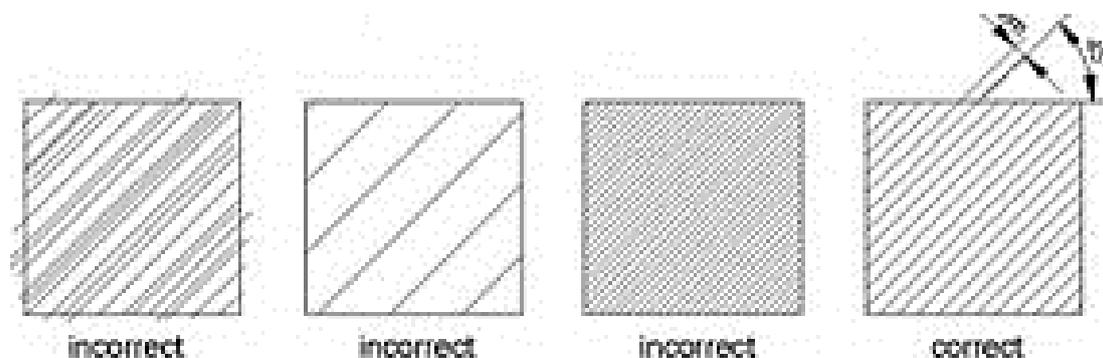
Gambar 4.6 Potongan Sobekan

7. Potongan penampang tipis

Penampang tipis : benda-benda yang terbuat dari plat dan profil dapat digambar dengan garis tebal atau seluruhnya dihitamkan. Jika bagian-bagian terletak berdampingan, bagian yang berbatasan dibiarkan berwarna putih.

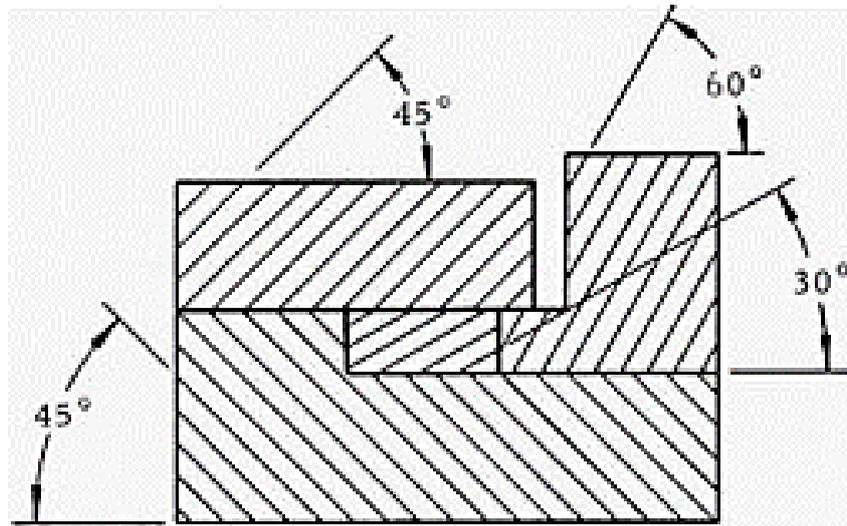
4.3 Gambar Arsir

Untuk membedakan gambar potongan dari gambar pandangan, dipergunakan arsir, yaitu garis-garis tipis miring. Kemiringan garis arsir adalah 45° terhadap garis sumbu, atau terhadap garis gambar. Jarak garis-garis arsir disesuaikan dengan besarnya gambar. Bagian-bagian potongan yang terpisah diarsir dengan sudut yang sama. Arsiran dari bagian-bagian yang berdampingan harus dibedakan sudutnya, agar jelas perbedaannya.



Gambar 4.7 Gambar Arsir

Arsiran pada benda yang berdekatan harus miring 45 derajat dalam arah yang berlawanan. Jika terdapat 3 atau 4 bagian yang bergabung, biasanya asiran pada 30 derajat dan 60 derajat. Alternative lainnya adalah dengan memvariasi jarak antar garis asir tanpa mengubah sudut. Contoh pemberian arsiran pada benda yang berdekatan dapat dilihat pada gambar di bawah



Gambar 4.8 Arsir

BAB 5

TOLERANSI

5.1 Pengertian 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 diassembling. 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 hurufhuruf yang tidak dipakai adalah I, L, O, Q, dan W.

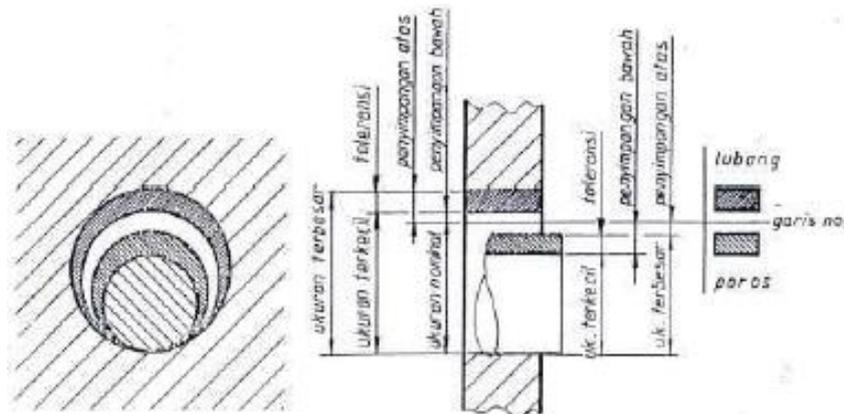
5.2 Macam-macam Suaian

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 5.1 Toleransi

Dari gambar di atas, didapatkan notasi-notasi dan definisi sebagai berikut:

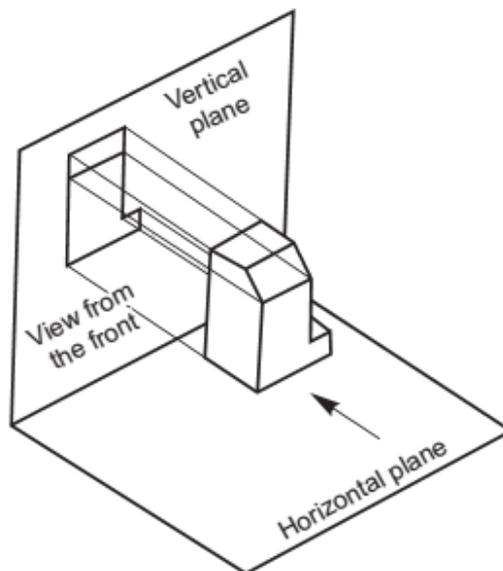
- Ukuran nominal: adalah ukuran yang tertulis pada gambar tanpa memperhatikan toleransi.
- Ukuran aktual: adalah ukuran dari hasil pengukuran.
- Penyimpangan atas: adalah selisih antara ukuran nominal dan ukuran aktual terbesar yang diijinkan.
- Penyimpangan bawah: adalah selisih antara ukuran nominal dan ukuran aktual terkecil yang diijinkan.
- Toleransi: Harga absolut dari selisih penyimpangan atas dan penyimpangan bawah.
- Kelonggaran: adalah selisih antara ukuran lubang dan ukuran poros pasangan suaiannya (disini ukuran lubang lebih besar dari poros).
- Kesesakan: adalah selisih antara ukuran lubang dan ukuran poros pasangan suaiannya (disini ukuran poros lebih besar dari lubang).

BAB 6 PROYEKSI GAMBAR

6.1 Proyeksi

Setiap objek memiliki tiga dimensi, yaitu, panjang, lebar dan tebal. Proyeksi didefinisikan sebagai representasi objek pada bidang dua dimensi. Proyeksi suatu objek harus menyampaikan semua tiga dimensi, bersama dengan rincian lain dari objek pada selembar kertas. Elemen yang harus dipertimbangkan saat menghasilkan proyeksi adalah:

- Objek (benda kerja)
- Bidang proyeksi
- Titik penglihatan
- Sinar penglihatan



Gambar 6.1 Cara untuk Memperoleh Pandangan dari Depan

Suatu proyeksi dapat diperoleh dengan melihat objek dari sudut pandang dan penelusuran dalam urutan yang benar, titik-titik perpotongan antara sinar penglihatan dan bidang pada objek yang diproyeksikan. Proyeksi disebut proyeksi ortografi ketika titik penglihatan dibayangkan berada pada tak terhingga sehingga sinar penglihatan sejajar satu sama lain dan memotong bidang proyeksi pada sudut siku-siku ke arahnya. Prinsip-prinsip proyeksi ortografi dapat diikuti dalam empat sudut pandang atau sistem yang berbeda, yaitu, proyeksi sudut pertama, kedua, ketiga dan keempat. Proyeksi dikatakan sebagai sudut pertama, kedua, ketiga atau keempat ketika objek dibayangkan masing-masing berada di kuadran pertama, kedua, ketiga atau keempat.

6.2 Gambar Teknik Proyeksi Pengertian dan Jenisnya

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,
- Metode atau cara yang kita gunakan untuk memproyeksikan objek tersebut,

Terdapat dua cara dalam memproyeksikan benda, yaitu proyeksi paralel dan proyeksi sentral, dimana pembahasannya telah saya sampaikan pada artikel "[2 Cara Memproyeksikan Benda atau Objek](#)". Pada pembahasan kali ini akan kami ulas mengenai pengertian proyeksi dan jenis-jenis teknik proyeksi berdasarkan kedudukan benda dan metodenya. Berikut ini ulasan kami secara singkat, jelas dan lugas.

Pengertian Gambar Teknik Proyeksi

Menurut *Luzadder*, pengertian gambar teknik proyeksi atau gambar pelukisan sering disebut gambar *ortografik*, yaitu proyeksi dua tampak 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.

6.3 Memproyeksikan Benda atau Objek

2 Cara Memproyeksikan Benda atau Objek - Menggambar adalah cara untuk memproyeksikan suatu benda atau objek ke dalam sebuah bidang. Dalam hal ini harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut.

1. Objek yang akan digambar adalah objek riil atau imajiner,
2. Kedudukan suatu benda terhadap pandangan mata kita,
3. Bidang yang digunakan untuk memproyeksikan objek tersebut,
4. Cara yang digunakan untuk memproyeksikan objek tersebut.

Cara Memproyeksi Benda

Ada 2 cara memproyeksikan benda atau objek, yaitu:

a. Proyeksi Pararel

Adalah cara memproyeksikan benda atau objek ke suatu bidang datar menggunakan bantuan garis-garis atau sinar sejajar melalui benda tersebut.

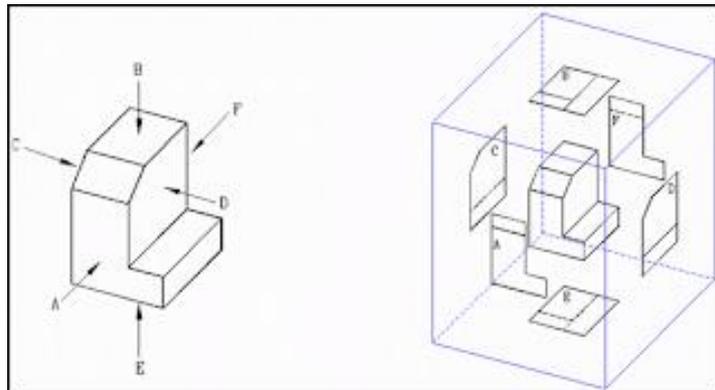
b. Proyeksi Sentral

Proyeksi sentral atau proyeksi convergent adalah cara menggambar suatu objek atau benda ke dalam suatu bidang menggunakan bantuan garis-garis atau sinar-sinar yang memusat ke satu sumber sinar.

Dari 2 cara memproyeksikan benda atau objek tersebut, masih dapat dibagi lagi berdasarkan kedudukan benda dan metodenya.

1. Proyeksi Amerika

Proyeksi Amerika biasanya sering disebut sudut ketiga dan juga ada yang menyebutkan proyeksi kuadran III. Proyeksi Amerika merupakan proyeksi yang letak bidangnya sama dengan arah pandangannya. Berikut contoh gambar dibawah ini :



Gambar 6.2 Proyeksi Amerika

Keterangan :

A : Pandangan depan.

B : Pandangan atas.

C : Pandangan kiri.

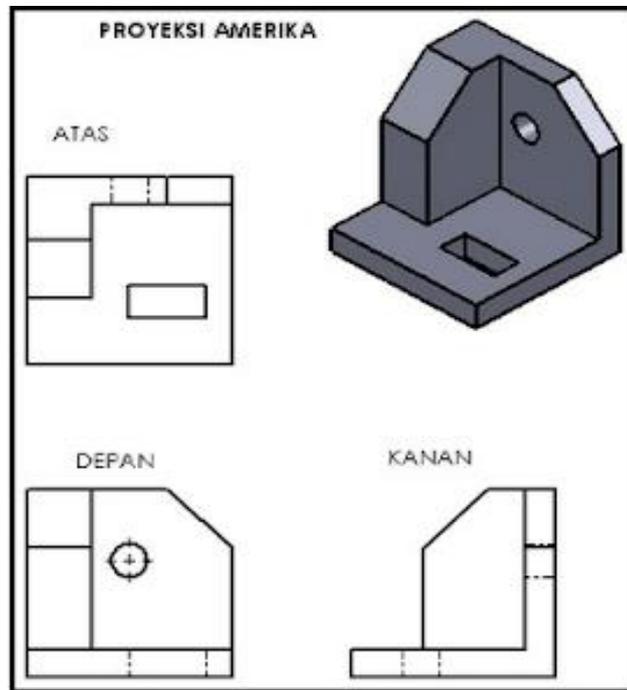
D : Pandangan kanan.

E : Pandangan bawah.

F : Pandangan belakang.

Proyeksi Eropa hanya digunakan pada bidang dari suatu benda tiga dimensi agar memberikan informasi lebih detail, letak bidang yang diproyeksikannya dengan proyeksi Amerika sama dengan arah pandangnya.

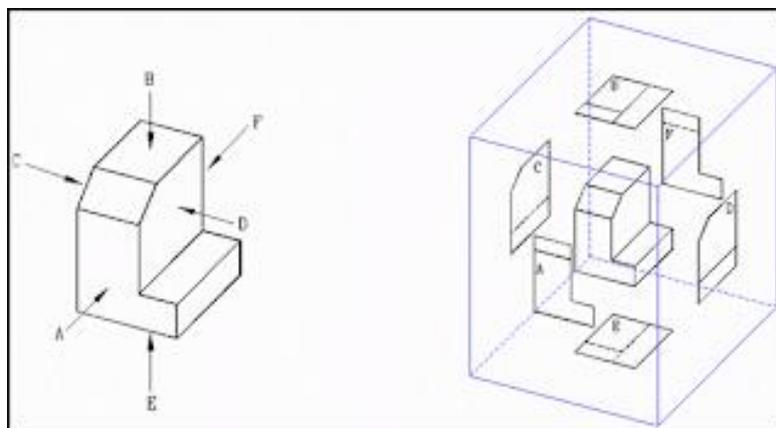
Berikut ini contoh gambar proyeksi Amerika



Gambar 6.3 Proyeksi Amerika

2. Proyeksi Eropa

Proyeksi Eropa disebut juga dengan sudut pertama, dan ada juga yang menyebutkan proyeksi kuadran I. perbedaan sebutan ini tergantung dari masing-masing pembaca, dapat diketahui proyeksi ini merupakan letak proyeksi bidangnya terbalik dengan arah pandangnya, berikut contoh gambar dibawah ini :



Gambar 6.4 Proyeksi Eropa

Keterangan :

A : Pandangan depan.

B : Pandangan atas

C : Pandangan kiri

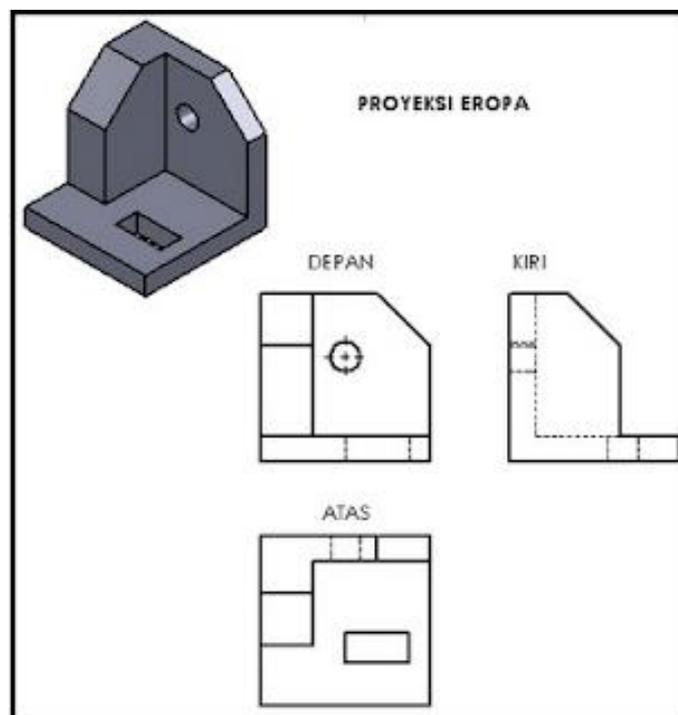
D : Pandangan kanan

E : Pandangan bawah

F : Pandangan belakang.

Proyeksi Eropa hanya digunakan pada bidang dari suatu benda tiga dimensi agar memberikan informasi lebih detail, letak bidang yang diproyeksi dengan proyeksi Eropa terbalik dengan arah pandangnya.

Berikut ini contoh gambar Eropa



Gambar 6.5 Proyeksi Eropa

Untuk pemilihan pandangan depan dari benda yang disajikan dalam gambar adalah sangat penting, karena pandangan dapat langsung memberikan keterangan bentuk benda yang sebenarnya dan jumlah pandangan dapat ditentukan oleh pandangan depan tersebut. Pandangan depan tidak selalu berarti bagian depan dari benda itu sendiri pandangan depan adalah bagian benda yang dapat memberikan cukup keterangan mengenai bentuk khas dan fungsinya.

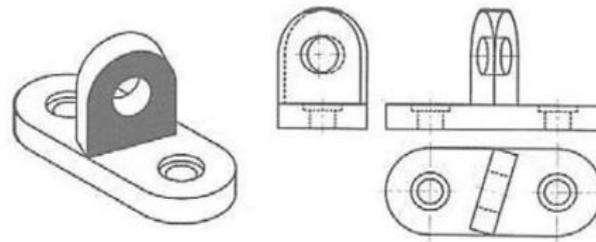
BAB 7

AUXILIARY VIEWS

7.1 Definisi

Proyeksi Tambahan/Bantu (Auxiliary Views) Dalam banyak objek terdapat permukaan luar yang cenderung kesatu atau semua dari tiga bidang proyeksi utama. Proyeksi objek pada salah satu bidang utama tidak akan memberikan deskripsi ukuran dan bentuk sebenarnya dari permukaan miring ini. Untuk alasan praktis, penting untuk mengetahui deskripsi ukuran dan bentuk sebenarnya dari permukaan untuk pembuatan objek yang akurat. Bila diinginkan untuk menunjukkan ukuran dan bentuk sebenarnya dari permukaan non-utama, objek harus diproyeksikan pada bidang yang sejajar dengan permukaan tersebut. Bidang proyeksi imajiner tambahan ini dikenal sebagai bidang bantu, dan tampilan yang dihasilkan dengan demikian adalah tampilan bantu. Prinsip dasar yang mendasari memproyeksikan pandangan utama suatu objek juga diterapkan pada tampilan tambahan. Artinya, proyeksi bantu (Auxiliary Views) adalah sejenis proyeksi ortografi yang digunakan untuk memperlihatkan bagian benda yang tidak dapat diproyeksikan dengan cara biasa dilihat oleh pengamat, jika dilihat secara biasa maka hasil proyeksinya akan terdapat bagian yang mengalami pemendekan atau bentuknya berubah, karena terdapat bagian yang mempunyai kemiringan tertentu terhadap bidang. Dalam bab ini, prinsip dasar proyeksi bantu suatu objek akan dibahas.

Dalam Gambar dibawah ini permukaan berbayang dari objek adalah fitur miring yang tidak muncul dalam ukuran dan bentuk sebenarnya baik dari tampilan sisi depan maupun kanan. Ciri-ciri miring pada suatu objek yang tidak sejajar dengan bidang utama proyeksi mana pun selalu tampak menyempit dan terdistorsi dalam tampilan reguler, objek tersebut. Bentuk sebenarnya dari permukaan seperti itu hanya ditampilkan jika garis pandang berada pada arah tegak lurus dengan bidang proyeksi.

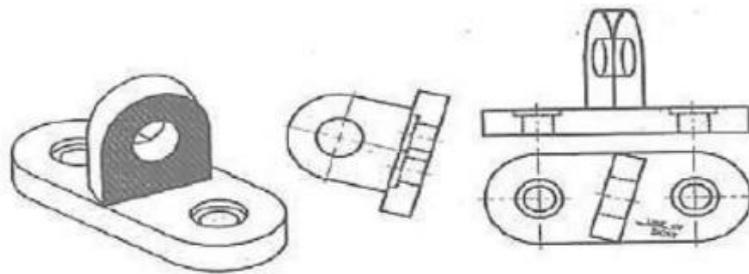


(a) Tampilan objek

(b) Tampilan ortografi

Gambar 7.1 Objek

Bentuk dan hubungan sebenarnya dari fitur miring tersebut ditunjukkan oleh tampilan tambahan yang sesuai. Tampilan bantu diselaraskan dengan tampilan tempat mereka diproyeksikan, dan ini memungkinkan pengamat untuk melihat objek secara ortografis dari posisi yang diinginkan. Permukaan yang diarsir pada Gambar 8.2 diperlihatkan dalam bentuk dan ukuran sebenarnya pada bidang bantu, karena dalam pandangan ini garis pandang tegak lurus dengan permukaan miring



(a) Tampilan objek

(b) Tampilan ortografi

Gambar 7.2 Hubungan Gambar

Secara umum dalam menggambar suatu objek, tampilan bantu digunakan untuk menentukan:

- Panjang dan kemiringan garis yang sebenarnya;
- Sudut pandang garis dan tepi pesawat;
- Bentuk dan ukuran sebenarnya dari sebuah pesawat;
- Jarak antara dua garis miring;
- Proyeksi benda padat;
- Bentuk sebenarnya dari bagian padatan;
- Kurva persimpangan, dll.

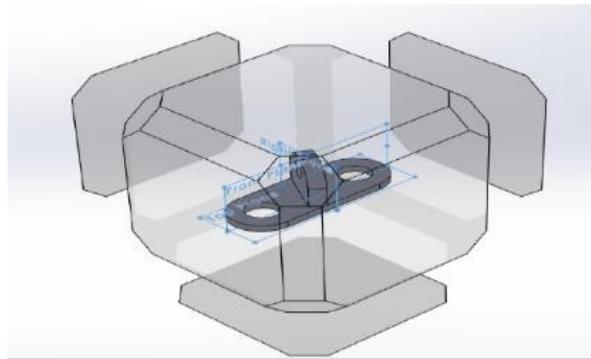
7.2 Gambaran Umum

Proyeksi Ortografi Penerapan praktis proyeksi ortografik untuk mendeskripsikan geometri objek tiga dimensi sangat penting. Geometri hubungan antara titik, garis, dan bidang sangat penting untuk desain berbagai produk. Dalam banyak kesempatan, masalah yang berbeda muncul dalam gambar teknis yang dapat diselesaikan dengan mudah dengan menerapkan prinsip-prinsip dasar proyeksi ortografi. Geometri padat praktis atau hanya geometri deskriptif berkaitan dengan representasi objek fisik seperti titik, garis, bidang, dan benda padat pada berbagai bidang gambar berdasarkan prinsip proyeksi ortografi. Sebelum melanjutkan ke prinsip-prinsip tersebut, perlu diperhatikan untuk memahami konsep-konsep berikut:

- a. Garis Referensi (Garis Lipat atau Engsel); Ini adalah garis perpotongan antara dua bidang proyeksi yang saling tegak lurus. Garis seperti itu digunakan sebagai garis dasar dari mana semua pengukuran jarak titik di sepanjang proyektor diambil dalam kaitannya dengan proyeksi lainnya. Ini diwakili oleh garis bayangan (pola garis yang dibentuk oleh serangkaian satu garis panjang diikuti oleh dua garis pendek). Ini dinamai notasi dari dua bidang tegak lurus yang berpotongan.
- b. Proyeksi Horizontal (Tampilan Atas); Ini adalah pandangan dari suatu objek yang dibentuk oleh proyeksi ortografi ke bidang proyeksi horizontal. Ini juga disebut rencana atau tampilan atas objek. Proyektor dalam proyeksi horizontal diasumsikan vertikal.
- c. Tampilan Elevasi; Tampilan yang dibuat pada bidang gambar yang ditempatkan tegak lurus dengan bidang proyeksi horizontal. Bidang gambar disebut sebagai bidang elevasi. Jenis bidang elevasi yang umum adalah bidang proyeksi frontal dan profil. Tampak depan dan samping suatu objek adalah pandangan elevasi utama. Dimungkinkan untuk memiliki tampilan ketinggian yang tak terbatas selain yang umum. Tampilan seperti itu disebut sebagai tampilan elevasi tambahan. Dalam semua tampilan elevasi, bidang proyeksi horizontal selalu diproyeksikan sebagai garis.

8 Proyeksi Garis

Proyeksi garis lurus dapat diperoleh dengan menemukan proyeksi titik-titik ujung garis dan menggabungkan proyeksi masing-masing dengan garis lurus. Gambar dibawah menunjukkan proyeksi utama garis MN di ruang angkasa. Seperti yang ditunjukkan pada gambar, jarak y titik M di depan bidang vertikal ditunjukkan pada bidang proyeksi horizontal dan profil. Ini karena kedua bidang sama tegak lurus dengan bidang vertikal. Proyeksi titik N juga ditempatkan dengan cara yang sama, pada jarak y' dari garis referensi.



Gambar 7.3 Proyeksi Garis

BAB 8

GAMBAR ASSEMBLY

8.1 Gambar Rakitan

Proyeksi piktorial (pictorial drawing) adalah suatu cara menampilkan gambar benda yang mendekati bentuk dan ukuran sebenarnya secara tiga dimensi, dengan pandangan tunggal. Dulu dikenal dengan istilah gambar bagan atau gambar satu pandangan. Gambar piktorial sering disebut juga gambar ilustrasi teknik, karena sering digunakan sebagai gambar ilustrasi pada buku-buku keteknikan atau pada katalog dari produk industri mesin dan sebagainya. Tetapi perlu dibedakan, bahwa tidak setiap gambar ilustrasi teknik merupakan gambar pictorial. Gambar pictorial menampilkan wujud benda hanya dengan goresan garis-garis, sedangkan gambar ilustrasi teknik meliputi aneka ragam gambar, baik gambar hasil seni grafis ataupun fotografis. Cara proyeksi yang termasuk ke dalam kelompok proyeksi piktorial terdiri atas proyeksi aksonometri, proyeksi miring, dan proyeksi perspektif.

A. Pengertian Layout dan perencanaan Layout

Layout atau tataletak dipakai untuk melanjutkan pengaturan pabrik dan bagian bagiannya. Sehingga Layout atau tataletak mencakup lokasi peralatan dalam bagian yang kecil dan mengatur letak bagian-bagian yang diatas bidang tanah bangunan. Tata letak ialah landasan utama dalam dunia industri, layout didefinisikan sebagai tatacara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Untuk pengaturan tersebut memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau atau fasilitas penunjang produksi lainnya, Kelancaran gerak perpindahan material baik bersifat temporer maupun permanent, personal pekerjaan dan sebagainya.

“Pangestu Subagyo mendefinisikan layout ialah cara penempatan fasilitas-fasilitas yang digunakan dalam pabrik. ”

Ada banyak pengertian dari perencanaan layout yang dikemukakan para ahli. Masing-masing mengemukakan mempunyai titik berat sendiri-sendiri. “perencanaan layout ialah menetapkan perlengkapan yang dibutuhkan dan memilih mesin-mesin. Dalam proses pemindahan bahan (material handling) harus diperhitungkan penggunaan metode, jumlah material, waktu, urutan proses, posisi, kondisi serta biaya yang tepat (Tomskin, James A. 2004) . ”

B. Pengertian Line balancing dan proses Produksi

Perencanaan fasilitas didefinisikan sebagai proses perancangan desain fasilitas, termasuk didalamnya analisis, perencanaan desain dan susunan fasilitas peralatan fisik dan manusia yang ditunjuk untuk meningkatkan efisiensi produksi dan system yang ditunjuk untuk meningkatkan pelayanan. Didunia industri perencanaan fasilitas dimaksudkan sebagai layout fasilitas, digunakan dalam penanganan fasilitas (material handling) dan untuk menentukan peralatan dalam proses produksi juga digunakan dalam perencanaan fasilitas secara keseluruhan.

Line balancing ialah proses pembagian pekerjaan kepada work stations atau kumpulan beberapa element kerja, sedemikian rupa sehingga diperoleh keseimbangan setiap work station, line balancing merupakan keseimbangan antara kapasitas dari satu department atau mesin dengan departement atau mesin berikutnya didalam proses produksi. Penentuan besarnya tingkat keseimbangan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Menentukan cycle time yang dikehendaki

cycle time ialah selang waktu yang terjadi pada saat produk yang sudah selesai dikerjakan meninggalkan garis produksi atau waktu terpanjang yang diperlukan antara bagian-bagian proses produksi yang harus dilalui suatu produk:

Rumus: $C = \frac{60xt}{D}$

D

Dengan: C = Cycle time atau waktu daur

t = Waktu kerja per hari

D =Permintaan per hari

Untuk memperoleh kapasitas yang memadai dengan cara:

Maximum output/hari = $\frac{\text{Waktu tersedia/hari}}{C/\text{unit}}$

C/unit

- 2) Perhitungan untuk mendapatkan stasiun kerja terkecil

Perhitungan untuk mendapatkan stasiun kerja terkecil yang dibutuhkan untuk menempatkan tugas pekerjaan yang ada, akan dilaksanakan untuk menghasilkan produk. Angka ini merupakan total lamanya pengerjaan tugas dibagi dengan waktu siklus.

- 3) Seimbangkan lini dengan memberikan tugas pada stasiun kerja khusus. Pada setiap stasiun kerja keseimbangan yang efisien ialah keseimbangan yang menyelesaikan

pekerjaan yang dibutuhkan, mengikuti urutan yang telah dispesifikasi, dan menjaga agar waktu kosong di stasiun kerja berada pada tingkat minimal.

4) Menghitung efisiensi keseimbangan lini

Kita dapat menghitung efisiensi keseimbangan lini dengan membagi waktu tugas total dengan jumlah stasiun kerja dikalikan dengan waktu siklus yang diberikan:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\sum \text{Waktu tugas}}{(\text{Jumlah stasiun kerja}) \times (\text{waktu siklus yang diberikan})}$$



Gambar 8.1. Elemen-elemen utama permasalahan keseimbangan lini

C. Tujuan Perencanaan Layout

Secara umum tujuan dari perencanaan layout ialah mengoptimalkan susunan letak mesin-mesin dan peralatan produksi sehingga proses produksi dapat berjalan secara efektif dan efisien. Selain itu tujuan pelaksanaan layout ialah untuk mendapatkan kombinasi yang paling optimal antara fasilitas-fasilitas produksi, sehingga karyawan dapat menyelesaikan tugas yang dibebankan kepada mereka dengan baik pula. Efisiensi ialah perbandingan antara input dan output yang dihasilkan oleh perusahaan sedangkan efektivitas ialah suatu cara untuk melakukan aktifitas atau pekerjaan operasi dengan benar atau tepat.

D. Pentingnya perencanaan Layout

“Perencanaan layout merupakan hal yang strategis bagi perusahaan, karena memiliki dampak jangka panjang bagi perusahaan. Perencanaan strategis ini meliputi hal berikut ini:

1. Penyimpanan dan pengisian kembali meliputi semua fungsi pergudangan.
2. Penggunaan suatu material pada suatu tempat, meliputi tujuan, asal dan proses manufaktur.
3. Distribusi fisik, meliputi asal perpindahan, tujuan perpindahan, dan perpindahan antar tempat.
4. Kontrol peralatan dan material.
5. Layout tempat dan modul bangunan.
6. Persyaratan fasilitas yang mendukung.

Tata letak memiliki implikasi strategis karena tata letak menentukan daya saing perusahaan dalam hal kapasitas, proses fleksibilitas, dan biaya serta mutu kehidupan kerja. Tataletak yang efektif dapat membantu perusahaan mencapai hal-hal berikut ini:

- a). Pemanfaatan yang lebih besar atas ruangan, peralatan dan manusia.
- b). Arus informasi, bahan baku dan manusia yang lebih baik.
- c). Lebih memudahkan konsumen.
- d). Peningkatan moral karyawan dan kondisi kerja yang lebih aman.

E. Klasifikasi perencanaan Layout

Perencanaan layout yang akan digunakan perlu mempertimbangkan tentang kemudahan perencanaan layout pabrik tersebut dalam pengaturan letak fasilitas produksi yang digunakan . Perusahaan harus mempertimbangkan beberapa klasifikasi perencanaan layout dan kemudian memilih permasalahan yang penting, dapat diklasifikasikan menjadi 4 jenis yaitu:

1. Adanya perubahan-perubahan kecil dari layout yang ada
2. Adanya perubahan-perubahan fasilitas produksi yang baru
3. Merubah susunan layout karena adanya perubahan fasilitas.
4. Pembangunan pabrik baru.

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan layout, faktor yang perlu dipertimbangkan dalam mendesain suatu layout untuk perusahaan manufacturing menurut Pangestu Subagyo ialah sebagai berikut :

a. Sifat produk yang dibuat

Sifat produk berbentuk padat atau cair, hal ini akan menentukan jenis layout yang akan dipilih. Apabila produknya cair atau gas pengangkutan barang akan dapat dilakukan dengan pipa, berarti menghemat tempat. Bila produknya besar dan sulit dipindahkan maka akan lebih baik menggunakan layout dengan posisi tetap.

b. Jenis proses produksi yang digunakan

Jenis proses produksi juga mempengaruhi layout yang akan disusun. Layout garis digunakan untuk pabrik yang memiliki proses produksi continuous/memiliki line flow, sedangkan layout fungsional biasanya digunakan pada proses produksi intermitten.

c. Jenis barang serta volume produksi barang yang dihasilkan

Perusahaan yang menghasilkan bermacam-macam barang atau produk yang jumlah setiap jenis hanya sedikit biasanya lebih cocok menggunakan layout fungsional. Akan

tetapi jika produknya selalu sama serta jumlah setiap jenis banyak, sebaiknya menggunakan layout garis.

d. Jumlah modal yang tersedia

Meskipun suatu perusahaan memerlukan layout garis, perusahaan tidak dapat menggunakannya jika modal yang tersedia kurang. Hal ini disebabkan layout garis memerlukan investasi yang sangat mahal.

e. Keluwesan atau fleksibilitas

Fleksibel disini ialah jika terjadi perubahan macam barang yang dihasilkan atau terjadi penambahan kapasitas pabrik/penambahan mesin, maka letak mesin dan fasilitas-fasilitas pabrik mudah disesuaikan.

f. Pengangkutan barang

Pengangkutan barang dilakukan seefisien mungkin dapat diusahakan dengan menggunakan conveyor, karena jalan yang dilalui barang selalu sama sehingga biaya pengangkutannya murah.

g. Aliran barang

Mesin-mesin sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa sehingga aliran barang yang dikerjakan tidak saling mengganggu.

h. Penggunaan ruangan

Penempatan mesin harus ditempatkan sedemikian rupa misalnya ,jangan sampai ada ruangan yang menganggur, jangan pula meletakkan mesin terlalu jauh supaya menghemat ruangan dan mengurangi pengangkutan, dan peletakan mesin jangan terlalu rapat karena akan saling mengganggu.

i. Lingkungan dan keselamatan kerja

Pertimbangan keselamatan kerja pada perencanaan layout perlu diperhatikan, jangan sampai penempatan mesin membahayakan keselamatan karyawan. Mesin-mesin yang membayakan ditempatkan di tempat yang jarang dilewati karyawan atau diberi pengaman yang cukup.

j. Pemeliharaan

Peletakan mesin harus memungkinkan pelaksanaan pemeliharaan mesin dengan mudah.

k. Letak kamar kecil

Letak kamar kecil harus dekat dengan ruangan kerja, supaya tidak ada waktu terbuang oleh karyawan hanya untuk perjalanan ke kamar kecil.

I. Pengawasan

Sebaiknya mesin atau fasilitas produksi yang lain diletakkan sedemikian rupa sehingga pengawasannya mudah.

F. Jenis Layout

Menurut Pangestu Subagyo Jenis layout dapat dibagi menjadi 4 empat yaitu:

1. Layout Produk(Layout Garis)

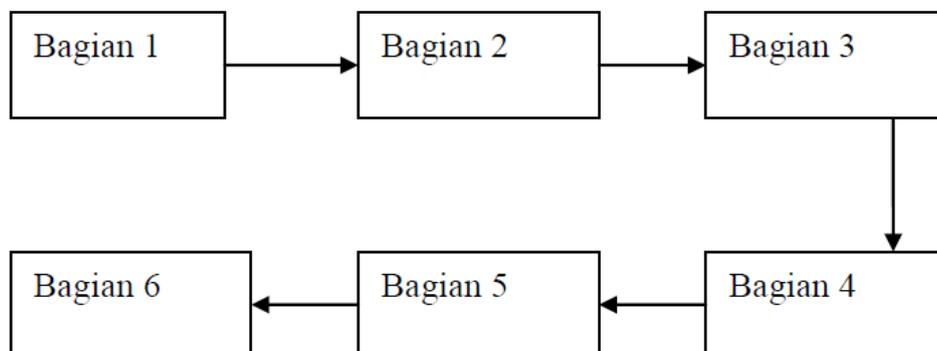
Dalam layout produk memerlukan urutan-urutan yang sama dalam operasi produksinya. Barang yang dikerjakan setiap hari selalu sama dan arus barang yang dikerjakan setiap hari juga selalu sama. Mesin yang digunakan biasanya mesin khusus yang hanya dapat mengerjakan satu macam pekerjaan, sehingga kualitas barang hasil produksi lebih banyak ditentukan oleh mesin daripada keahlian karyawan. Selain itu layout ini memiliki keseimbangan kapasitas mesin atau mesin yang satu dengan yang lainnya harus sama.

Jenis layout ini memiliki kelebihan antara lain:

- a. Biaya produksi lebih murah.
- b. Pengawasan pada proses produksi menjadi lebih mudah.
- c. Pengangkutan barang dalam pabrik lebih mudah.

Adapun kelemahannya antara lain:

- a. Apabila terjadi kemacetan di satu bagian akan mengakibatkan kemacetan diseluruh proses produksi.
- b. Kurang fleksibel apabila digunakan dalam perusahaan yang membuat satu macam barang saja dalam jangka panjang tidak berganti.
- c. Karyawan akan mengalami kesulitan dalam melaksanakan tugasnya.
- d. Nilai investasi mahal karena mesin yang digunakan banyak sekali serta menggunakan mesin khusus.



Gambar 8.2 Layout Produk (Layout garis)

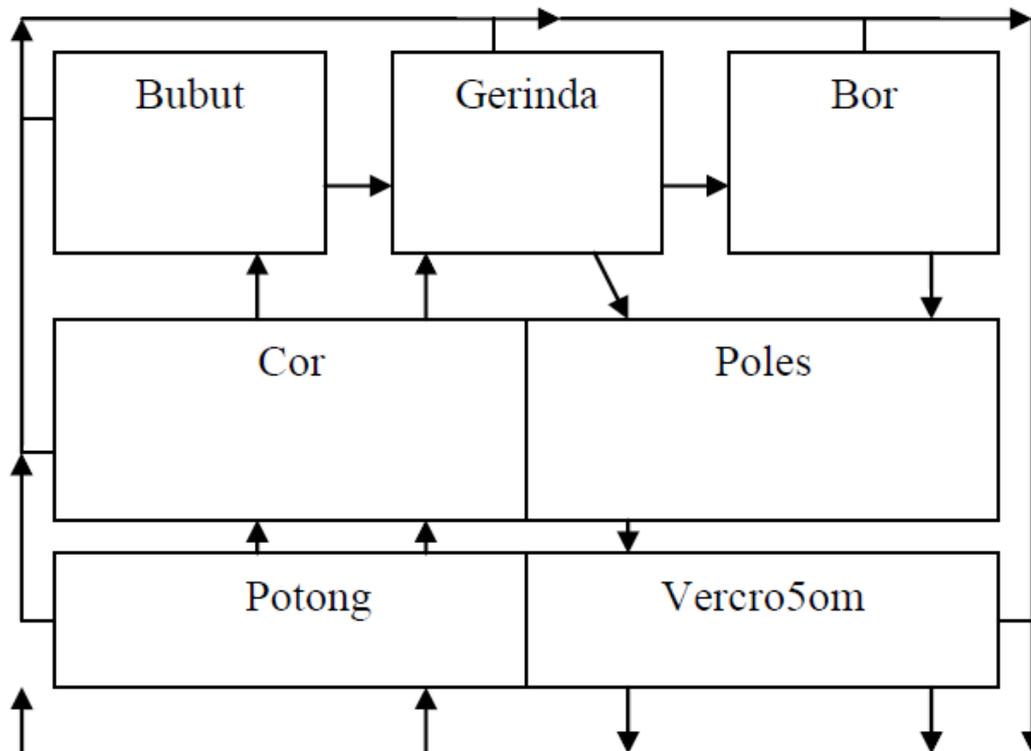
2. Layout proses(Layout fungsional)

Merupakan pengaturan letak fasilitas produksi di dasarkan pada fungsi bekerjanya setiap mesin atau fasilitas produksi yang ada. Mesin atau fasilitas yang memiliki kegunaan sama dikelompokkan dan diletakkan pada ruangan atau tempat yang sama. Layout jenis ini memiliki kelebihan antara lain:

- Investasi modal untuk mesin dan peralatan fasilitas produksi yang lain lebih murah, sebab menggunakan mesin serbaguna.
- Fleksibel, dapat digunakan untuk mengerjakan berbagai macam barang.

Adapun kelemahan-kelemahannya sebagai berikut

- Biaya produksi setiap barang lebih mahal karena macam barang yang dikerjakan selalu berganti-ganti.
- Perencanaan dan pengawasan produksi lebih sering dilakukan karena macam barang yang dikerjakan berganti-ganti dan urutan produksi berubah-ubah.
- Pengangkutan barang didalam pabrik lebih sulit dan simpang-siur karena arus pekerjaan selalu berubah-ubah.



Gambar 8.3 Layout Fungsional(Layout Proses)

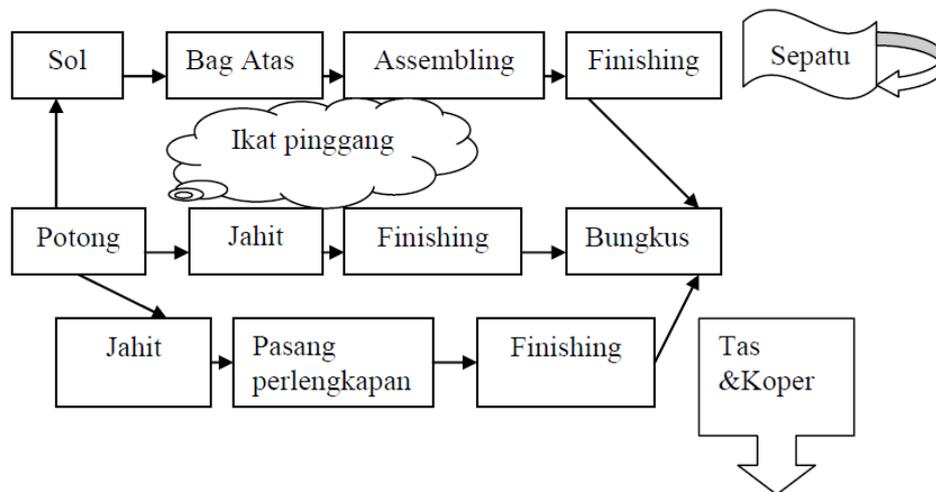
3. Layout Kelompok

Layout kelompok ialah suatu pengaturan letak fasilitas suatu pabrik berdasarkan atas kelompok barang yang dikerjakan. serta memusatkan daerah-daerah dari kelompok-kelompok mesin serta peralatan bagi pembuatan produk-produk. Layout ini memiliki kelebihan antara lain

- Bersifat fleksibel sehingga dapat menghasilkan beberapa macam barang.
- Meskipun barang yang dikerjakan bermacam-macam, arus barang tidak terlalu simpang –siur.
- Biaya produksi lebih murah.

Adapun kelemahannya ialah sebagai berikut :

- Untuk menggunakan layout kelompok, kelompok produk yang memiliki kesamaan urutan proses harus jelas.
- Instruksi kerja harus jelas.
- Memerlukan pengawasan yang cermat.



Gambar 8.4 Layout Kelompok

4. Layout Posisi Tetap

ialah pengaturan fasilitas produksi dalam membuat barang dengan letak barang yang tetap atau tidak dipindah-pindah. Mesin, karyawan, serta fasilitas produksi yang lain berpindah-pindah mengelilingi barang yang dikerjakan sesuai dengan kebutuhan. Contohnya layout pembuatan jembatan , gedung, jalan dan layout penghijauan.

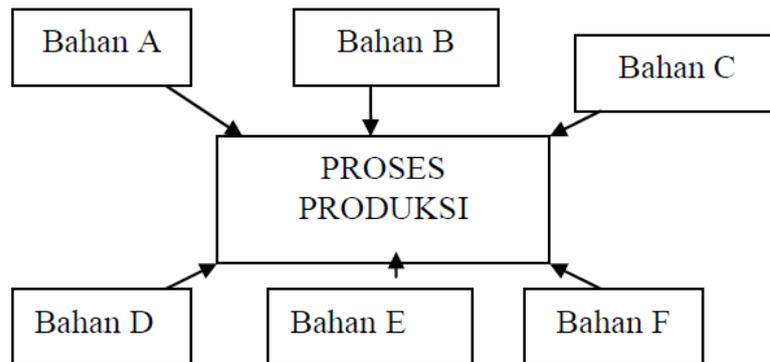
Kelebihan jenis layout ini antara lain:

- Fleksibel dapat ditetapkan pada setiap pekerjaan yang berbeda-beda.
- Dapat diletakkan dimana saja sesuai dengan kebutuhan.

- c. Tidak memerlukan bangunan gedung/pabrik.

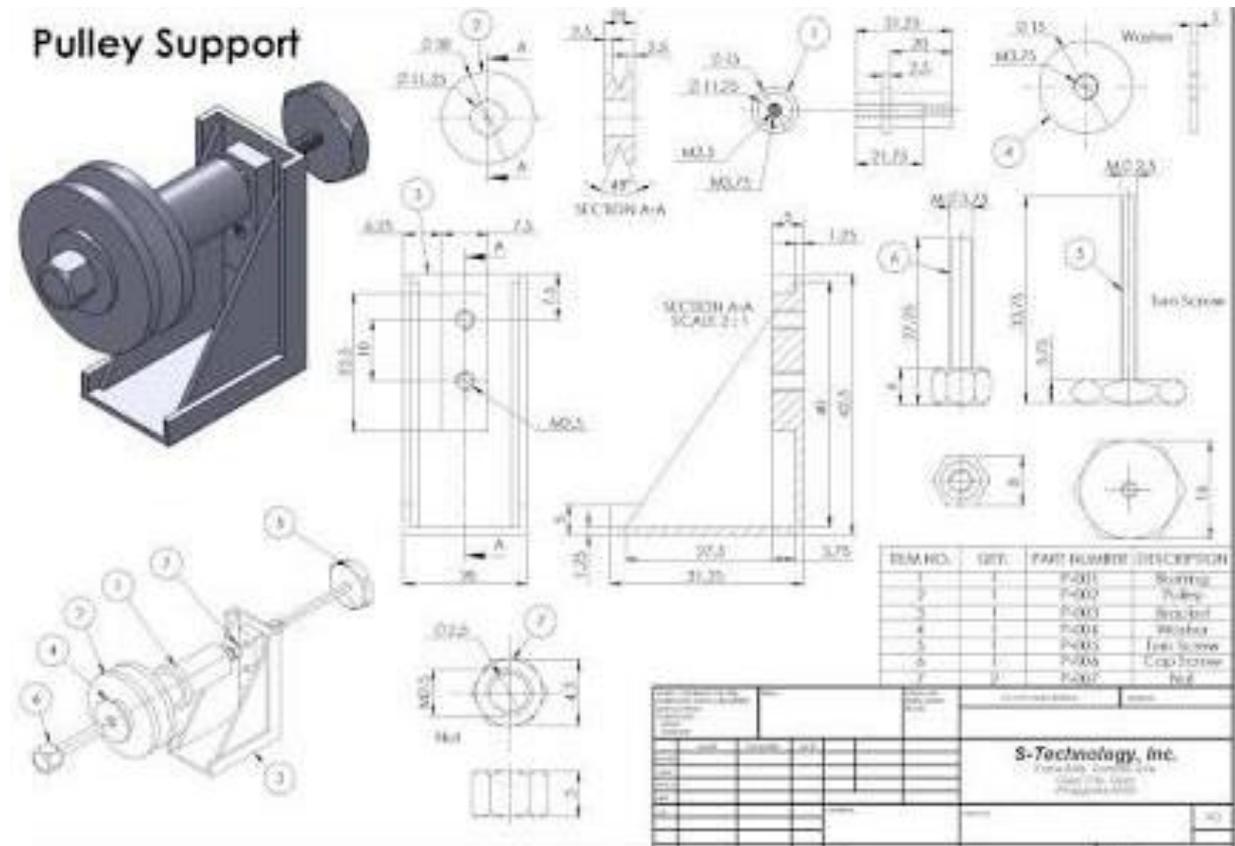
Kelemahan:

- a. Tidak ada standar atau pedoman yang jelas untuk merencanakan Layoutnya.
- b. Kegiatan pengawasan harus sering dilakukan dan relatif sulit.
- c. Keamanan barang disekitar tempat pembuatan barang harus dijaga dengan baik karena rawan pencurian.



Gambar 8.5 Layout Posisi Tetap

B. Contoh-contoh Gambar Assemblies



Gambar 8.6 Assembly

BAB 9

GAMBAR ULIR

9.1 Ulir dan Baut

Pada umumnya penyajian gambar harus menyatakan bentuk benda secara tepat. Untuk menghemat waktu penggambar dan pembaca telah ditetapkan cara-cara penyederhanaan gambar untuk beberapa elemen mesin. Cara ini juga dipergunakan untuk bagian benda atau elemen yang mengulang dan gambar bagan (skema). Elemen-elemen gambar tertentu diberi keterangan tujuan atau cara mempergunakan alat (tooling).

1. Penyederhanaan penyajian lubang senter

Lubang-lubang senter adalah elemen-elemen vital untuk proses pemesinan berputar seperti misalnya mesin bubut atau gerinda silindris khususnya untuk poros atau benda-benda sejenis.

Ada tiga macam lubang senter yang masing-masing harus ditentukan sesuai dengan fungsinya:

1. Lubang senter diperlukan pada bagian yang telah selesai
2. Lubang senter dapat diterima pada bagian yang telah selesai
3. Lubang senter tidak boleh terdapat pada bagian yang telah selesai.

Dalam hal lubang senter harus ada pada dasarnya bentuk dan ukurannya harus digambar tetapi tidak perlu digambar secara tepat karena lubang senter ini dibuat dengan mata bor standar. Keterangan paling penting dari lubang senter adalah lubang senternya harus atau boleh berada pada benda yang telah selesai. Tujuan lubang senter atau jenis lubang senter juga berguna. Gambar 1 memperlihatkan penyajian yang disederhanakan dari sebuah lubang senter dengan lambang dan catatan tujuan sesuai ISO/R 866, 2540 dan 2541.

Artinya pada penunjukan adalah:

Lubang senter ISO 2540 Jenis B adalah $d = 2,5 \text{ mm}$ dan $D = 8 \text{ mm}$

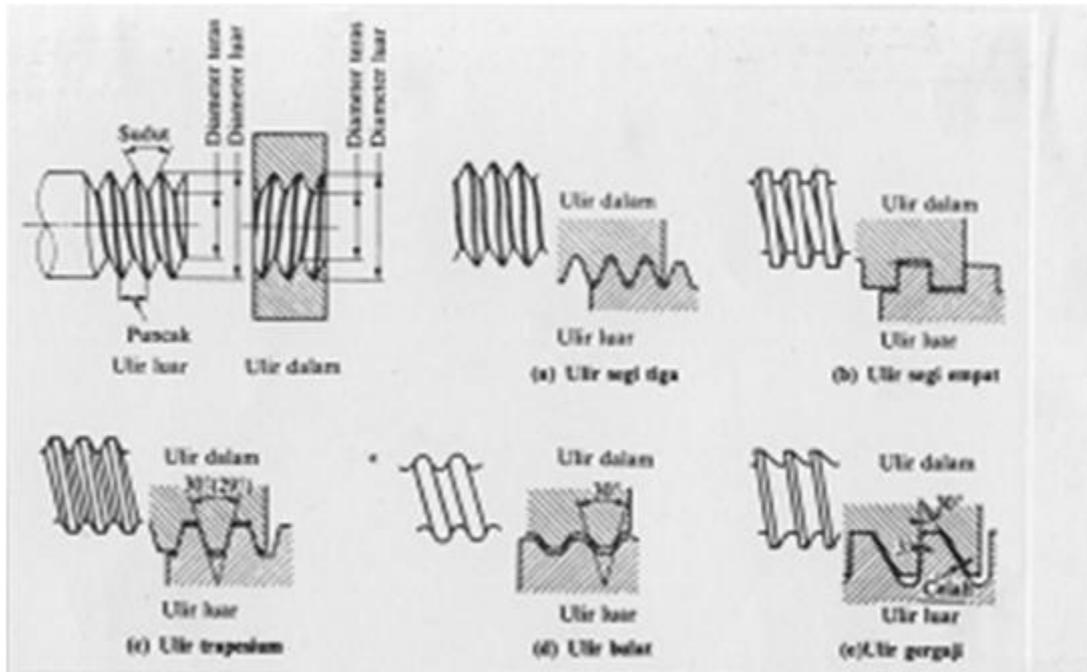
Perancang bebas untuk menentukan tujuan. Bila mana tujuannya tidak diperlukan maka garis penunjuknya dan catatannya dapat ditiadakan.

	Tejaan tidak diperinci	Tejaan diperinci
Lambang senter harus tetap berada pada bagian jadi.		
Lubang senter boleh tetap berada pada bagian jadi.		
Lubang senter harus dibuang pada barang jadi.		

Gambar 9.1 Penyajian lubang senter yang disederhanakan

2. Penyederhanaan gambar ulir dan bagian-bagian berulir.

Sambungan ulir sangat luas dipergunakan dalam mesin-mesin dan terdapat bermacam-macam jenis ulir. Jika diambil sebuah batang berulir baut misalnya dan kemudian dipotong memanjang maka akan terlihat penampang ulirnya. Tergantung dari jenis ulirnya, maka penampang ulir tersebut dapat berbentuk segitiga, segi empat trapesium, bulat dan sebagainya. Penampang-penampang ini dapat dililitkan melalui garis ulir didalam atau diluar suatu silinder. Dengan demikian akan terbentuk sebuah ulir dalam atau ulir luar. Untuk menggambar bentuk ulir-ulir tersebut diperlukan waktu dan pekerjaan yang lama dan membosankan bila digambar dengan proyeksi yang sebenarnya (Gambar 2). Sebagai gambar kerja, gambar demikian tidak ada artinya. Oleh karena itu ulir tidak digambar menurut gambar proyeksi yang sebenarnya tetapi digambar secara sederhana dan diperlengkapi dengan keterangan-keterangan seperti lambang, yang menyatakan jenis ulirnya, arah lilitannya ke kiri atau ke kanan, ulir tunggal atau ganda, jarak dan sebagainya.



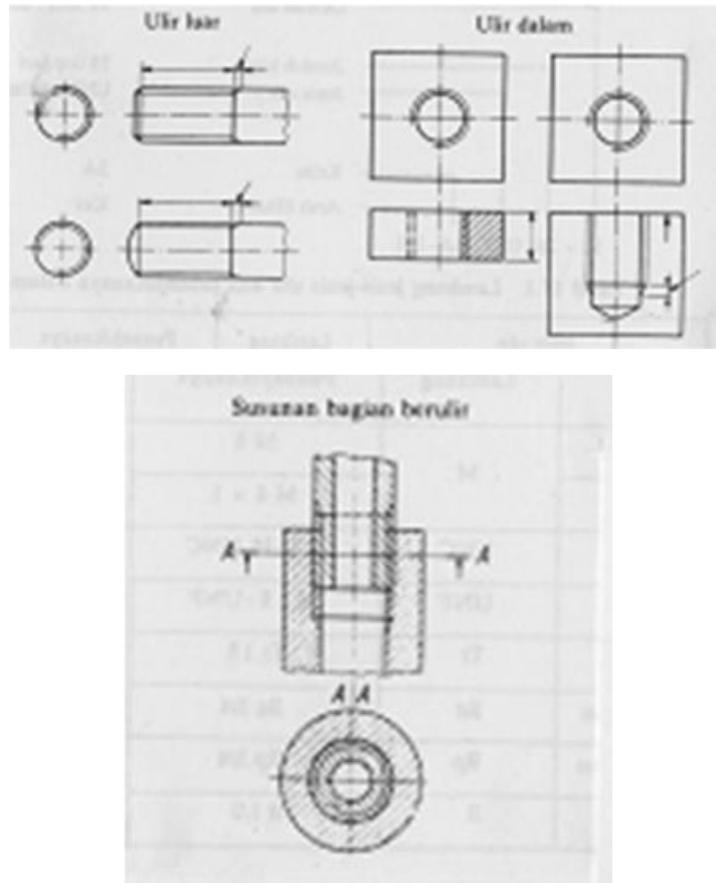
Gambar 9.2 Istilah dan jenis ulir

3. Gambar ulir

Pada umumnya ulir digambar secara sederhana dimana diameter luar ulir digambar dengan garis tebal dan diameter dalamnya dengan garis tipis atau sebaliknya (Gb. 11.3). Cara-cara menggambar ulir adalah sebagai berikut:

1. Diameter luar dari ulir luar dan diameter dalam dari ulir dalam digambar dengan garis tebal.
2. Diameter dalam, disebut juga diameter teras dari ulir luar dan diameter luar dari ulir dalam digambar dengan garis tipis.
3. Garis yang menunjukkan batas antara ulir lengkap dan tidak lengkap ditarik dengan garis tebal.
4. Menurut perjanjian, garis yang menunjukkan akar dari ulir tidak lengkap digambar dengan garis tipis yang membuat sudut 300 dengan sumbu baut.
5. Ujung lubang mata bor digambar dengan sudut puncak 1200.
6. Garis-garis batas ulir yaitu garis-garis yang menunjukkan batas dalam dan luar dari ulir digambar dengan garis gores bila ulirnya tersembunyi.
7. Bagian ulir yang dipotong diarsir sampai batas luarnya (Gambar 3).
8. Pada gambar proyeksi melintang akar ulir digambar sebagai bagian dari lingkaran biasanya tiga per empat lebih dengan garis tipis.

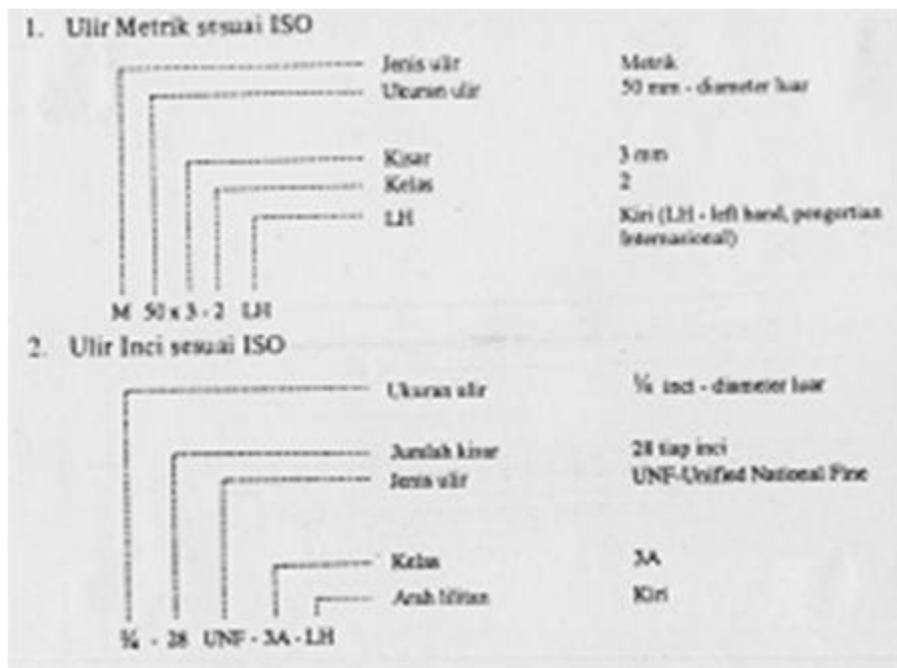
9. Dalam gambar susunan diameter luar ulir digambar dengan garis tebal (benda pejal tidak boleh dipotong memanjang) dan diameter dari ulir dalamnya digambar dengan garis tebal mulai dari batas ulir baut.



Gambar 9.3 Penyajian ulir

4. Penunjukkan ulir

Beberapa sifat ulir harus diperinci pada ujung garis penunjuk yang berpangkal pada diameter luar sesuai susunan dibawah ini. Contoh penunjukkan ulir:



Gambar 9.4 Ulir Metrik

Keterangan :

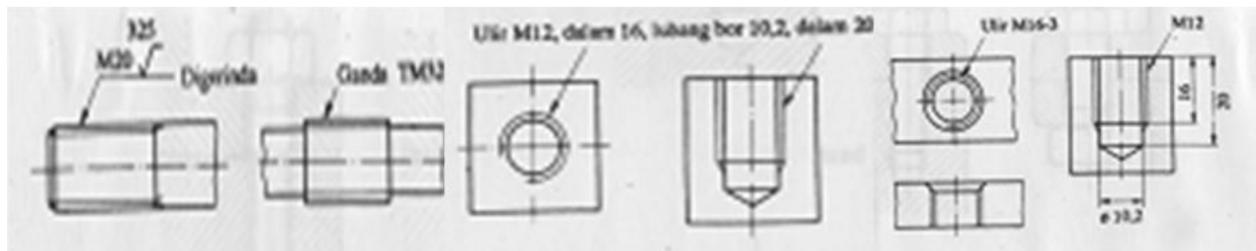
1. Ulir metrik ISO
2. Dalam hal ulir tunggal jumlah lilitannya tidak perlu disebutkan
3. Ukuran ulir dinyatakan dengan sebuah lambang yang menentukan jenis ulirnya(dengan huruf misalnya M untuk ulir metrik, W untuk ulir Withworth) diameter luar dan jarak antara atau jumlah ulir tiap inci.

Tabel 1. Lambang jenis-jenis ulir dan penunjukannya pada gambar

Jenis ulir		Lambang	Penunjukannya	Standar referensi
Ulir metrik kasar		M	M 8	
Ulir metrik halus			M 8 x 1	
Ulir Unified kasar		UNC	3/8 - 16 UNC	
Ulir Unified halus		UNF	No. 8 - UNF	
Ulir trapesium 30°		Tr	Tr 18	
Ulir pipa	Ulir dalam tirus	Rc	Rc 3/4	
	Ulir dalam lurus	Rp	Rp 3/4	
Ulir pipa luar selalu lurus		R	R 1/2	

5. Contoh-contoh bagian-bagian berulir

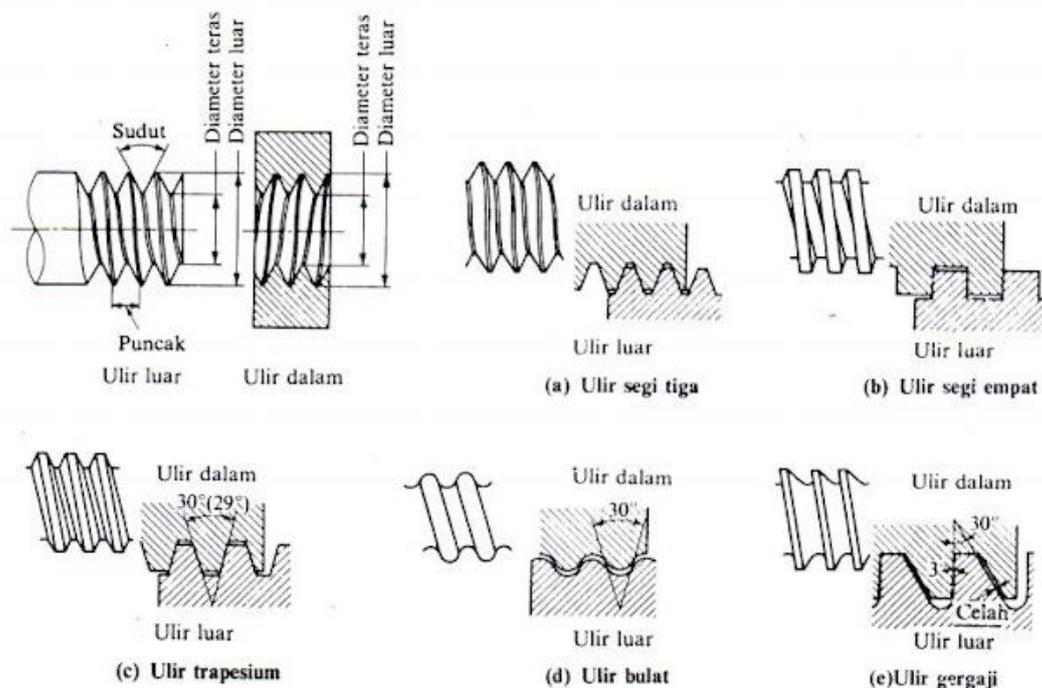
Contoh-contoh gambar bagian-bagian berulir diperlihatkan pada Gambar 4 yang menunjukkan jenis, ukuran, kelas dan konfigurasi permukaan ulir.



Gambar 9.5 Contoh gambar bagian-bagian berulir

6. Jenis-Jenis Ulir/Drat Bagian II (Cara Membaca dan Menggambar Ulir)

Sambungan ulir sangat luas di pergunakan dalam mesin-mesin, dan terdapat bermacam-macam jenis ulir. Jika diambil sebuah batang berulir, baut umpamanya, dan kemudian dipotong memanjang, maka akan terlihat penampang ulirnya. Tergantung dari jenis ulirnya, maka penampang ulir tersebut dapat berbentuk: segi tiga, segi empat, trapesium, bulat dsb.nya. Penampang-penampang ini dapat dililitkan melalui garis ulir di dalam atau di luar suatu silinder. Dengan demikian akan terbentuk sebuah ulir dalam atau ulir luar.



Gambar 9.6 Bentuk-bentuk Ulir

Untuk menggambar bentuk- bentuk ulir tersebut diperlukan waktu dan pekerjaan yang lama dan membosankan, bila digambar dalam proyeksi sebenarnya (Gambar 5). Sebagai gambar kerja, gambar demikian tidak ada artinya. Oleh karena itu, ulir tidak digambar menurut gambar proyeksi yang sebenarnya, tetapi digambar secara sederhana dan diperlengkapi dengan keterangan-keterangan, seperti lambang, yang me nyatakan jenis ulirnya, arah lilitannya, ke kiri atau ke kanan, ulir tunggal atau ganda, jarak antara, dsb.

Pada umumnya ulir digambar secara sederhana, di mana diameter luar ulir digambar dengan garis tebal dan diameter dalamnya dengan garis tipis atau sebaliknya, dapat dilihat pada gambar 6 cara menggambar nya adalah sbb :

1. Diameter luar dari ulir luar dan diameter dalam dari ulir dalam digambar dengan garis tebal.

Diameter dalam, disebut juga diameter teras, dari ulir luar, dan diameter luar dari ulir dalam digambar dengan garis tipis.

2. Garis yang menunjukkan batas antara ulir lengkap dan tidak lengkap, ditarik dengan garis tebal.

Menurut perjanjian garis yang menunjukkan akar dari ulir tidak lengkap digambar dengan garis tipis, yang mcmbuat sudut 30° dengan sumbu baut.

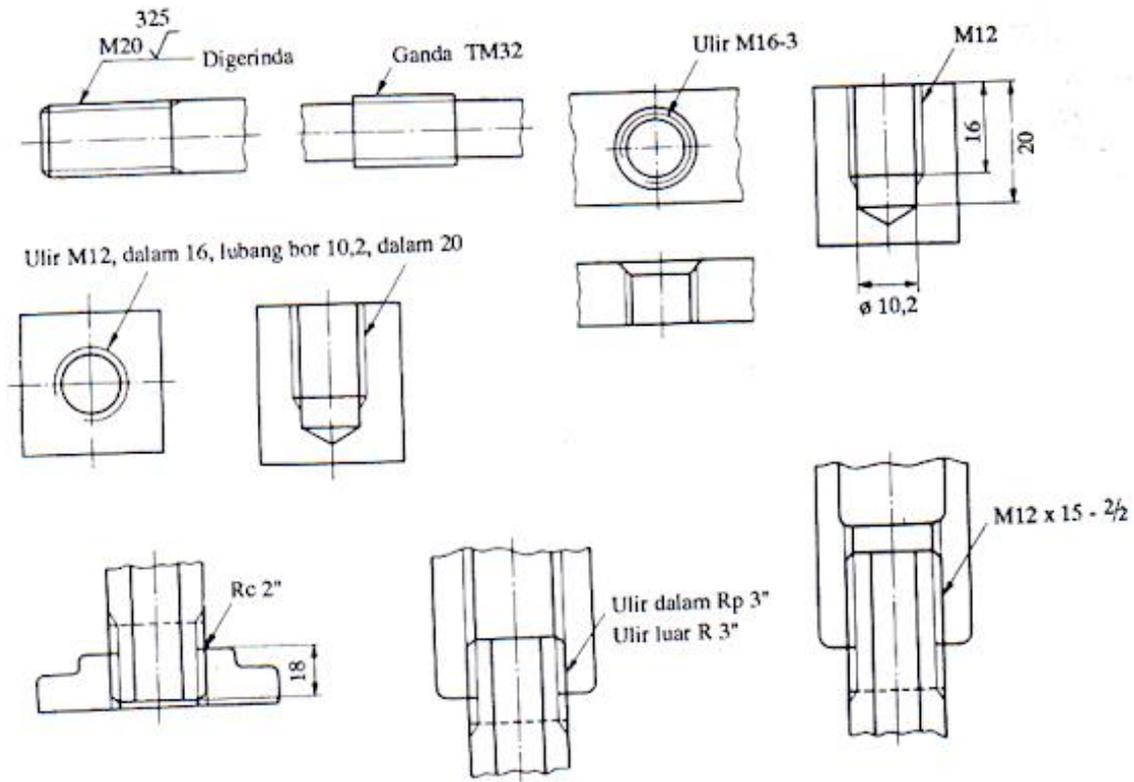
3. Ujung lubang mata bor digambar dengan sudut puncak 120° .

Garis-garis batas ulir, yaitu garis-garis yang menunjukkan batas dalam dan luar dari ulir, digambar dengan garis gores, bila ulirnya tersembunyi.

4. Bagian ulir yang dipotong, diarsir sampai pada batas luarnya .

5. Pada gambar proyeksi rnelintang, akar ulir digambar sebagai bagian dari lingkaran, biasanya tiga perempat lebih, dengan garis tipis.

6. Dalam gambar susunan diameter luar ulir digambar dengan garis tebal (ingat benda pejal tidak boleh dipotong memanjang), dan diameter dari ulir dalamnya digambar dengan garis tebal mulai dari batas ulir baut.



Gambar 9.7 Penyajian Ulir

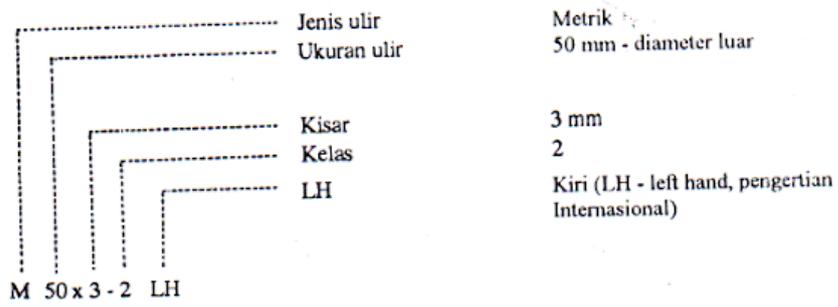
7. Penunjukan ulir

Beberapa sifat ulir harus diperinci pada ujung garis penunjuk, yang berpangkal pada diameter luar, sesuai susunan di bawah ini:

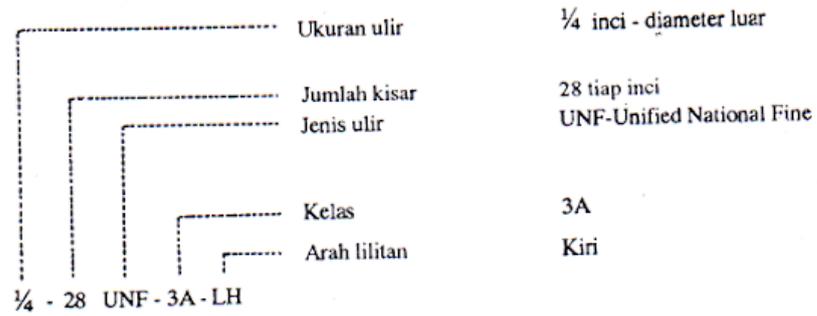
Contoh penunjukan ulir :

Jenis ulir	Lambang	Penunjukannya	Standar referensi	
Ulir metrik kasar	M	M 8		
Ulir metrik halus		M 8 × 1		
Ulir Unified kasar	UNC	3/8-16 UNC		
Ulir Unified halus	UNF	No. 8-UNF		
Ulir trapesium 30°	Tr	Tr 18		
Ulir pipa	Ulir dalam tirus	Rc		Rc 3/4
	Ulir dalam lurus	Rp		Rp 3/4
Ulir pipa luar	selalu lurus	R		R 1/2

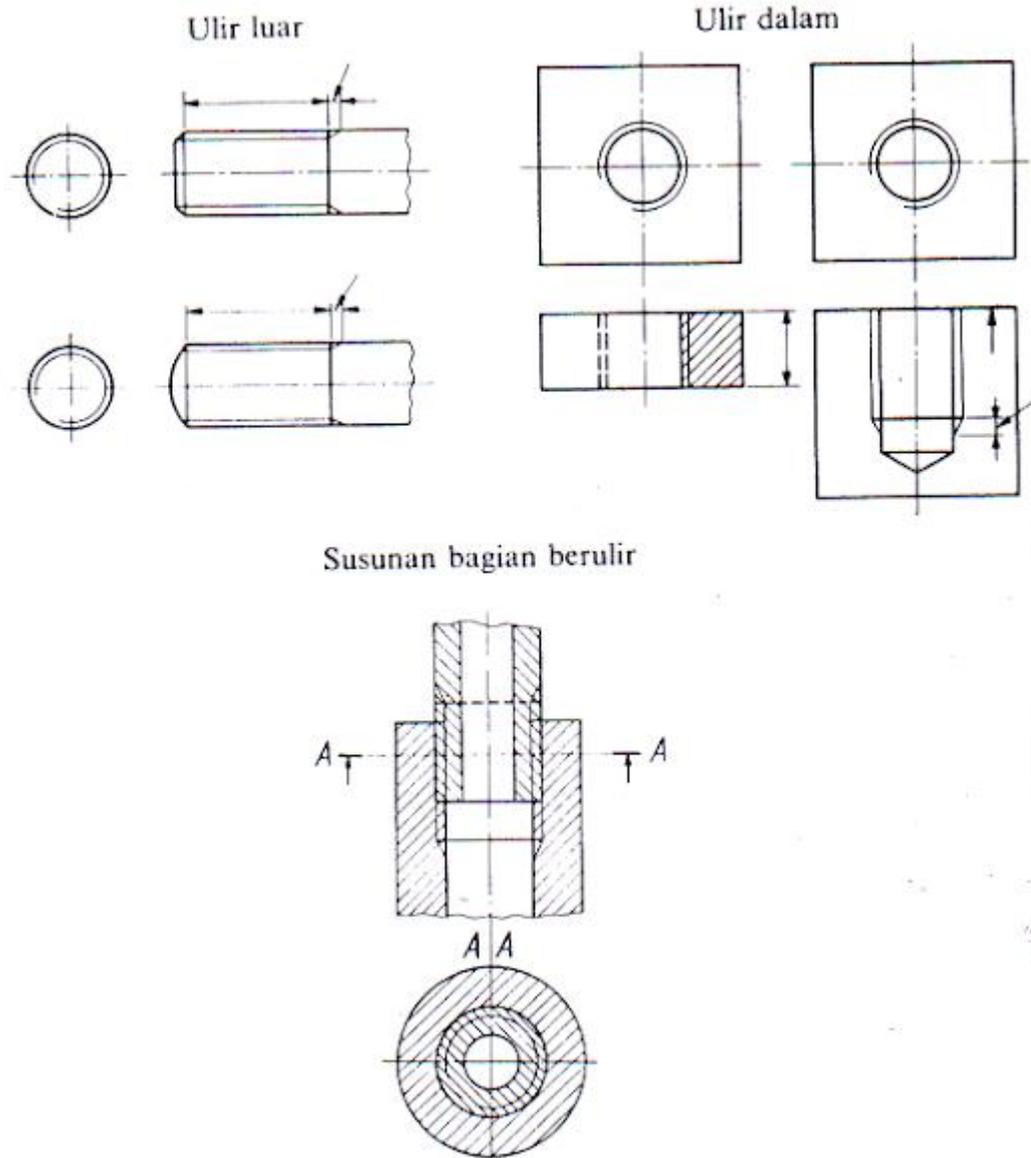
1. Ulir Metrik sesuai ISO



2. Ulir Inchi sesuai ISO



Gambar 9.8 Keterangan pada Ulir



Gambar 9.9 Cara Penunjukkan Ulir

Bila jenis ulir adalah ulir tunggal, maka jumlah lilitannya tidak perlu disebut. Ukuran ulir dinyatakan dengan sebuah lambang, yang menentukan jenis ulirnya (dengan huruf, misalnya M untuk ulir metrik, W untuk ulir Withworth dsb.), diameter luar dan jarak antara atau jumlah ulir tiap inci. Contoh-contoh gambar bagian-bagian berulir diperlihatkan pada gambar 3 menunjukkan jenis, ukuran, kelas dan konfigurasi permukaan ulir.

BAB 10

PENGENALAN AUTOCAD

10.1 Pendahuluan

AutoCAD adalah sebuah program perangkat lunak (*software*) CAD yang berfungsi untuk membuat gambar rancangan dengan bantuan komputer, yang memungkinkan pengguna untuk membuat gambar 2 dan 3 dimensi secara presisi, yang digunakan di dalam bidang konstruksi dan manufaktur. Autocad merupakan salah satu *software* yang cukup populer dengan keunggulannya dalam mengembangkan produk-produknya.

AutoCAD dikembangkan oleh Autodesk, AutoCAD pertama kali dirilis pada Desember 1982 sebagai aplikasi desktop yang berjalan pada mikrokomputer dengan pengontrol grafis internal. AutoCAD digunakan dalam industri, oleh arsitek, manajer proyek, insinyur, desainer grafis, perencana kota dan profesional lainnya. Secara keseluruhan software ini digunakan untuk menggambar Mechanical drawing, Civil Drawing, Isometric Drawing, dan gambar teknik lainnya.

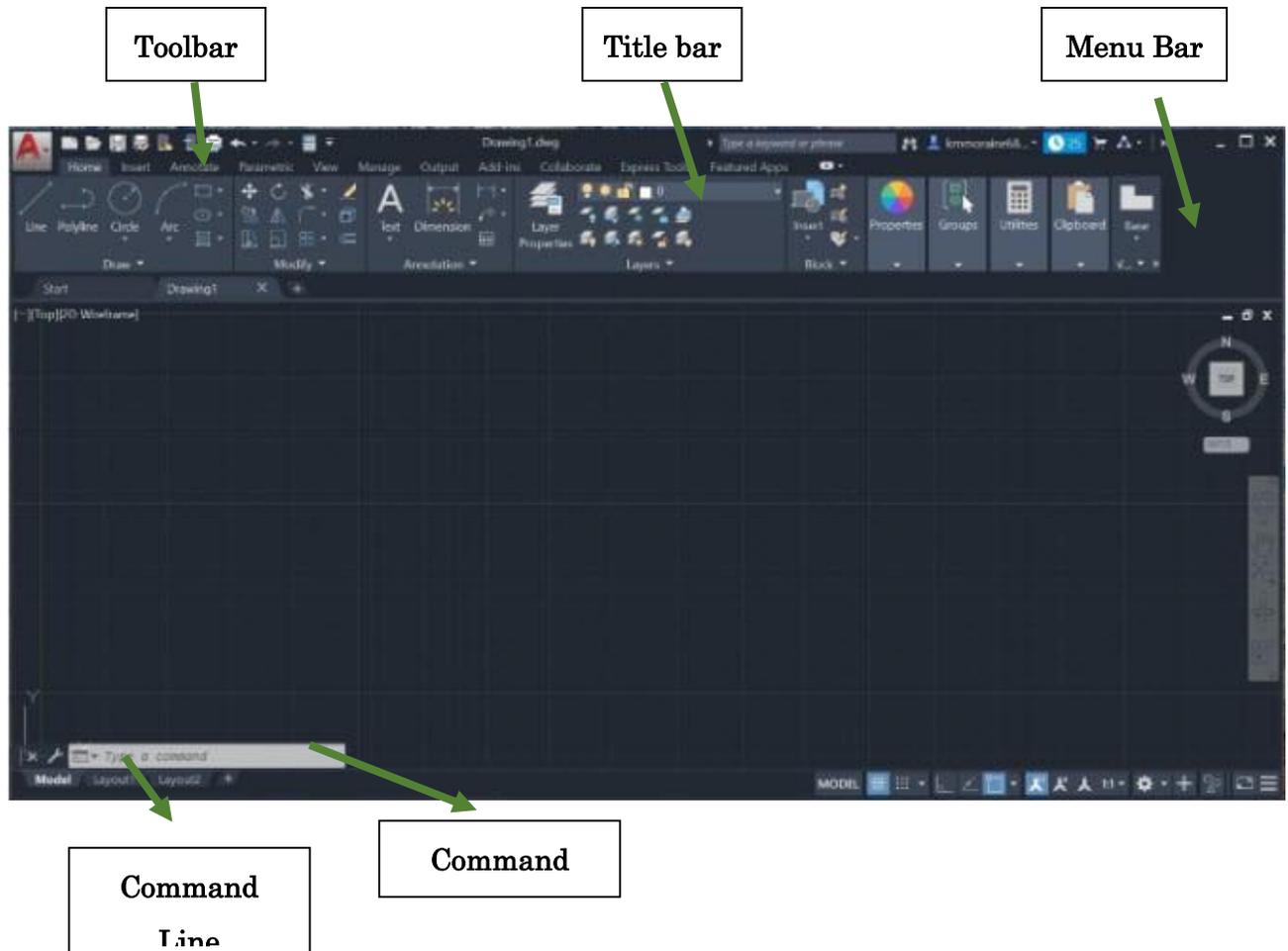
AutoCAD dapat membuat gambar 2D dan model 3D atau konstruksi yang dapat digambar dengan tangan. Program ini juga memungkinkan pengguna untuk mengelompokkan atau melapisi objek, menyimpan objek dalam database untuk penggunaan di masa mendatang, dan memanipulasi properti objek, seperti ukuran, bentuk, dan lokasi. Program Autocad memiliki fasilitas agar gambar rancangan yang dibuat dapat dibaca dengan program lain, yaitu dengan memberi format file yang berekresi DWG, DXT, DWT, DXB, SLD, IDES, 3DS, sehingga suatu saat dapat dilanjutkan kembali atau diperbaiki menggunakan program lain.



Gambar 10.1 AutoCAD Mechanical

2. Pengenalan Interface AutoCAD Mechanical

Program AutoCAD yang telah dirunning selanjutnya akan masuk kedalam tampilan utama AutoCAD yang biasa disebut bidang gambar kerja atau workspace, seperti yang diperlihatkan pada gambar 10.2.



Gambar 10.2 Gambar kerja atau workspace AutoCAD

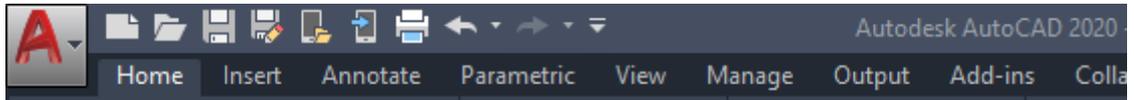
Lembar gambar kerja atau *workspace* pada software autocad memiliki elemen-elemen sebagai berikut:

- Area kerja dengan background hitam (area gambar).
- **Command Line** untuk menulis perintah.
- **Status Line**, yaitu tombol yang interaktif yang digunakan bersama pada saat menggambar.
- **Title bar** dibagian paling atas jendela Autocad yang menampilkan nama program dan dokumen yang sedang digunakan atau aktif.
- **Main menu**, dimana perintah diakses dengan klik dan akan menampilkan menu berikutnya.

- **Toolbar**, yaitu berupa simbol-simbol perintah yang sangat praktis penggunaannya.

2.1 Toolbar Standard

Toolbar Standard digunakan untuk membuat layar kerja baru, membuka file, menyimpan file, plot (print), dan lain-lain. Gambar toolbar standard diperlihatkan pada gambar 10.3..



Gambar 10.3 Toolbar standard

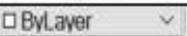
2.2 Toolbar Project Properties

Toolbar project properties ini berupa tombol perintah yang digunakan untuk mengatur semua hal yang terkait dengan object, seperti: warna, tebal garis, jenis garis, dan layer. Gambar toolbar project properties diperlihatkan pada gambar 10.4. Adapun fungsi dari toolbar project properties diperlihatkan pada tabel 2.1.



Gambar 10.4 Toolbar project properties

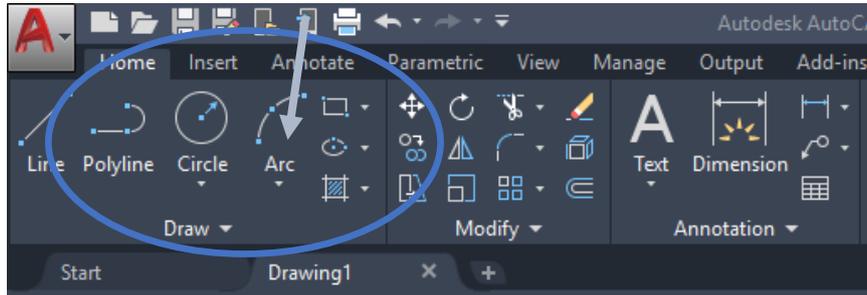
Tabel 2.1 Fungsi toolbar project properties

IKON	FUNGSI
 Colour	Digunakan untuk merubah warna object
 Line Type	Digunakan untuk merubah tipe sambungan garis
 Lineweight	Digunakan untuk merubah tingkat ketebalan garis

2.3 Toolbar Drawing

Toolbar drawing ini berupa tombol perintah yang digunakan untuk membuat garis, lingkaran, polygon, segi empat, elips, polyline, construction line, arc, dan lain sebagainya. Gambar toolbar drawing diperlihatkan pada gambar 10.5, Sedangkan fungsi dari toolbar drawing diperlihatkan pada tabel 2.2.

Toolbar Drawing



Gambar 10.5 Toolbar Drawing

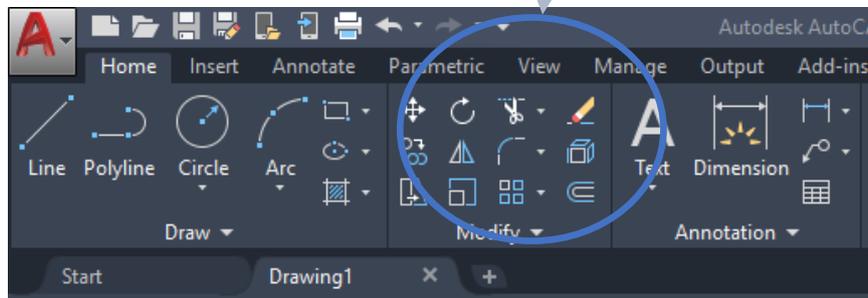
Tabel 2.2 Fungsi Toolbar Drawing

IKON	FUNGSI
Line	Toolbar yang digunakan untuk membuat garis tunggal;
Construction line	Digunakan untuk membuat garis yang panjangnya tak hingga, atau biasanya digunakan sebagai garis pertolongan;
Polyline	Membuat <i>object</i> garis yang bersifat tertutup atau menyatu;
Polygon	Membuat <i>object</i> geometri minimal 3 buah dan maksimal 1024 sisi;
Rectangle	Membuat <i>object</i> bidang persegi panjang;
Arch/ Busur	Membuat <i>object</i> lengkung/ garis busur;
Circle	Untuk membuat <i>object</i> lingkaran;
Reveloud	Membuat <i>object</i> lengkung yang digunakan sebagai <i>object</i> pelingkup;
Spline	Digunakan untuk membuat <i>object</i> kurva yang fleksibel;
Elips	Untuk membuat <i>object</i> Elips;
Elips Arch	Membuat <i>object</i> lengkung elips yang terbuka disalah satu sisinya;
Insert Blok	Memasukan <i>object</i> blok yang telah dibuat sebelumnya;
Make Blok	Membuat blok baru;
Draw Point	Menggambar titik untuk penanda;
Boundary Hatch	Memberi garis arsiran pada sebuah <i>object</i> ;
Region	Membuat batas yang menghasilkan <i>object</i> baru dengan mengacu <i>object</i> yang dipilih;
Multiline Text	Membuat <i>object</i> text.

2.4 Toolbar Modify

Toolbar modify berisi perintah-perintah untuk memodifikasi objek, seperti menghapus, memperbanyak objek, memperbanyak objek yang berhadapan, menggandakan objek lebih dari satu objek secara tegak lurus, memutar posisi, memindahkan objek dan lain-lain sebagainya. Toolbar modify diperlihatkan pada gambar 10.6, serta fungsi dari toolbar modify terlihat pada tabel 2.3.

Toolbar Modify



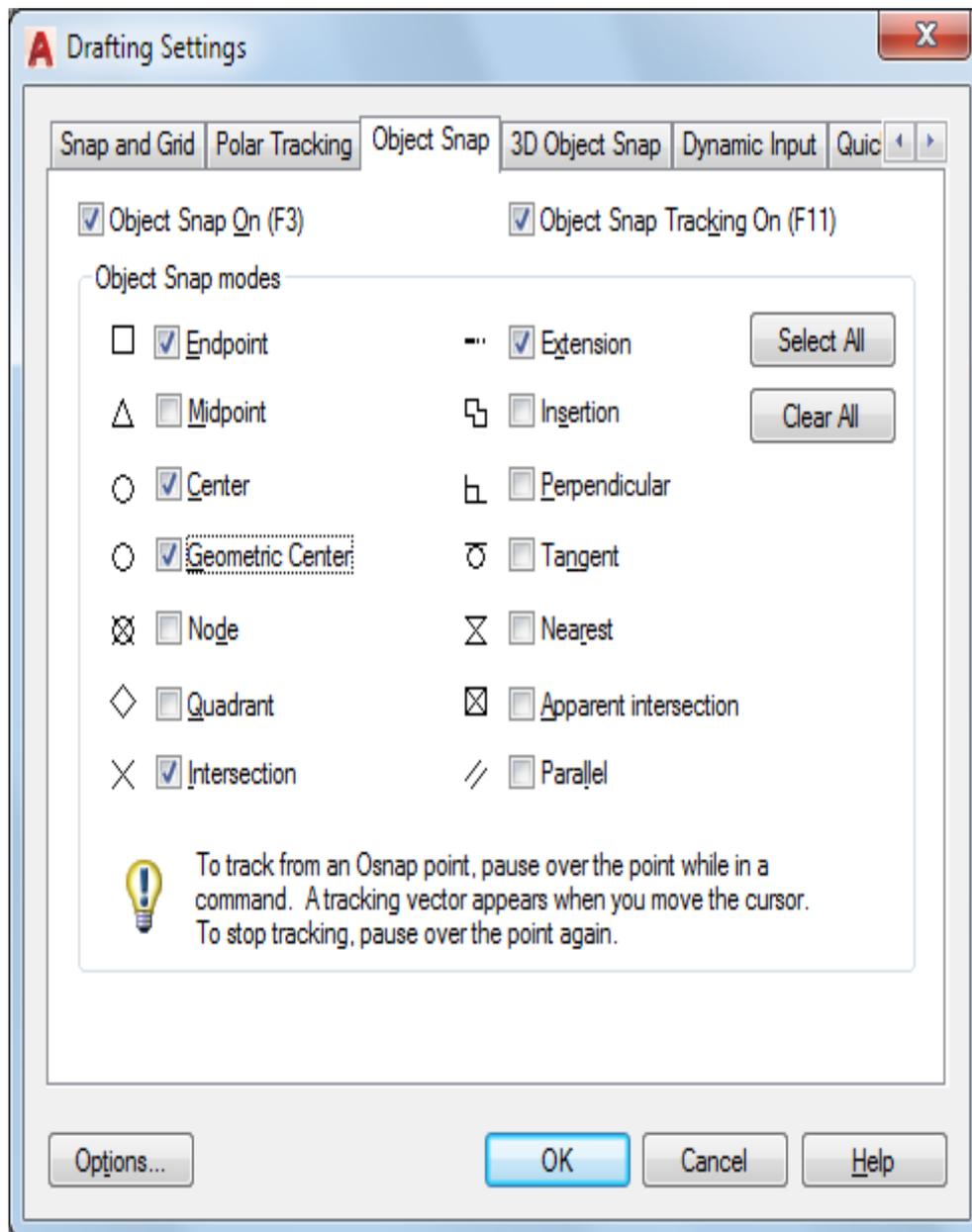
Gambar 10.6 Toolbar Modify

Tabel 2.5 Fungsi dari toolbar modify

IKON	FUNGSI
Erase	Untuk menghapus <i>object</i> yang dipilih;
Copy object	Melakukan penduplikatan <i>object</i> yang sama;
Mirror	Digunakan untuk mengcopy <i>object</i> yang berhadapan;
Offset	Membuat duplikat garis/ <i>object</i> dengan jarak tertentu;
Array	Menduplikatkan <i>object</i> lebih dari satu secara tegak lurus, baik searah sumbu X maupun sumbu Y;
Move	Memindahkan <i>object</i> dari satu titik ke titik lain;
Rotate	Memutar posisi <i>object</i> searah X dan Y saja;
Scale	Melakukan proses skala agar <i>object</i> dapat diperbesar maupun diperkecil dari ukuran semula;
Stretch	Meregangkan suatu <i>object</i> pada satu arah tertentu sejajar sumbu X atau sumbu Y saja;
Trim	Untuk memotong garis yang saling berpotongan;
Extend	Untuk menambahkan panjang garis hingga bersinggungan dengan garis lainnya;
Break	Digunakan untuk merobek <i>object</i> /garis tertentu, tetapi tidak merubah dari bentuk awalnya;
Break at point	Digunakan untuk merobek <i>object</i> / garis tertentu hingga <i>object</i> yang tadinya tertutup dapat dibuka;
Chamfer	Memotong sudut tertentu pada sebuah <i>object</i> yang terletak pada ujung sudut <i>object</i> tertentu, dengan jarak tertentu yang berbentuk garis lurus;
Fillet	Sama seperti Chamfer, hanya saja Fillet menggunakan Radius sehingga hasilnya berbentuk lengkungan;
Explode	Untuk menghancurkan suatu <i>object</i> tertentu sehingga tidak berbentuk garis polyline tertutup lagi, tetapi hanya menjadi line biasa yang sifatnya terbuka.

2.5 Drafting Setting

Drafting setting berada dibagian kanan paling bawah. Didalam Status Bar terdapat beberapa tombol control dan beberapa informasi ini berisi koordinat X,Y, dan Z yang selalu berubah nilainya setiap kali kita menggerakkan cursor. Perintah yang ada pada drafting setting adalah snap, ortho, koordinat, grid, osnap, otrack, lwt dan model, seperti yang diperlihatkan pada gambar 10.6, sedangkan fungsi dari jenis perintah yang ada pada drafting setting diperlihatkan pada tabel 2.6.



Gambar 10.6 Drafting setting pada AutoCAD

Tabel 2.6 Fungsi dari jenis perintah pada Drafting setting

IKON	FUNGSI
KOORDINAT	Merupakan informasi X,Y, dan Z, yang menunjukkan posisi mouse berada
SNAP	Untuk mengunci pergerakan cross hair pada titik-titik grid. Efek pergerakan cross hair adalah seperti patah-patah
GRID	Untuk menampilkan atau menyembunyikan titik-titik grid dilayar
ORTHO	Untuk membantu dalam menggambar <i>object</i> agar garis selalu tegak lurus sejajar sumbu X dan Y apabila dalam keadaan ON, namun jika dalam keadaan OFF maka garis yang dibuat memungkinkan berbentuk menyerong
POLAR	Menampilkan jejak suatu titik tertentu terhadap <i>object</i> lain, yang ditampilkan adalah koordinat sudut yang ditunjuk;
OSNAP	Merupakan singkatan dari <i>object snap</i> . Fungsinya untuk mengunci pergerakan cross hair dititik tertentu pada <i>object</i> akan ditandai dengan ikon-ikon berbeda pada tiap titik yang ditunjuk;
OTRACK	Singkatan dari <i>object Tracking</i> . Fungsinya hampir mirip dengan POLAR. Berfungsi untuk menampilkan jejak suatu titik awal terhadap <i>object</i> yang ditunjuk tersentuh oleh cross hair
LWT	Untuk menampilkan perbedaan tebal garis yang dibuat dilembar kerja, namun dalam kondisi mati perbedaan tebal garis tidak ditunjukkan
MODEL	Untuk melihat <i>object</i> yang telah kita buat sehingga dapat terlihat tampilannya dapat diperbesar maupun diperkecil dengan menggunakan scroll tetapi tidak merubah ukurannya.

2.6 Command Line

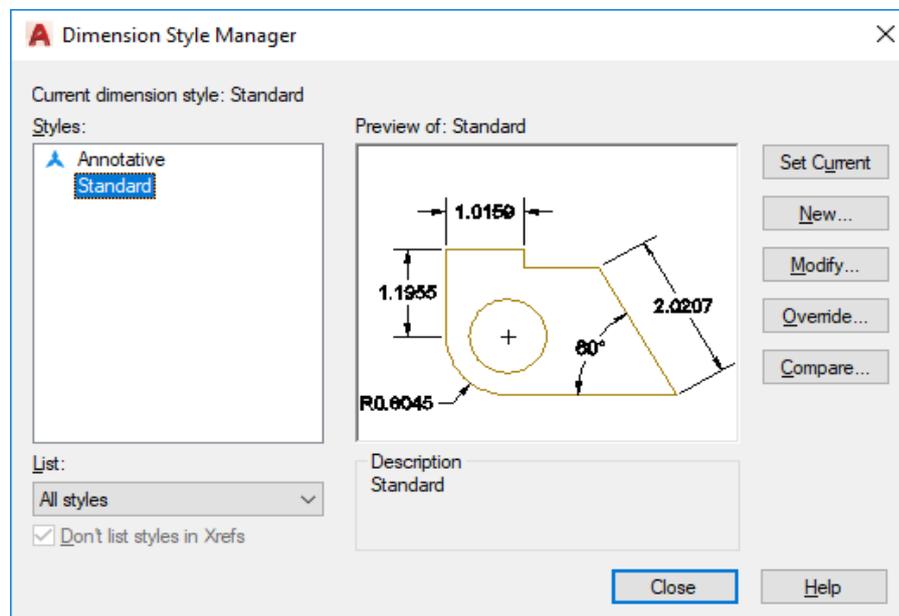
Command Line adalah tempat untuk mengetikkan perintah, nilai, dan besarnya sudut dan lain-lain pada saat sketsa gambar. Lalu pada bagian atasnya terdapat Command Windows yang menampilkan informasi dan tuntunan langkah setiap perintah yang dimasukkan untuk membentuk sebuah object, seperti yang diperlihatkan pada gambar 10.7, sedangkan fungsi dari jenis perintah yang ada pada drafting setting diperlihatkan pada tabel 2.7.



Gambar 10. 7 Tempat perinah Command Line

2.7 Dimension Style Manager

Dimension style manager berfungsi untuk mengatur ukuran line, text, simbol dan anak panah, jarak, Satuan Unit (Primary Units), dan toleransi. Dengan menu command line dapat dilakukan dengan klik D ↵ (Enter), lalu akan menampilkan interface seperti yang ada digambar 10.8, lalu memilih Modify.



Gambar 10.8 Interface Dimensioning Style Manager

2.8 Perintah Cepat dengan Command Line pada AutoCAD

Perintah yang digunakan dengan menggunakan command line pada autocad merupakan cara yang cepat dan praktis dalam proses menggambar atau sketsa suatu objek tanpa harus mengklik icon perintah pada toolbar drawing. Adapun perintah singkat pada command line adalah sebagai berikut :

Tabel 2.7 Perintah Cepat dengan Command Line pada AutoCAD

ACTION	COMMAND	SHORTCUT	ARTI
DRAW	LINE	L	GARIS
	POLYLINE	PL	GARIS SAMBUNG
	SPLINE	SPL	GARIS SAMBUNG TAK BERATURAN
	RECTANG	REC	BUJUR SANGKAR
	CIRCLE	C	LINGKARAN
	POLYGON	POL	SEGI BANYAK
	ARC	A	GARIS LENGKUNG
	DONUT	DO	DONAT
	ELLIPSE	EL	ELIPS
	XLINE	XL	GARIS TANPA UJUNG
	LE	LEADER	TANDA PANAH
	REVISION CLOUD	REVCLOUD	AWAN
	MODIFY	COPY	CO
ERASE		E	MENGHAPUS OBJECT
MIRROR		MI	CERMIN
TRIM		TR	MENGHAPUS OBJECT PERSILANGAN
FILLET		F	SIKU RADIUS
CHAMFER		CHA	SIKU MIRING
BREAK		BR	MENGHAPUS GARIS FLEKSIBEL
ROTATE		RO	MEMUTAR OBJECT
OFFSET		O	SKALA SEJAJAR/PARALEL
ARRAY		AR	MENGGANDAKAN OBJECT SECARA TERSTRUKTUR
HATCH		H	MATERIAL
SCALE		SC	SKALA
STRETCH		S	MENERUSKAN UKURAN GAMBAR
MOVE		M	MEMINDAH OBJECT
MOVE PREVIEW		M+P	Ngg-BLOK OBJECT YG SEBELUMNYA SUDAH DI PILIH
EXTEND		EX	MENYAMBUNG/MENERUSKAN GARIS
PEDIT		PE	PENGATURAN GARIS
JOIN		J	MENGGABUNGAN GARIS
REGEN		RE	UNTUK MEREGENERASI GAMBAR
EXPLODE		X	MEMECAHKAN OBJECT
DRAWORDER		DR	LAPISAN TAMPILAN OBJECT
EXTERNAL		XR	TUMPUKAN EXREFF
REFEDIT		REFEDIT	MERUBAH
MTEXT		T	MEMBUAT TEXT MULTIMEDIA
MATCHPROP		MA	MENYAMAKAN OBJECT
LINETYPE		LT	MENGAUR SKALA & JENIS GARIS

2.9 Membuat dimensi linier pada AutoCAD

Pembuatan dimensi linier dikerjakan dengan penggunaan garis dimensi horizontal, vertikal, dan sejajar, membuat dimensi garis dasar atau rantai. Prosesnya dapat dilakukan dengan menempatkan garis dimensi pada sudut ke garis ekstensi, atau buat garis ekstensi miring.

1. Membuat Dimensi Horizontal, Vertikal, atau Lurus.



- Klik Annotate tab > Dimensions panel > Dimension
- Pilih satu baris atau tentukan titik asal jalur ekstensi pertama dan kedua.
- Pindahkan perangkat pengarah ke posisi dan orientasi dimensi yang diinginkan.
- Sebelum menentukan lokasi garis dimensi, dapat dilakukan mengedit atau memutar teks.
- Klik untuk menempatkan garis dimensi.
- Ulangi langkah untuk melanjutkan pengukuran dimensi atau tekan Enter untuk mengakhiri pengukuran dimensi.

2. Membuat Dimensi Linear dengan Garis Ekstensi Lentukan

- Klik Annotate tab > Dimensions panel > Linear. 
- Tentukan asal jalur ekstensi pertama dan kedua.
- Saat diminta, masukkan r (Diputar).
- Masukkan sudut untuk garis dimensi.
- Klik untuk menempatkan garis dimensi.

3. Membuat Dimensi Lanjutan atau Rantai

- Klik Annotate tab > Dimensions panel > Continue. 

- Jika diminta, pilih dimensi untuk melanjutkan.

Catatan: Prompt ini dilewati jika asal jalur ekstensi pertama dapat diasumsikan dari asal jalur ekstensi kedua dari dimensi linier atau sudut yang dibuat terakhir.

- Gunakan bidikan objek untuk menentukan asal garis ekstensi tambahan.
- Tekan Enter dua kali untuk mengakhiri perintah.

4. Membuat Dimensi Baseline

- Klik Annotate tab ► Dimensions panel ► Baseline.



- Jika diminta, pilih dimensi dasar.

Catatan: Permintaan ini dilewati jika asal jalur ekstensi pertama dapat diasumsikan dari dimensi linier atau sudut yang dibuat terakhir.

- Gunakan snap objek untuk memilih asal garis ekstensi kedua, atau tekan Enter untuk memilih dimensi apa pun sebagai dimensi dasar. Garis dimensi kedua secara otomatis terletak pada jarak yang ditentukan oleh opsi Spasi Garis Dasar di tab Dimensi Style Manager, Lines.
- Gunakan snap objek untuk menentukan asal garis ekstensi berikutnya.
- Lanjutkan untuk memilih asal garis ekstensi seperlunya.
- Tekan Enter dua kali untuk mengakhiri perintah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Colin H. Simmons, (2009), Manual of Engineering Drawing 3rd Edition, Elsevier
2. David A. Madsen, (2011), Engineering Drawing and Design 5th Edition, Approved Publication.
3. K Morling, (1974), Geometric and Engineering Drawing, Butterworth-Heinemann
4. Bielefeld, B. (2010). Gambar Teknik. Penerbit Erlanga
5. Autodesk.,(2019). Autocad version 2019.