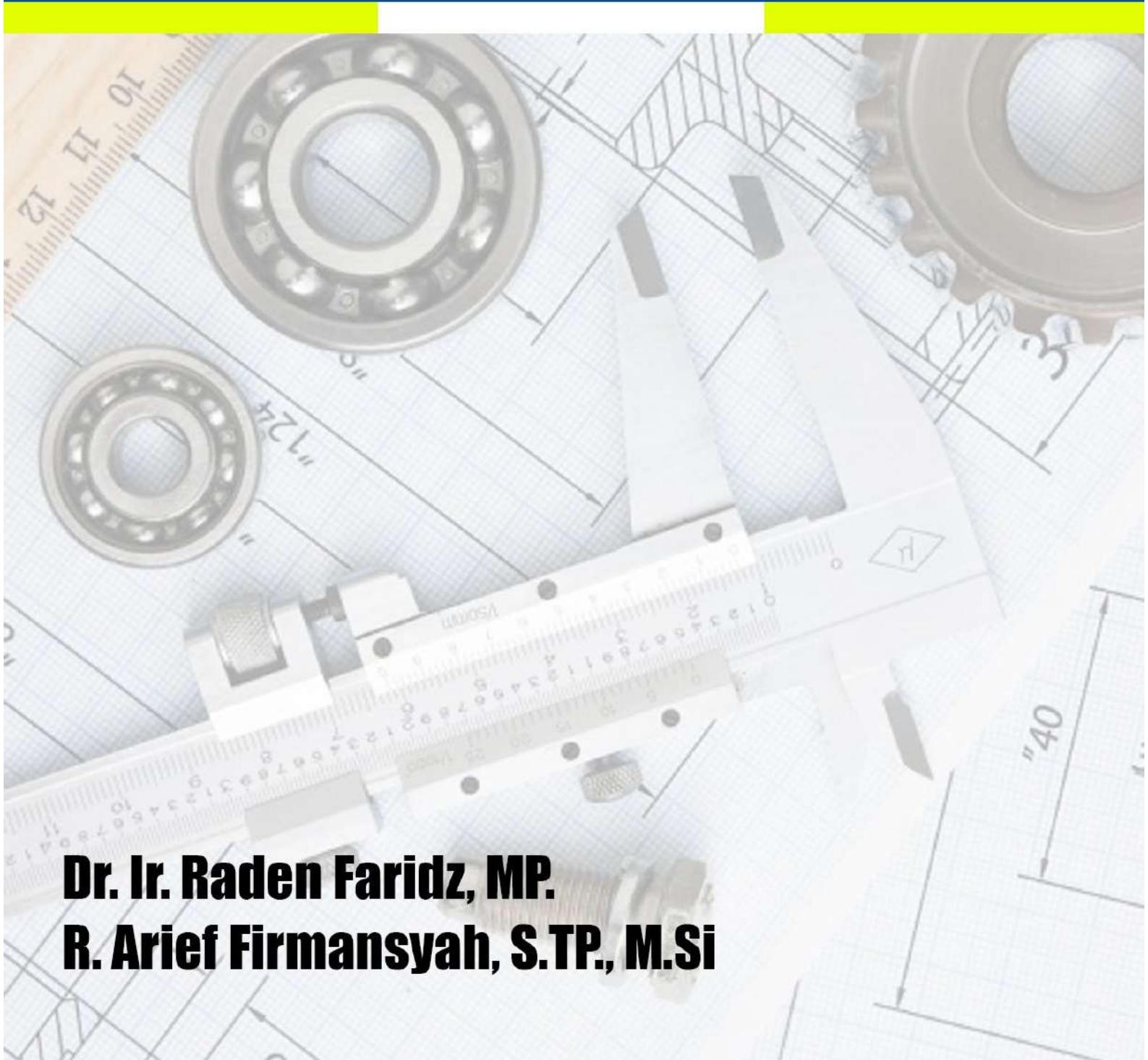


MEMAHAMI PRINSIP GAMBAR TEKNIK



**Dr. Ir. Raden Faridz, MP.
R. Arief Firmansyah, S.TP., M.Si**

MEMAHAMI PRINSIP GAMBAR TEKNIK

**Dr. Ir. Raden Faridz, MP.
R. Arief Firmansyah, S.TP., M.Si**

Penerbit:



Sanksi Pelanggaran

**Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002
Tentang Hak Cipta**

Pasal 72

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarakan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksudkan dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

MEMAHAMI PRINSIP GAMBAR TEKNIK

Penulis:

**Dr. Ir. Raden Faridz, MP.
R. Arief Firmansyah, S.TP., M.Si**

Cetakan Pertama, November 2021

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak isi buku ini, baik sebagian
Maupun seluruhnya, dalam bentuk apapun
Tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Diterbitkan oleh UTM PRESS
Jl.Raya Telang, PO Box 2 Kamal, Bangkalan-Madura
Telp.(031) 3011146, Fax.(031) 3011506



KATA PENGANTAR

Perkembangan yang pesat di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini, menuntut manusia untuk memiliki kemampuan dalam mengemukakan konsep dan menterjemahkannya sekaligus membaca dan menterjemahkan konsep orang lain. Suatu konsep atau ide yang baik adalah konsep yang dituangkan dalam bentuk sesederhana mungkin sehingga orang awampun mampu mengerti konsep yang kita tuangkan. Banyak cara dalam menuangkan ide atau konsep salah satunya adalah dengan gambar (gambar teknik). Melalui gambar banyak makna yang dapat diterjemahkan. Di dalam proses perancangan (desain), gambar memegang peran penting karena gambar teknik merupakan media yang dapat menjembatani antara pembuat konsep dengan teknisi yang mengerjakan konsep tersebut untuk menjadi nyata. Peran penting lain dari gambar teknik adalah dapat berfungsi menyempurnakan ide yang telah dibuat oleh orang lain dengan tujuan meningkatkan kinerjanya. Belajar menggambar teknik tidak harus pandai melukis karena menggambar teknik telah diatur dengan baku aturan-aturan yang harus digunakan. Namun demikian masih diperlukan berpikir, ketrampilan dan kecermatan untuk menuangkan konsep dalam bentuk garis-garis.

Sesuai perkembangan teknologi khususnya informasi saat ini, menggambar teknik dimudahkan oleh alat bantu berupa komputer dengan berbagai perangkat lunak yang dapat membantu mempercepat proses menggambar seperti: CAD/CAM, ArchiCAD, AutoCAD, VISIO dan lain-lain. Selain itu dengan bantuan komputer proses penyimpanan menjadi lebih mudah dan sederhana karena tidak butuh ruang yang luas hanya dengan menggunakan flash disk atau compact disk (cd) dapat disimpan berlembar-lembar bahkan ribuan gambar. Akan tetapi yang terpenting adalah bukan pada alat bantunya tetapi adalah bagaimana ide yang diungkapkan lewat gambar secara teknis benar dan dapat dimengerti oleh orang lain terutama orang awam. Oleh karena itu menggambar teknik menggunakan media kertas masih menjadi alternatif cara yang penting dalam menuangkan konsep.

Mengingat banyak buku menggambar teknik yang sukar untuk dipahami dan terlalu teknis oleh karena itu buku ini ditulis dengan isi yang sederhana dengan harapan mudah dimengerti dan dipahami oleh pembaca khususnya mahasiswa, namun tidak menghilangkan prinsip-prinsip dalam menggambar teknik.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak sehingga dapat melaksanakan penulisan buku ini. Penulis sadar bahwa sesungguhnya dalam tulisan ini masih jauh dari sempurna, namun penulis memberanikan diri untuk memberikan buku pegangan kuliah, sebagai alternatif bacaan buku menggambar teknik yang telah ada selama ini. Akhir kata tidak ada gading yang tak retak, karena itu segala kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan demi perbaikan buku ini di masa yang akan datang

Bangkalan, November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	xi
BAB I. PENDAHULUAN DAN PERLENGKAPAN MENGGAMBAR TEKNIK.....	1
BAB II. JENIS-JENIS GARIS DAN ANGKA UKURAN	7
BAB III. ANGKA UKURAN DAN SIMBOL	17
BAB IV. SISTEM PROYEKSI	29
BAB V. GAMBAR PENAMPANG BELAHAN	45
BAB VI. MACAM-MACAM ARSIRAN	53
BAB VII. BAGIAN-BAGIAN YANG TIDAK DIPERKENANKAN DIBELAH SELURUHNYA	59
BAB VIII. MENGGAMBAR ULIK DAN PEGAS	63
BAB IX. SANDI PENGERJAAN	75
BAB X. TOLERANSI.....	87
BAB XI. MENYAJIKAN HASIL GAMBAR.....	97
BAB XII. GAMBAR TEKNIK DALAM PERANCANGAN PRODUK....	105
DAFTAR PUSTAKA.....	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 Pensil Mekanik	2
Gambar 1-2 Pulpen Gambar/Rapido	3
Gambar 1-3 Mistar	4
Gambar 1-4 Meja gambar	4
Gambar 1-5 Jangka (<i>compass</i>)	5
Gambar 1- 6 Mal/Template	5
Gambar 1- 7 Kertas Gambar	6
Gambar 2- 1 Jenis garis	8
Gambar 2- 2 Penggunaan berbagai jenis garis	10
Gambar 2- 3 Ketentuan dalam membuat perpotongan garis	11
Gambar 2-4 Garis batas ukuran dan garis ukuran	12
Gambar 2-5 Garis batas ukuran tanpa jarak antara	12
Gambar 2-6 Garis poros sebagai batas ukuran	13
Gambar 2- 7 Perpotongan garis-garis batas ukuran	14
Gambar 2-8 Garis ukuran pada jarak yang pendek	15
Gambar 2-9 Garis batas ukuran sudut dan busur ukuran sudut	15
Gambar 2- 10 Dua model umum tanda petunjuk	16
Gambar 2-11 Beberapa variasi penempatan simbol dan angka ukuran diameter	16
Gambar 2-12 Beberapa variasi tanda petunjuk ukuran jari-jari	17
Gambar 2- 13 Simbol dan angka ukuran kekasaran permukaan	17
Gambar 3-1 Bentuk huruf dan angka yang dianjurkan	19
Gambar 3-2 Penempatan angka ukuran	19
Gambar 3- 3 Ukuran panjang keseluruhan (90) sebagai ukuran pembantu	21
Gambar 3- 4 Jarak lubang sebagai ukuran pembantu	22
Gambar 3-5 Angka ukuran dengan toleransi tertentu	22
Gambar 3-6 Beberapa variasi penempatan simbol dan angka ukuran diameter	23
Gambar 3-7 Ukuran diameter suatu permukaan lengkung	24

Gambar 3- 8 Ukuran diameter lubang dengan keterangan tambahan...	24
Gambar 3-9 Beberapa variasi penggunaan ukuran diameter	25
Gambar 3-10 Penempatan angka ukuran sudut.....	26
Gambar 3-11 Petunjuk jari-jari dan penempatan angka	27
Gambar 3-12 Simbol dan angka ukuran kekasaran permukaan.....	27
Gambar 3-13 Simbol dan angka ketirusan	28
Gambar 3- 14 Huruf dan angka toleransi pasangan poros (as) dengan lubang dengan basis lubang	28
Gambar 4-1 Proyeksi titik (kiri) dan proyeksi sejajar	29
Gambar 4-2 Proyeksi Tidak Sejajar (kiri) dan proyeksi tegak	30
Gambar 4-3 Proyeksi Perspektif	31
Gambar 4-4 Proyeksi Orthogonal.....	31
Gambar 4- 5 Proyeksi miring (kiri), sudut yang dibentuk pada proyeksi miring.....	32
Gambar 4-6 Proyeksi Aksonometri	33
Gambar 4-7 Proyeksi Isometri	34
Gambar 4-8 Bentuk Gambar Isometri	34
Gambar 4-9 Proyeksi Dimetri.....	35
Gambar 4-10 Tampilan benda dari berbagai sisi.....	36
Gambar 4-11 Gambar benda yang disertai garis-garis yang tidak tampak serta ukurannya	37
Gambar 4-12 Gambar proyeksi terhadap bidang yang dilihat secara tampak depan dan tampak sisi kanan.....	38
Gambar 4-13 Gambar kerja secara utuh dilihat dari sisi depan dan sisi kanan.....	38
Gambar 4-14 Gambar benda yang diletakkan dalam kubus transparan terdiri dari enam buah bidang proyeksi (secara Amerika)	39
Gambar 4-15 Gambar bentangan kedepan secara tegak lurus terhadap bidang datar dari enam buah bidang proyeksi	39
Gambar 4-16 Gambar hasil proyeksi yang dilihat dari berbagai sisi	40
Gambar 4-17 Gambar benda yang diletakkan dalam kubus transparan terdiri dari enam buah bidang proyeksi (secara Eropa)	41
Gambar 4- 18 Gambar bentangan kedepan secara tegak lurus terhadap bidang datar dari enam buah bidang proyeksi	42

Gambar 4-19 Hasil proyeksi yang dilihat dari berbagai sisi	42
Gambar 4- 20 Simbol untuk gambar proyeksi Amerika (kiri) dan Eropa (kanan)	43
Gambar 5-1 Bidang Pembelah.....	46
Gambar 5-2 Penampang Belahan Penuh	46
Gambar 5-3 Belahan Simetris	47
Gambar 5- 4 Arsiran pada Garis Gambar 45°	48
Gambar 5-5 Belahan Separuh	48
Gambar 5-6 Belahan Tertentu.....	49
Gambar 5-7 Belahan Putar	49
Gambar 5-8 Belahan Offset	50
Gambar 5-9 Belahan yang diluruskan.....	51
Gambar 6-1 Sudut dan arah arsiran.....	53
Gambar 6-2 Jarak arsir yang sesuai dengan aturan.....	54
Gambar 6-3 Arsiran untuk benda-benda terbuat dari logam.....	55
Gambar 6-4 Arsiran untuk benda-benda yang tidak terbuat dari logam.	56
Gambar 6-5 Arah dan jarak arsiran untuk benda yang memiliki ruang ..	56
Gambar 6-6 Arsir untuk bidang yang luas	57
Gambar 6-7 Arsir dari belahan suatu gambar sirip tipis dan bagian-bagian yang pengecualian belahan	58
Gambar 6-8 Arah arsiran untuk belahan dari beberapa benda.....	58
Gambar 7-1 Belahan sebagian pada benda berbentuk bola	59
Gambar 7-2 Bermacam-macam perkecualian dari benda yang dibelah dan diarsir	60
Gambar 7-3 Belahan dan arsir pada benda yang ingin diperjelas sebagian	61
Gambar 7-4 Benda yang memiliki sirip dibelah arah memanjang	61
Gambar 7-5 Gambar berbagai benda bersirip dengan belahan dan arsirnya.....	62
Gambar 8-1 Ulir pada baut dan mur.....	63
Gambar 8-2 Gambar ulir dalam sistem metrik dan penyederhananya	64
Gambar 8-3 Gambar ulir luar yang disederhanakan dan tampak atasnya	64

Gambar 8- 4 Mur dan penyederhanaan ulir dalam.....	65
Gambar 8-5 Pandangan ulir dalam dan belahan.....	66
Gambar 8- 6 Gambar belahan ulir dalam dan ulir luar pada posisi terpasang.....	67
Gambar 8- 7 Bentuk profil ulir segi empat.....	67
Gambar 8-8 Cara menggambar baut dan mur	69
Gambar 8- 9 Cara membuat dan menampilkan gambar ujung baut.....	69
Gambar 8-10 Gambar ulir bentuk silindris dengan tiga cara.....	72
Gambar 8- 11 Gambar ulir bentuk segi empat dengan tiga cara	72
Gambar 8-12 Gambar ulir berbentuk kerucut dengan tiga cara.....	73
Gambar 8-13 Gambar ulir bower dalam tiga cara	74
Gambar 9-1 Jenis tekstur permukaan(Goodhand et al., 2016).....	75
Gambar 9-2 Profil geometris	76
Gambar 9-3 kekasaran aritmatik	76
Gambar 9-4 ketidakrataan permukaan.....	77
Gambar 9-5 Simbol dan penempatan jenis perkerjaan	78
Gambar 9-6 Simbol dan penempatan lambang dalam proses kerja	79
Gambar 9-7 Ketirusan atau konsitas benda	80
Gambar 9-8 Lambang untuk sifat yang diberi toleransi	82
Gambar 9-9 Hubungan antara sifat yang diberi toleransi dan daerah toleransi.....	83
Gambar 9-10 Cara menyatakan konfigurasi permukaan dalam gambar	84
Gambar 9-11 Berbagai lambang yang digunakan dalam proses penggeraan bahan (tanpa tulisan)	85
Gambar 9-12 Lambang-lambang dengan penunjukan persyaratan utama dan kekasaran	85
Gambar 9-13 Lambang-lambang dengan penunjukan tambahan	85
Gambar 9-14 Lambang-lambang yang disederhanakan	85
Gambar 10-1 Kotak Toleransi	87
Gambar 10-2 Contoh penggunaan kotak toleransi.....	88
Gambar 10-3 Hubungan antara lubang dan poros dalam toleransi	88
Gambar 10-4 Benda dengan toleransi yang baik dan tidak baik	90
Gambar 10-5 Kedudukan ukuran batas untuk lubang	93

Gambar 10-6 Kedudukan ukuran batas untuk poros	93
Gambar 11-1 Ukuran dan bentuk kepala gambar	97
Gambar 11-2 Gambar benda yang tersusun atas beberapa bagian.....	99
Gambar 11- 3 Kepala gambar yang mencantumkan benda dengan beberapa susunan gambar	100
Gambar 11-4 Cara melipat kertas gambar ukuran A3 dan A2	101
Gambar 11-5 Cara melipat kertas gambar ukuran A1 dan A0	102
Gambar 11-6 Cara meletakkan kertas gambar pada papan gambar ...	103
Gambar 11-7 Penataan dan pembagian ruang gambar	104
 Gambar 12- 1 Dua model rancangan pengontrolan rem dan kopling (Produk sebelah kiri adalah arsitektur modular dan sebelah kanan adalah arsitektur integral)	111
Gambar 12-2 Jenis-jenis arsitektur modular.....	112
Gambar 12-3 Interaksi antara berbagai komponen: gaya, energy, bahan dan data (signal) untuk sebuah produk	114
Gambar 12-4 Pengklusteran komponen fisik kedalam modul-modul... 114	114
Gambar 12-5 Tata letak geometrik secara kasar	115
Gambar 12-6 Interaksi fungsional dan incidental antar komponen yang dirancang.....	116
Gambar 12-7 Elemen-elemen biaya pembuatan produk	116
Gambar 12-8 Pengintegrasian bagian dari suatu alat	117
Gambar 12-9 Rancangan yang mempertimbangkan rancangan dasar dan Sumbu – Z	118
Gambar 12-10 Rancangan yang mempertimbangkan toleransi dan kesimetrisan.....	118
Gambar 12-11 Rancangan yang mempertimbangkan kemudahan dan otomasi perakitan.....	119

DAFTAR TABEL

Tabel 1-1 Ukuran Ketebalan garis untuk berbagai penggunaan jenis gambar	3
Tabel 2-1 Perimbangan tebal garis pada gambar disesuaikan dengan format kertas gambar.....	9
Tabel 8-1 Sandi Ukuran dan tingkat kekasaran drad dalam satuan metrik	70
Tabel 8-2 Ukuran Diameter Drad dalam satuan Inci	70
Tabel 8-3 Uliir Pipa	71
Tabel 9-1 Hubungan antara jenis penggerjaan dengan tingkat kekasaran permukaan.....	78
Tabel 9-2 Konversi konisitas terhadap sudut	81
Tabel 10-1 Hubungan antara angaka mutu dan toleransi dasar.....	91
Tabel 10- 2 Hubungan antara ukuran nominal dengan toleransi (mutu)	91
Tabel 10-3 Hubungan ukuran nomonal dan perbedaan ukuran terkecil	92
Tabel 10- 4 Penggerjaan poros dan lubang kategori sangat teliti.....	94
Tabel 10-5 Penggerjaan poros dan lubang kategori teliti	94
Tabel 10-6 Penggerjaan poros dan lubang kategori biasa	95
Tabel 10-7 Penggerjaan poros dan lubang kategori kasar	95

BAB I. PENDAHULUAN DAN PERLENGKAPAN MENGGAMBAR TEKNIK

Gambar sejak beribu tahun yang lalu merupakan sarana penting untuk melukiskan daya cipta dan kreasi melalui penggunaan garis. Namun sesungguhnya pemanfaatan gambar jauh lebih tua yaitu pada jaman purba, yang ditinggalkan oleh manusia paling awal seperti ditunjukkan adanya tanda-tanda di dinding dan lantai gua, berupa lukisan alat-alat, manusia, rusa, banteng dan binatang lainnya. Gambar ini dapat memberikan kepuasan suatu kebutuhan dasar bagi pengungkapan, jauh sebelum tulisan berkembang. Setelah tulisan berkembang maka kedudukan gambar tidak hanya sekedar sebagai lambang seperti jaman purba, tetapi telah mulai digunakan oleh para ahli seni, perancang teknik sebagai suatu sarana untuk mengemukakan gagasan tentang konstruksi seperti: piramida, kereta perang, bangunan dan berbagai alat mekanis sederhana yang bermanfaat bagi manusia. Pada awalnya gambar dibuat pada dinding-dinding dan perkamen sehingga tahan lama. Kemudian pada abad ke 12 sejak kertas dikembangkan di Eropa maka kertas umum digunakan sebagai media dalam menggambar.

Gambar yang paling awal yang dibuat adalah tentang benteng, bangunan dan mekanis sederhana yang umumnya dinyatakan dalam bentuk gambar piktorial. Salah satu contoh gambar yang paling awal adalah pemakaian roda kira-kira pada tahun 3200 S.M. di Mesopotamia. Wujud gambar tersebut adalah berupa sebuah konstruksi menyerupai kereta sorong yang dipergunakan untuk mengangkut anak danistrinya. Namun lukisan ini masih primitif belum memiliki makna perspektif. Begitupula sebuah gambar bangunan benteng yang terdapat pada sebuah lembaran yang diolah sekitar tahun 400 S.M.

Pada permulaan tarikh Masehi, para arsitek romawi telah menjadi mahir dalam mengolah gambar bangunan yang hendak didirikan. Mereka menggunakan jidar dan jangka untuk bagan susunan tampak tegak dan pandangan denah serta mampu mengolah perspektif yang dilaksanakan dengan baik. Namun teori memproyeksikan pandangan pada setiap bidang proyeksi belum dikembangkan sebagai sarana untuk interpretasi sebuah benda

Gambar enjiniring (teknik) pada dasarnya merupakan gambar teknis dari suatu alat atau mesin dalam bentuk komposisi garis-garis,

tanda-tanda petunjuk, angka-angka ukuran dan informasi teknis lainnya. Garis yang biasa digunakan terutama dalam bentuk gambar dasar atau sketsa adalah garis dengan ketebalan 0.5 dan dengan tingkat kekerasan B atau HB.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum menggambar adalah perlengkapan menggambar itu sendiri seperti: pensil, fulpen gambar, mistar, meja gambar (mesin gambar), jangka (kompas), sablon, template dan kertas gambar.

Pensil, untuk gambar (Gambar 1-1) berdasarkan kegunaannya dibagi 3 macam yaitu:

B Black bersifat lunak : 7B, 6B, 5B, 4B, 3B, 2B

F Firm bersifat sedang : B, HB, F, H, 2H, 3H (B dan HB untuk sketsa, F, H dan 2H untuk garis gambar sedangkan 2H dan 3H untuk garis sumbu)

H Hard bersifat keras : 4H, 5H, 6H, 7H, 8H, dan 9H (dipergunakan untuk pekerjaan halus dan teliti)



<http://daviddjohari.blogspot.com/>

Gambar 1-1 Pensil Mekanik

Pulpen Gambar disebut rapido graf (Gambar 1-2) dipergunakan untuk menggambar dikertas kalkir. Terdapat beberapa ukuran ketebalan tulisan rapido dengan dua standar pemakaian yang dapat dipergunakan dalam gambar teknik yaitu: standar lama dan standar ISO. Standar lama memiliki ukuran: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8 dan 1,2. Sedangkan untuk standar ISO meliputi: 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1,0 dan 1,4.



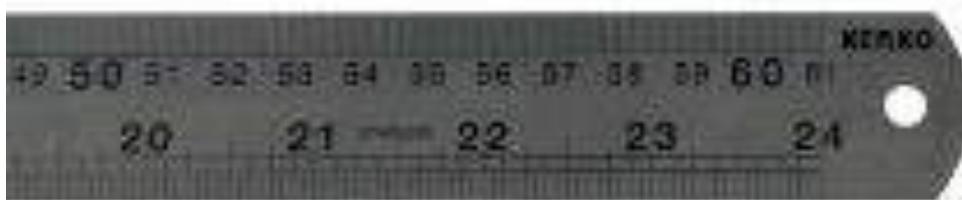
Gambar 1-2 Pulpen Gambar/Rapido

Ukuran-ukuran tersebut dipergunakan untuk tujuan gambar yang berbeda seperti ditunjukkan pada Tabel 1-1. yaitu:

Tabel 1-1 Ukuran Ketebalan garis untuk berbagai penggunaan jenis gambar

Jenis Gambar	Ukuran Rapido/Ketebalan Garis	Standar
Surveing	0,1-0,2-0,3	Lama
	0,18-0,25-0,35	ISO
Teknik Listrik	0,2-0,3-0,5	Lama
	0,25-0,35-0,5	ISO
Teknik Bangunan	0,4-0,6-1,2	Lama
	0,5-0,7-1,0	ISO
Teknik Mesin	0,3-0,4-0,8	Lama
	0,18-0,25-0,35-0,5-0,7	ISO

Mistar, merupakan alat gambar yang penting karena alat ini memiliki fungsi landasan dan meluruskan apa yang akan kita garis agar tidak mudah bergeser. Seperti ditunjukkan oleh Gambar 1-3



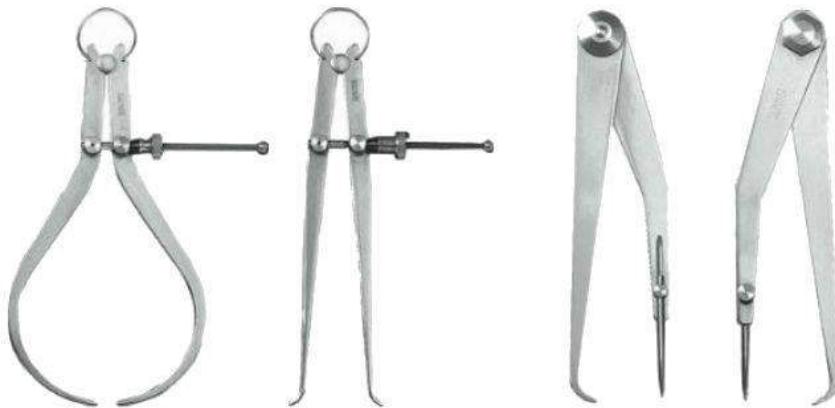
Gambar 1-3 Mistar

Meja Gambar (Drawing Machine), merupakan suatu alat berupa papan yang telah dilengkapi penggaris, kalkulator, pengukuran sudut dan lampu. Bentuknya dapat dilihat pada Gambar 1-4.



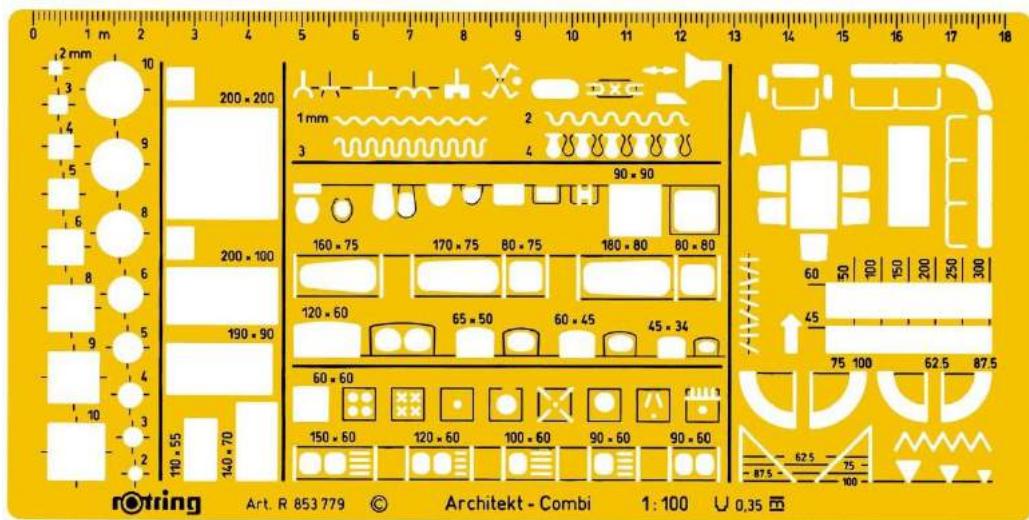
Gambar 1-4 Meja gambar

Jangka (Compas), merupakan alat yang dipergunakan untuk membuat lingkaran atau setengah lingkaran. Selengkapnya di Gambar 1-5.



Gambar 1-5 Jangka (compass)

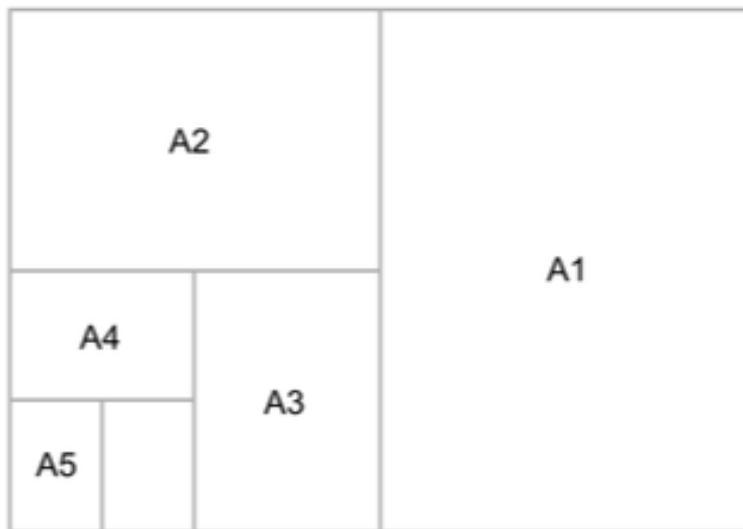
Sablon (Template), merupakan alat yang dipergunakan untuk mencetak pola/gambar tertentu seperti: lingkaran, elips, segi lima dan huruf atau angka-angka. Ukuran tulisan dalam menggambar teknik yang dipergunakan adalah: 1,8 – 2,5 – 3,5 – 5 – 7 – 10. Contoh Sablon dan template untuk elips dapat dilihat pada Gambar 1-6



Gambar 1- 6 Mal/Template

Kertas Gambar, merupakan tempat dimana gambar diekspresikan. a) Kertas gambar untuk tata letak: dengan potlot dipergunakan kertas gambar putih biasa, kertas sketsa atau kertas milimiter yang bermutu baik dan dapat mudah dihapus. b) Kertas gambar

untuk gambar asli: Gambar asli umumnya digambar di atas kertas kalkir, karena gambar cetak biru (bluprint) atau cetak kontak (contact print) dibuat langsung dari gambar tersebut. Untuk gambar potlot dapat dilakukan di atas kertas kalkir kasar, kertas gambar biasa atau kertas putih. Sedangkan untuk gambar tinta dipergunakan kertas kalkir mengkilap. Ukuran kertas gambar dapat dilihat pada Gambar 1-7



Gambar 1- 7 Kertas Gambar

BAB II. JENIS-JENIS GARIS DAN ANGKA UKURAN

Gambar “engineering” pada dasarnya merupakan gambar teknik dari suatu alat atau mesin dalam bentuk komposisi garis-garis, tanda-tanda petunjuk angka-angka ukuran dan informasi teknis lainnya. Garis yang biasa digunakan terdiri dari tiga macam ukuran tebal yaitu: garis tebal, sedang dan tipis berturut turut dengan perbandingan 1: 0,7:0,5.

Bentuk garis bermacam-macam ada yang lurus, lengkung, dan bergelombang tidak teratur, masing-masing dapat berupa garis kontinu atau terputus-putus. Setiap garis yang berbeda memiliki makna tersendiri. Oleh karena itu setiap jenis garis harus dibuat dengan ukuran tebal seragam dan jelas serta tidak menggunakan bermacam-macam warna. Oleh karena itu dalam gambar teknik menggunakan warna hitam dari pensil atau tinta tetapi kombinasi garis pensil dan tinta harus dihindari.

A. Garis

1. Jenis-Jenis Garis

Gambar 2-1 memperlihatkan contoh-contoh jenis garis yang biasa digunakan dalam gambar teknik dan contoh-contoh penggunaannya ditunjukkan pada Gambar 2-2.

Jenis A, garis jenis ini tergolong garis tebal yang digunakan untuk menggambar bentuk proyeksi sesuatu permukaan benda yang terlihat atau dinamakan juga garis gambar yang terlihat.

Jenis B, garis ini tergolong garis berukuran tipis yang paling luas penggunaannya dalam gambar teknik. Jenis ini digunakan sebagai garis ukuran, garis tanda petunjuk, garis arsir, dan garis gambar benda yang berdampingan dengan gambar utama.

Jenis C, jenis ini merupakan garis tipis, bentuknya berliku-liku tidak beraturan. Penggunaannya khusus sebagai garis pembatas dari bagian gambar yang dibuat penampang belahannya.

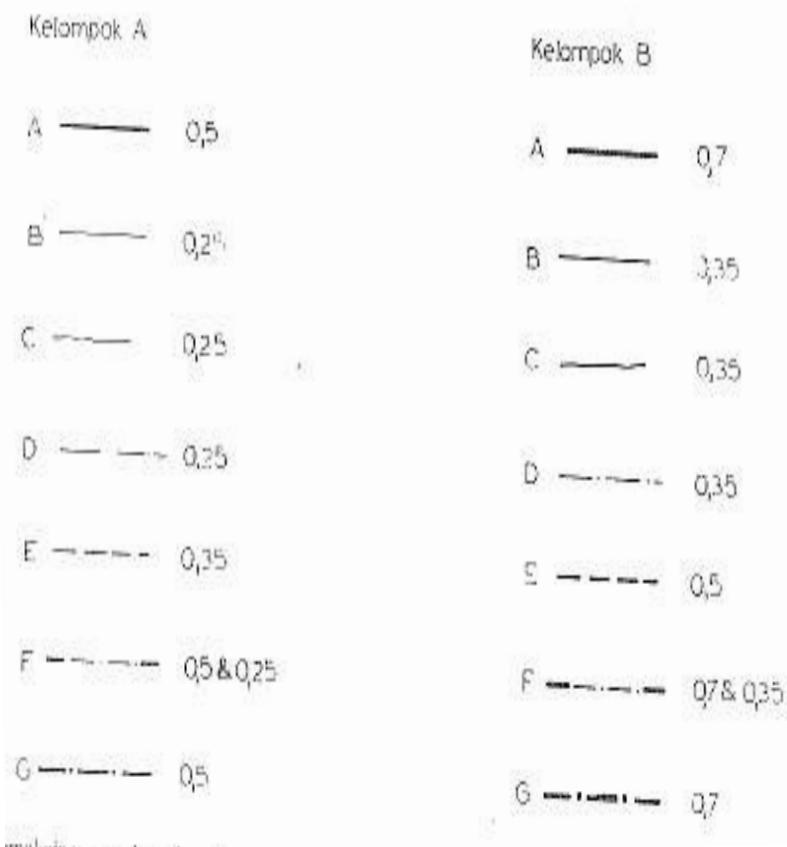
Jenis D, garis ini berukuran sedang $\pm 0,7$ dari garis tebal dengan bentuk garis-garis strip pendek. Penggunaannya khusus untuk menggambar bagian yang tidak terlihat. Sehingga akan segera dapat dibedakan dengan bagian gambar yang terlihat.

Jenis E, garis jenis ini berupa garis-garis strip terdiri dari dua macam yaitu: panjang dan pendek. Ukuran tebalnya tergolong tipis.

Umumnya jenis ini digunakan sebagai garis poros dan kadang-kadang dapat langsung berfungsi pula sebagai garis batas ukuran. Selain itu dapat pula digunakan sebagai garis gambar pembantu untuk menunjukkan posisi lain dari suatu komponen mesin yang dapat digerakkan, misalnya alat kontrol.

Jenis F, garis ini mirip dengan garis jenis E, perbedannya pada kedua ujungnya menggunakan garis tebal. Jenis ini secara khusus digunakan untuk menunjukkan bidang benda yang dibuat gambar penampang belahannya.

Jenis G, ketebalan garis jenis ini sama dengan jenis A, tetapi bentuknya sama dengan jenis E. Penggunaannya khusus untuk menunjukkan bagian bidang benda yang memerlukan penggeraan khusus untuk suatu kebutuhan tertentu.



Gambar 2- 1 Jenis garis

B. Perimbangan Garis Tebal

Telah dikemukakan bahwa perbandingan antara garis tebal, sedang dan tipis adalah: 1:0,7:0,5. Dalam memilih ukuran tebal garis yang akan dipergunakan hendaknya disesuaikan dengan besar kecilnya gambar atau format kertas gambar. Umumnya gambar-gambar yang besar dibuat pada format kertas gambar yang besar pula. Kadang-kadang beberapa gambar terperinci (detail) dengan ukuran kecil dibuat pada format kertas gambar besar. Agar ada keseimbangan dan keserasian antara ukuran tebal garis dengan ukuran gambarnya maka perlu diperhatikan baik tebal garis maupun perbandingan ukurannya. Angka-angka ukuran tebal garis pada Tabel 2-1. dapat digunakan sebagai pedoman umum.

Tabel 2-1 Perimbangan tebal garis pada gambar disesuaikan dengan format kertas gambar

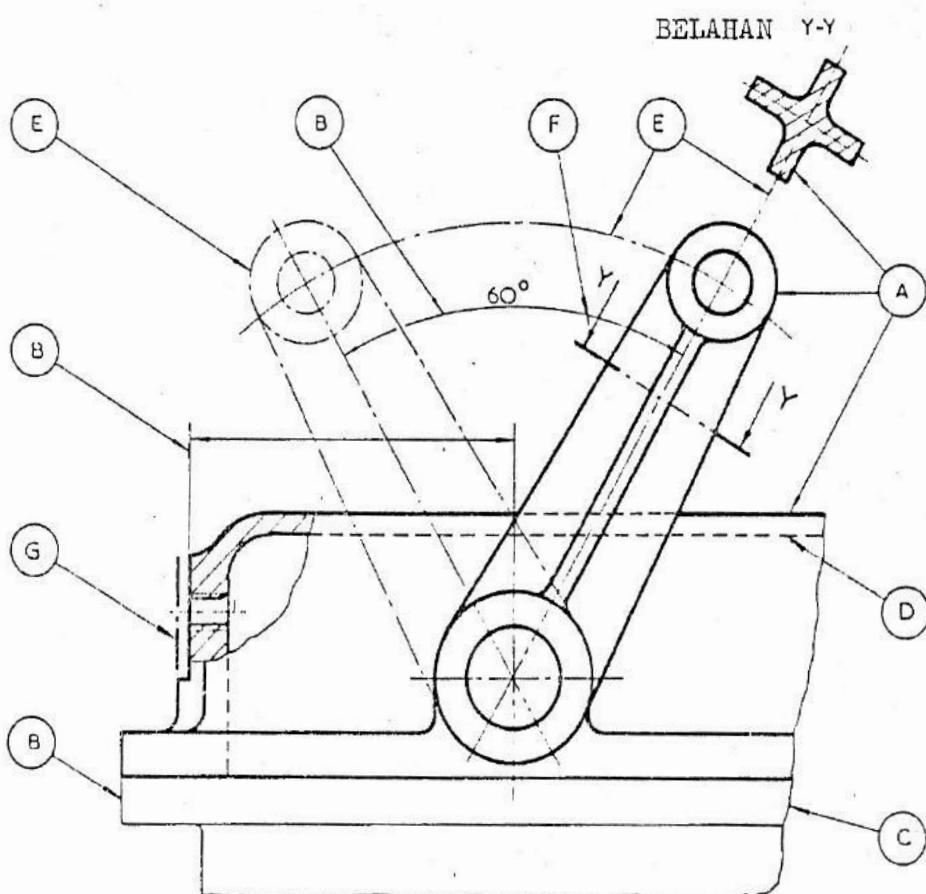
Format Kertas	Garis Tebal (mm)	Garis Sedang (mm)	Garis Tipis (mm)
A0	0,7	0,5	0,35
A1	0,5	0,35	0,25
A2, A3, A4	0,35	0,25	0,18
Perbandingan	1	0,7	0,5

Ukuran tebal garis seperti tertera pada Tabel 2-1, dapat diperoleh dengan menggunakan pen khusus atau rapidograph. Satu set lengkap rapidograph dengan standar ISO terdiri dari apa yang ditunjukkan oleh Gambar 2-1, yaitu ukuran: 0,14-0,18-0,25-0,35-0,5-0,7-1,0-1,4 dan 2,0. Selain itu kita juga dapat menggunakan ukuran lama yaitu: 0,1-0,2-0,3-0,4-0,5-0,6-0,8-1,0 dan 2,0. Semua ukuran dinyatakan dalam milimeter (mm).

C. Garis Gambar

Garis gambar yang biasa digunakan ada 4 macam. Pertama, gambar-gambar proyeksi yaitu gambaran wujud benda dari suatu arah pandangan. Ukuran garis yang dipergunakan tergolong garis tebal (jenis A). Kedua, garis gambar untuk menggambarkan bagian dalam atau belakang permukaan benda tersebut. Garis ini tergolong berukuran sedang ($0,7 \times$ garis tebal) dengan bentuk strip-strip pendek. Jarak antara strip $\pm \frac{1}{4}$ panjang garis strip. Ukuran strip disesuaikan dengan ukuran gambar, kira-kira 2 – 4 mm. Ketiga, garis dari gambar pelengkap untuk

memperjelas posisi gambar utama terhadap tempat dudukannya, rangka atau komponen lainnya. Bagian-bagian ini, digambar menggunakan garis tipis ($0,5 \times$ garis tebal). Keempat, garis yang digunakan untuk menggambarkan posisi lain dari komponen yang dapat digerakkan misalnya alat kontrol. Garis jenis E dapat dipergunakan untuk kasus ini, yaitu jenis garis tipis terputus-putus yang tersusun dari strip panjang dan strip pendek seperti pada Gambar 2-1.



Gambar 2- 2 Penggunaan berbagai jenis garis

Keempat macam garis-garis tersebut, penggunaannya dapat dilihat pada Gambar 2-2. Mengenai cara membuat perpotongan-perpotongan garis yang memenuhi syarat dapat dilihat pada Gambar 2-3

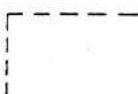
CARA YANG BENAR



- A. Strip selalu menyentuh garis ✓



- B. Strip selalu menyentuh strip tanpa jarak-antara. ✓



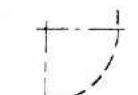
- C. Selalu terdapat titik pertemuan strip tanpa jarak-antara.



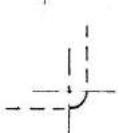
- D. Pertemuan tiga arah strip pada satu titik.



- E. Kelanjutan garis gambar mulai dengan jarak-antara strip.



- F. Busur gambar tidak terlihat mulai dengan strip



- G. Busur gambar tidak terlihat dan pendek dibuat dengan busur penuh.

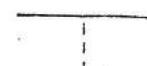


- H. Kelanjutan busur yang terlihat mulai dengan jarak-antara.

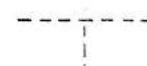


- I. Dua strip busur tidak terlihat bertemu pada titik singgung.

CARA YANG KELIRU



- A. Strip selalu menyentuh garis ✓



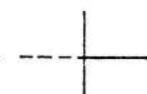
- B. Strip selalu menyentuh strip tanpa jarak-antara. ✓



- C. Selalu terdapat titik pertemuan strip tanpa jarak-antara.



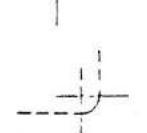
- D. Pertemuan tiga arah strip pada satu titik.



- E. Kelanjutan garis gambar mulai dengan jarak-antara strip.



- F. Busur gambar tidak terlihat mulai dengan strip



- G. Busur gambar tidak terlihat dan pendek dibuat dengan busur penuh.



- H. Kelanjutan busur yang terlihat mulai dengan jarak-antara.



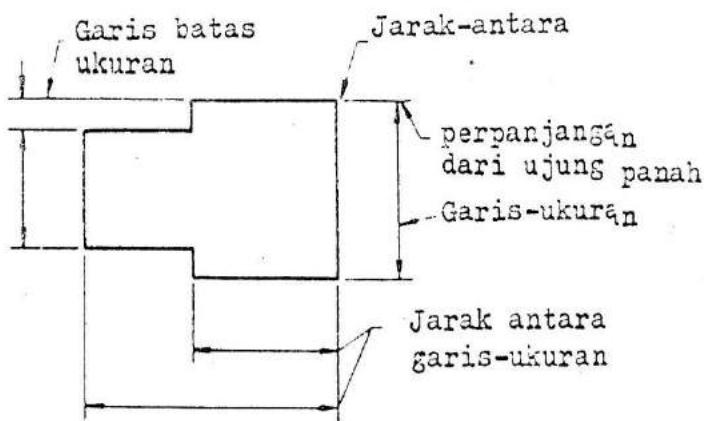
- I. Dua strip busur tidak terlihat bertemu pada titik singgung.

Gambar 2- 3 Ketentuan dalam membuat perpotongan garis

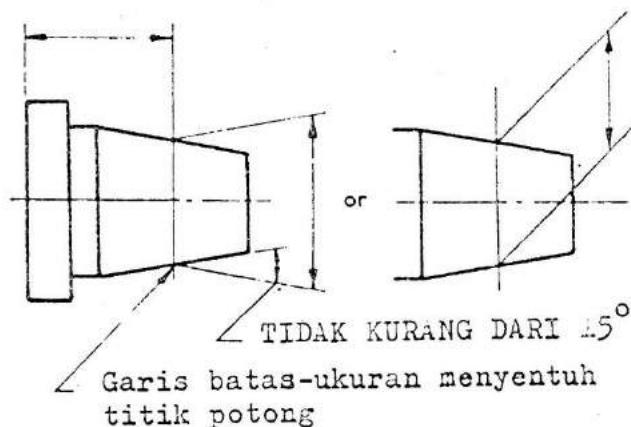
D. Garis Batas Ukuran

Garis batas ukuran adalah garis yang memproyeksikan titik, garis atau bidang gambar yang akan dijadikan sebagai batas ukuran. Bilamana

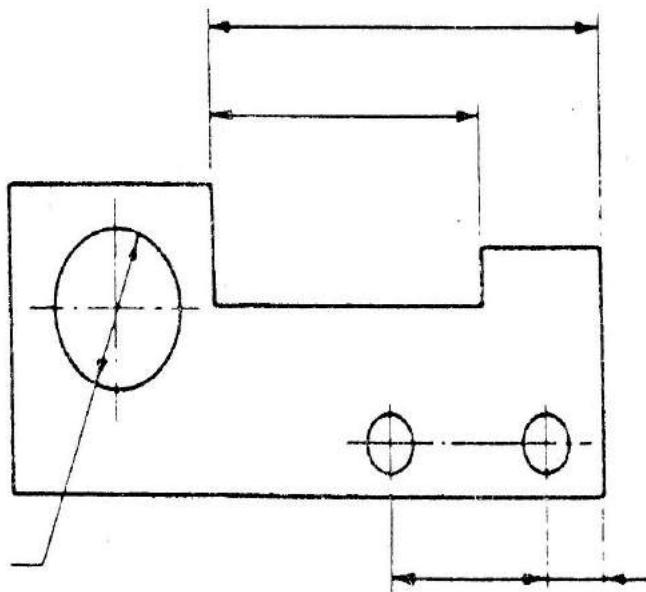
garis ini merupakan perpanjangan dari garis gambar, sebaiknya dibuat suatu jarak antara $\pm 1,5$ mm, atau disesuaikan dengan ukuran gambar. Cara-cara memberi garis batas ukuran dapat dilihat pada Gambar 2-4, 2-5 dan 2-6.



Gambar 2-4 Garis batas ukuran dan garis ukuran

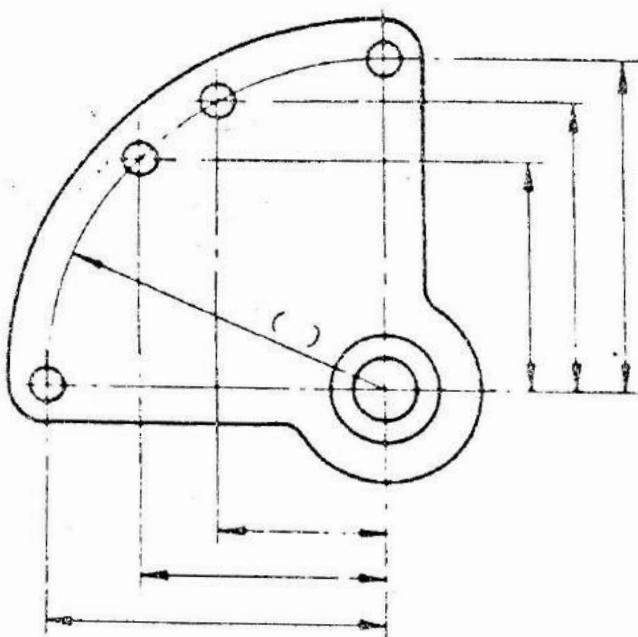


Gambar 2-5 Garis batas ukuran tanpa jarak antara



Gambar 2-6 Garis poros sebagai batas ukuran

Cara pemberian jarak antara ini dianjurkan agar dapat lebih cepat dalam penafsirannya. Tetapi jika garis batas ukuran ditarik dari dalam bidang gambar dapat berpotongan langsung dengan garis gambar yang dilewatinya. Selanjutnya apabila dari titik potong tersebut akan dibuat lagi garis batas ukuran yang lain, hendaknya ditarik langsung dari titik potong tadi tanpa menggunakan jarak antara (Gambar 2-5). Selain garis jenis B sebagai garis batas ukuran, dapat pula garis poros (jenis E) dipergunakan langsung sebagai batas ukuran (Gambar 2-6). Perpanjangan garis batas ukuran dari ujung panah garis ukuran tidak lebih dari 3 mm. Perpotongan antara garis-garis batas ukuran sedapat mungkin dihindari. Jika tidak ada pilihan lain, maka perpotongan tersebut harus langsung tanpa ada jarak antara lagi (Gambar 2-7). Ketentuan-ketentuan konvensional tersebut berlaku baik bagi garis batas ukuran jarak maupun sudut.



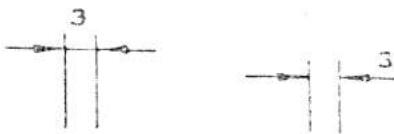
Gambar 2- 7 Perpotongan garis-garis batas ukuran

E. Garis Ukuran

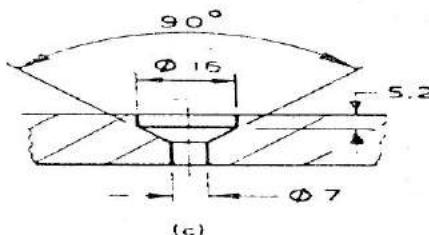
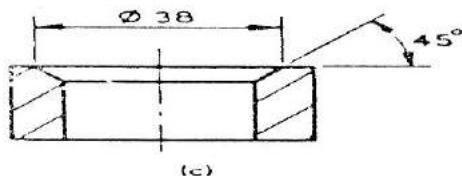
Ukuran kedudukannya tegak lurus terhadap dua garis batas ukuran. Pertemuan antara garis ukuran dengan garis batas ukuran diberi tanda ujung panah. Bentuk ujung panah harus jelas,tampak dan ramping dengan panjang kira-kira 3 mm.

Semua garis ukuran sedapat mungkin ditempatkan diluar bidang gambar pada posisi yang mudah dibaca. Jarak antara garis ukuran yang sejajar dan terdekat dengan garis gambar tidak kurang dari 9 mm. Sedangkan jarak antara garis ukuran yang terdekat tidak kurang dari 6 mm (Gambar 2-4). Ukuran minimal kedua macam jarak tersebut diperlukan untuk menempatkan angka ukuran yang berukuran minimal 3 mm.

Garis poros atau perpanjangannya dan garis gambar sebaiknya jangan dipergunakan sebagai garis ukuran. Khusus untuk ukuran jarak yang pendek dapat dibuat garis ukuran seperti ditunjukkan oleh Gambar 2-8. Mengenai garis ukuran sudut berbeda dengan garis ukuran jarak. Garis ini merupakan busur lingkaran dengan titik pusatnya pada perpotongan garis batas ukuran sudut. Panjang jari-jari busur tersebut disesuaikan dengan ukuran gambar dan letak sudutnya. Contoh garis ukuran sudut dapat dilihat pada Gambar 2-9.



Gambar 2-8 Garis ukuran pada jarak yang pendek

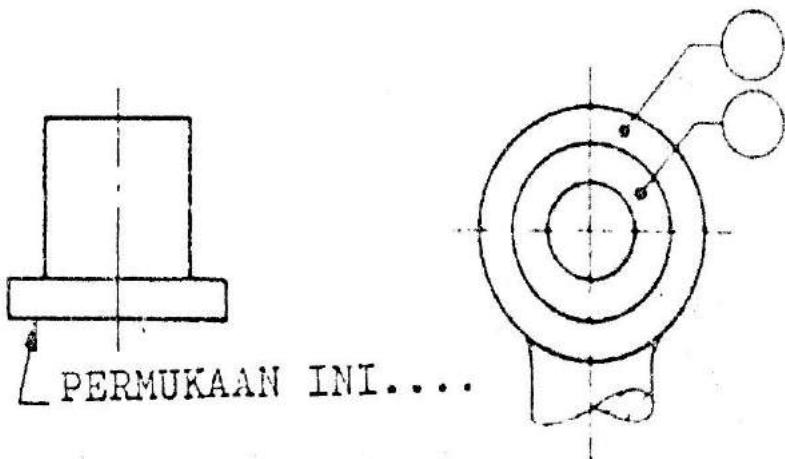


Gambar 2-9 Garis batas ukuran sudut dan busur ukuran sudut

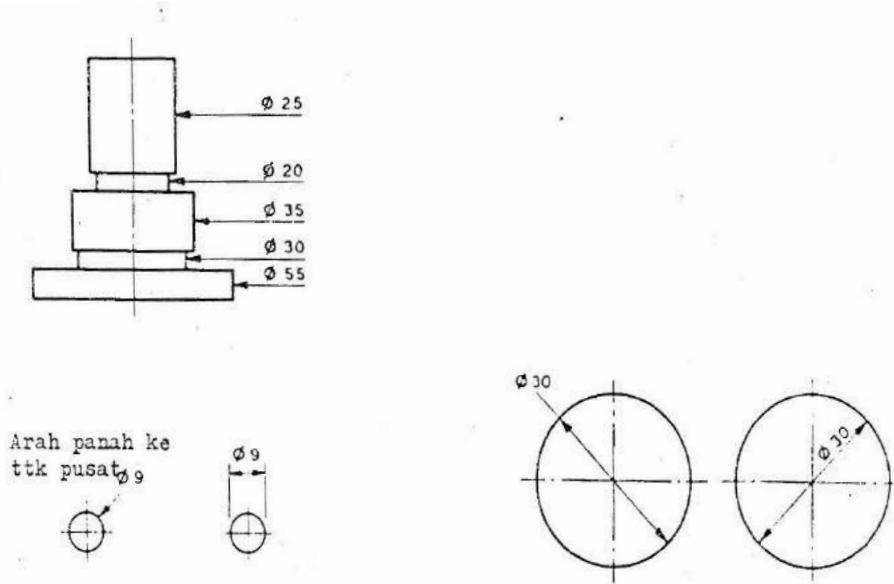
F. Tanda Petunjuk

Pada Gambar 2-10 diperlihatkan dua macam tanda petunjuk yang banyak digunakan dalam gambar teknik. Tanda tersebut dibuat menggunakan garis tipis (jenis B) yang sama dengan garis batas ukuran dan batas ukuran. Sedangkan pada ujung garis tanda petunjuk dibuat tanda ujung panah yang menyentuh garis gambar atau tanda titik yang jelas pada bidang gambar. Tanda titik hanya dibuat pada bidang gambar misalnya untuk menunjukkan bahwa nomor komponen pada suatu komposisi.

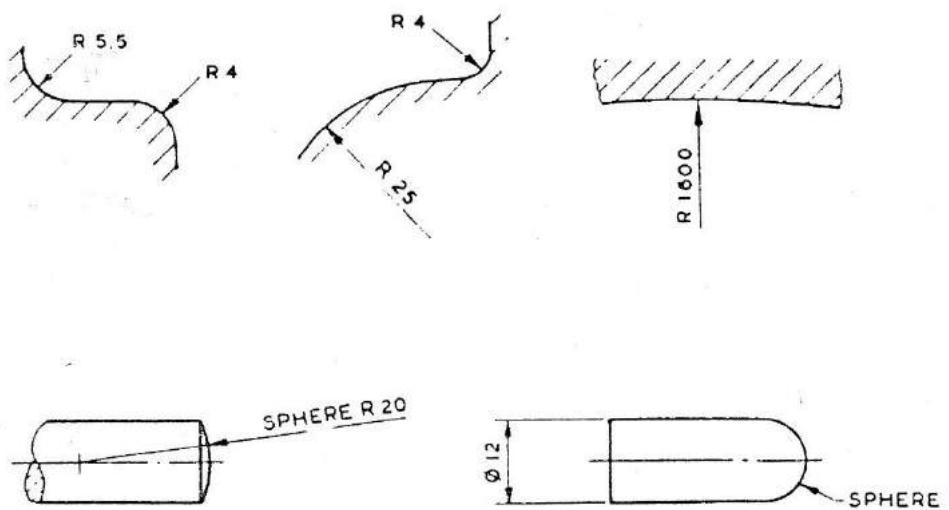
Tanda petunjuk hendaknya jangan dibuat terlalu panjang atau berpotongan. Berikut ditunjukkan beberapa contoh penggunaan tanda petunjuk seperti ditampilkan oleh Gambar 2-11, 2-12 dan 2-13.



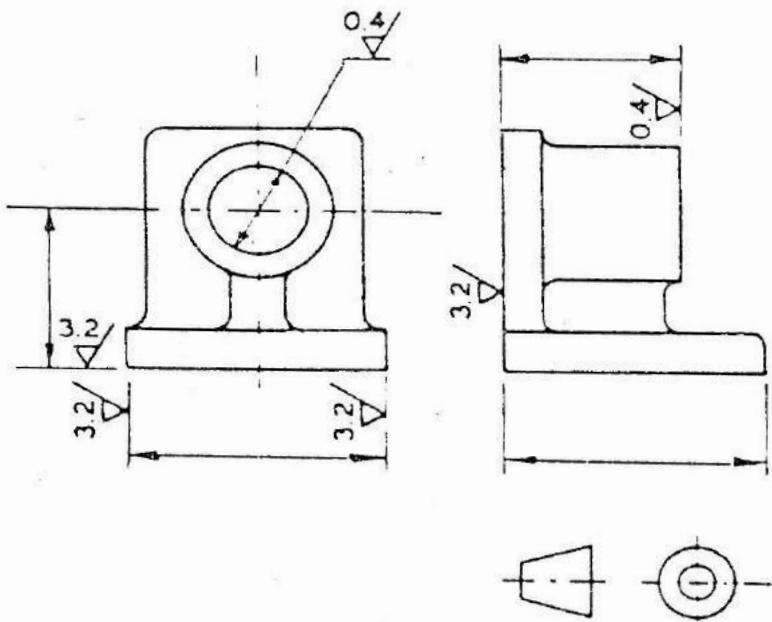
Gambar 2- 10 Dua model umum tanda petunjuk



Gambar 2-11 Beberapa variasi penempatan simbol dan angka ukuran diameter



Gambar 2-12 Beberapa variasi tanda petunjuk ukuran jari-jari



Gambar 2- 13 Simbol dan angka ukuran kekasaran permukaan

BAB III. ANGKA UKURAN DAN SIMBOL

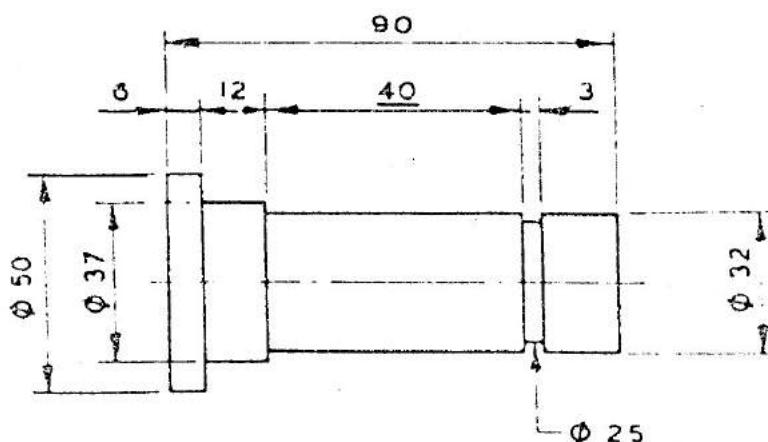
Semua angka ukuran dan symbol yang digunakan hendaknya jelas sehingga mudah terbaca. Angka-angka dan huruf yang dipakai disarankan dalam bentuk standard seperti tertera pada Gambar 3-1. Ukuran tinggi huruf dan angka tidak kurang dari 3 mm.

A B C D E F G H I J K L M N
O P Q R S T U V W X Y Z
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Gambar 3-1 Bentuk huruf dan angka yang dianjurkan

A. Angka Ukuran Jarak

Angka ukuran jarak yang tertera pada gambar selalu menunjukkan ukuran yang sesungguhnya (sebenarnya), tidak tergantung kepada skala gambar. Angka tersebut diletakkan di tengah garis ukuran, kecuali untuk garis ukuran yang terlalu pendek, cara penempatannya dibuat seperti pada Gambar 3-2.



Gambar 3-2 Penempatan angka ukuran

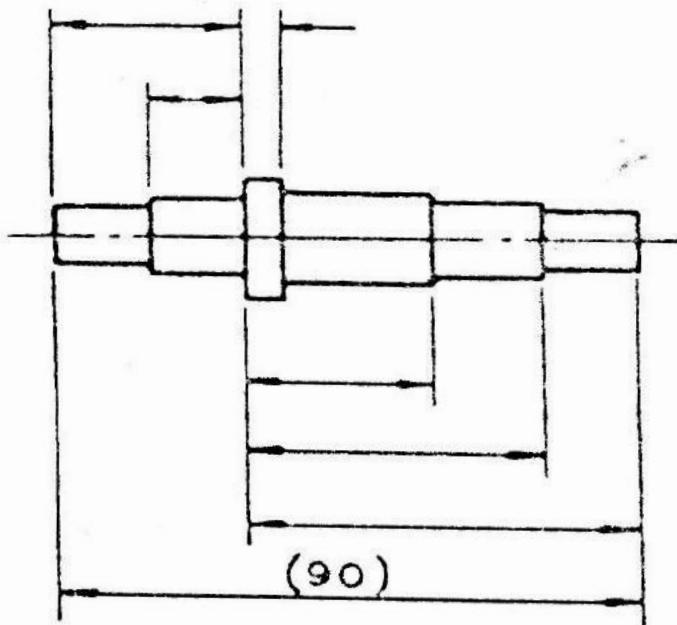
Angka-angka dengan satuan metrik (mm) ditempatkan kira-kira 1 mm di atas garis ukuran. Sedangkan angka ukuran dalam satuan inci ditempatkan pada poros garis ukuran dibagian yang terputus, lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3-3. Cara meletakkan angka ukuran terhadap garis gambar sedemikian rupa sehingga mudah terbaca dari bawah dan kanan gambar, lihat Gambar 3-2.

Beberapa ketentuan yang perlu diperhatikan untuk menuliskan angka dalam satuan mm diantaranya adalah:

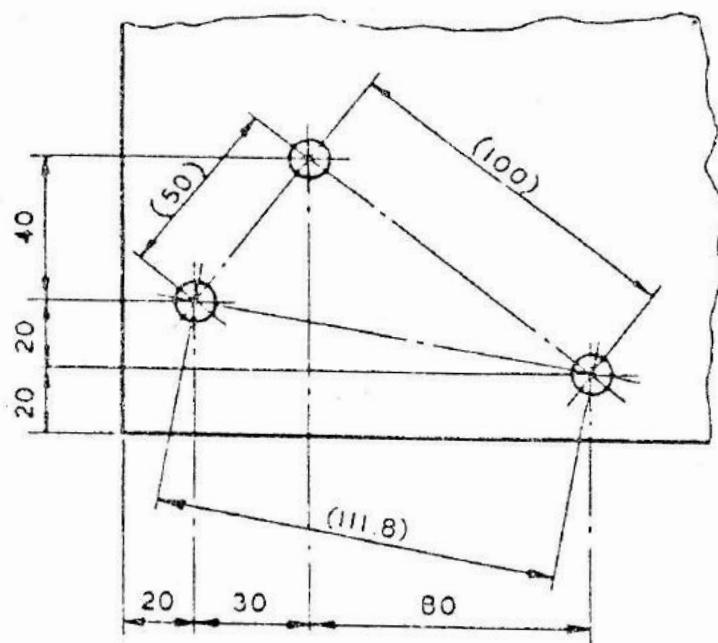
- a. Satuan angka ukuran ialah milimeter dan tidak dituliskan dibelakang angka. Jika ada bagian yang akan ditulis dengan meter (m), misalnya padabagian yang terlalu panjang, sebaiknya satuan ini harus tertera dibelakang angka.
- b. Angka selalu ditulis dalam bentuk dilangan bulat atau dalam bentuk desimal dan tidak menggunakan pecahan.
- c. Angka sampai ribuan dapat ditulis secara biasa yaitu 3, 37, 1700 dan lain-lain. Tetapi apabila menggunakan angka puluhan ribu dan seterusnya, tiap tiga angka terakhir harus diberi jarak antara satu angka contohnya: 17 700, 37 700 dan sebagainya. Pemberian titik atau koma kemungkinan dapat terjadi salah tafsir sebagai desimal. Kedua macam tanda tersebut tergantung kebiasaan suatu negara.
- d. Ukuran yang lebih kecil dari 1 mm ditulis dengan desimal yang didahului angka nol misalnya: 0,5 atau 0.5
- e. Jika pada gambar terdapat bagian yang dibuat tidak menurut skala, maka pada angka ukuran harus diberi tanda garis dibawahnya seperti angka **40** pada Gambar 3-2.
- f. Angka-angka ukuran yang lebih besar umumnya ditempatkan pada garis ukuran sebelah luar. Angka ini dapat juga ditempatkan pada garis ukuran dengan angka yang lebih kecil.
- g. Gambar yang telah diberi angka ukuran lengkap dan terperinci kadang-kadang masih diperlukan angka ukuran pembantu, misalnya untuk mengetahui ukuran keseluruhan atau ukuran bagian tertentu. Angka demikian hendaknya diberi tanda kurung misalnya (90) dan (100) pada

Gambar 3-3 dan 3-4. Tanda kurung berarti angkanya tidak menunjukkan toleransi tertentu, karena sudah tercakup pada angka-angka ukuran lainnya.

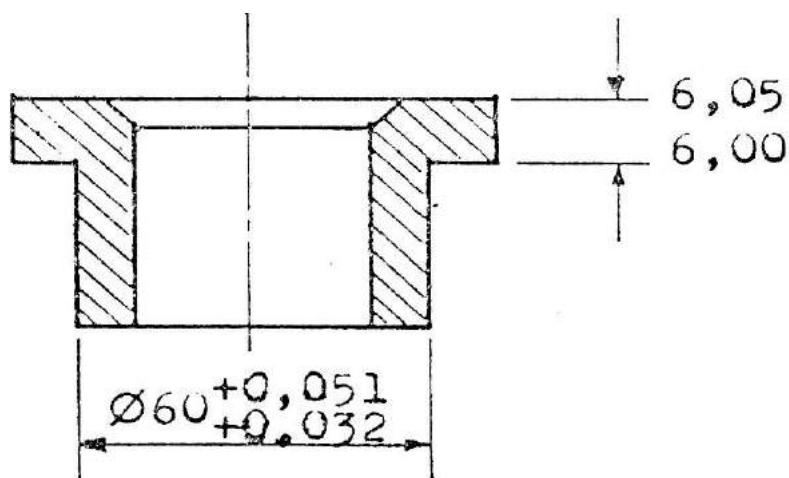
- h. Ukuran dengan angka bilangan bulat harus dinyatakan toleransinya pada label gambar. Angka ukuran yang memerlukan toleransi tertentu harus ditulis lengkap pada garis ukuran seperti pada Gambar 3-5.



Gambar 3- 3 Ukuran panjang keseluruhan (90) sebagai ukuran pembantu



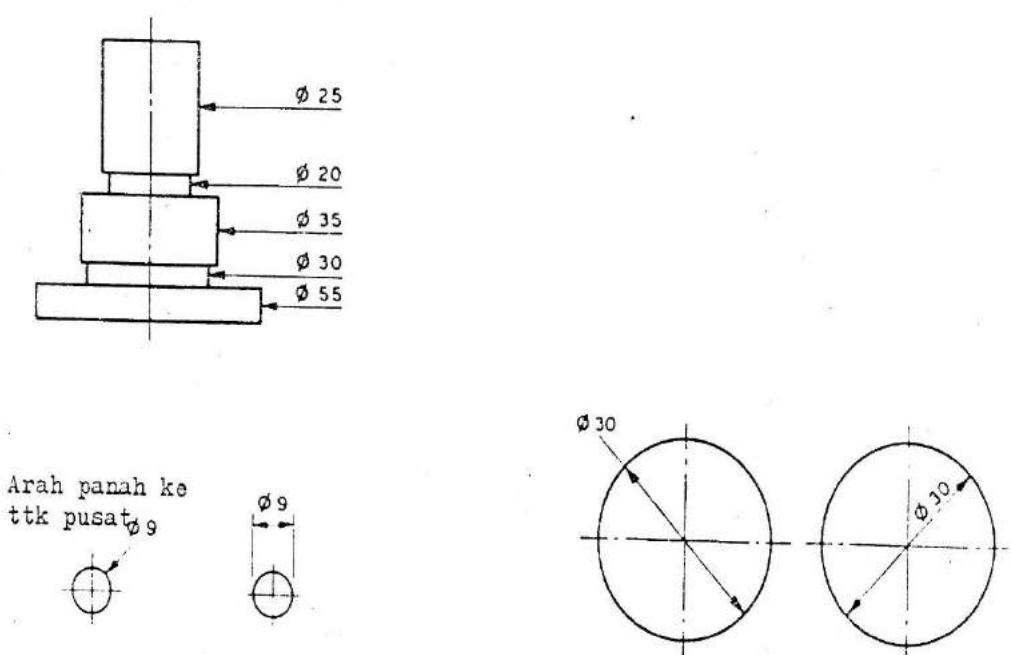
Gambar 3- 4 Jarak lubang sebagai ukuran pembantu



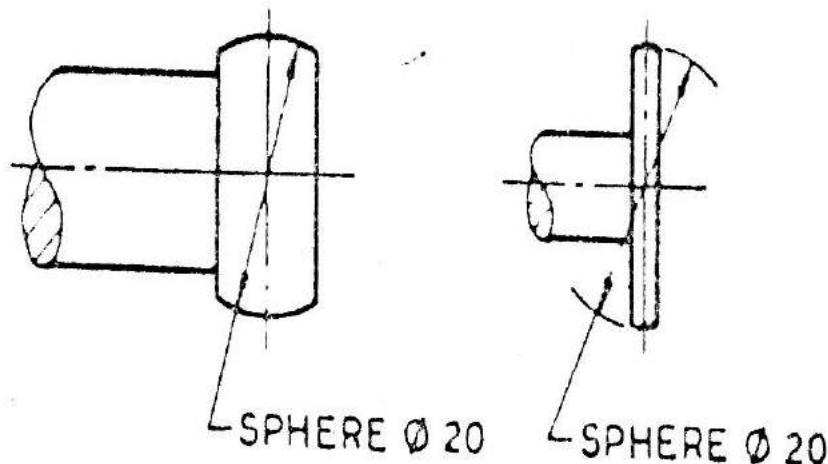
Gambar 3-5 Angka ukuran dengan toleransi tertentu

B. Angka Ukuran Diameter

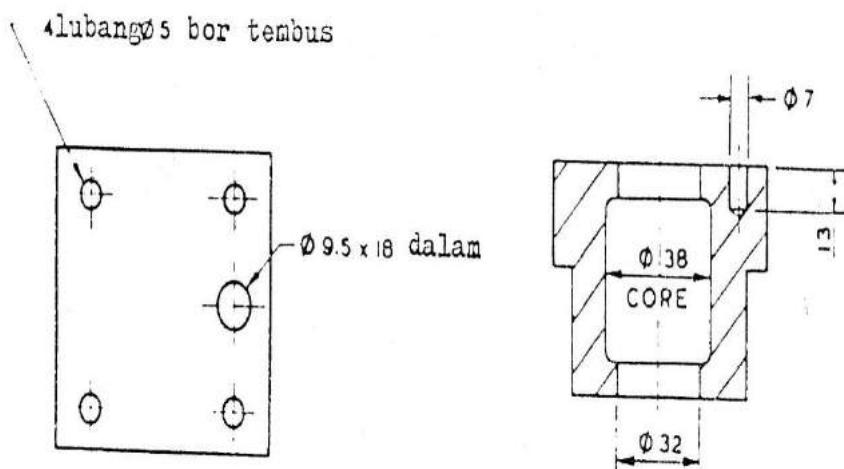
Angka ukuran diameter selalu didahului simbol diameter (\emptyset) misalnya $\emptyset 27$ dan satuannya tetap dalam milimeter. Umumnya angka-angka tersebut tertera pada garis ukuran seperti halnya angka ukuran jarak (Gambar 3-3). Selain cara tersebut dapat pula ditulis pada tanda petunjuk seperti pada Gambar 3-2 dan 3-6. Diameter suatu permukaan lengkung atau bagian dari suatu bentuk lingkaran dapat dinyatakan seperti pada Gambar 3-7



Gambar 3-6 Beberapa variasi penempatan simbol dan angka ukuran diameter



Gambar 3-7 Ukuran diameter suatu permukaan lengkung

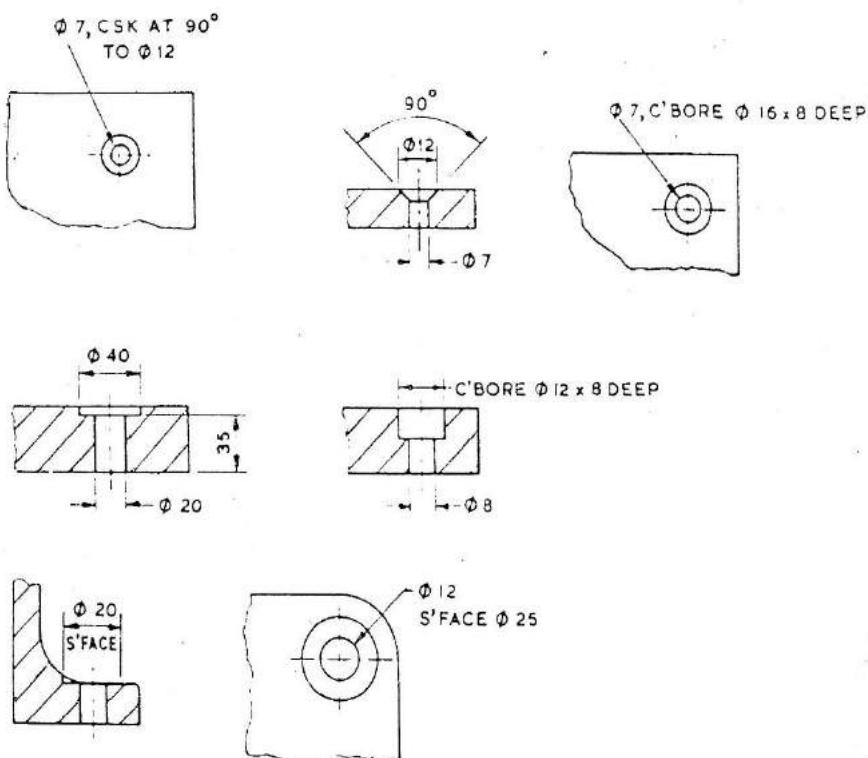


Gambar 3-8 Ukuran diameter lubang dengan keterangan tambahan

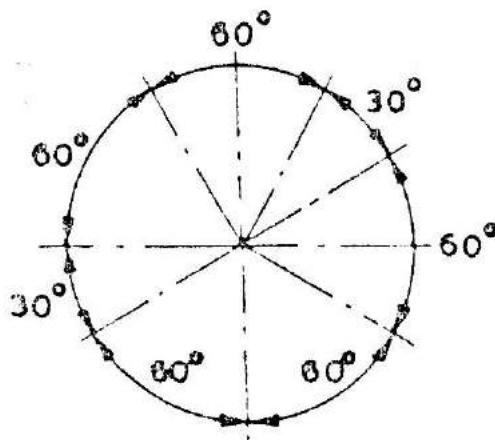
Berkaitan dengan diameter ukuran lubang dapat diberi tambahan catatan seperti lubang tembus, dalam lubang dan lain-lain, seperti ditunjukkan oleh Gambar 3-8. Beberapa variasi penggunaan angka diameter tertera pada Gambar 3-9. Namun Simbol diameter tidak digunakan untuk lubang atau poros yang mempunyai drad (ulir), tetapi ditulis dengan cara lain.

C. Angka Ukuran Sudut

Angka ukuran sudut ditulis seperti biasanya mis: 30° , 45° , $17^\circ 27'$, $27^\circ 37' 47''$ dan banyak berbagai contoh lain. Jika diperlukan dapat langsung ditulis toleransi yang diperlukan. Sudut yang lebih kecil dari 1° hendaknya ditulis $0^\circ 45'$ bukan $3/4^\circ$. Cara menempatkan angka ukuran (busur) dapat menggunakan susunan seperti pada Gambar 3-10.



Gambar 3-9 Beberapa variasi penggunaan ukuran diameter



Gambar 3-10 Penempatan angka ukuran sudut

D. Angka Ukuran Jari-jari

Bagian gambar ygng berbentuk lengkungan teratur atau merupakan busur suatu lingkaran perlu dinyatakan ukuran jari-jarinya. Angka ukuran jari-jari tersebut selalu didahului oleh huruf besar R, misalnya R 27 berarti ukuran jari-jarinya 27 mm. Pasangan angka dan huruf tadi ditempatkan pada garis petunjuk jari-jari. Garis tanda petunjuk ini dibuat dengan cara menarik garis dari atau ke arah titik pusat dan ujung pertemuannya dengan lengkungan diberi tanda ujung panah. Beberapa cara pembuatan tanda garis petunjuk jari-jari dan penempatan angka tertera pada Gambar 3-11.

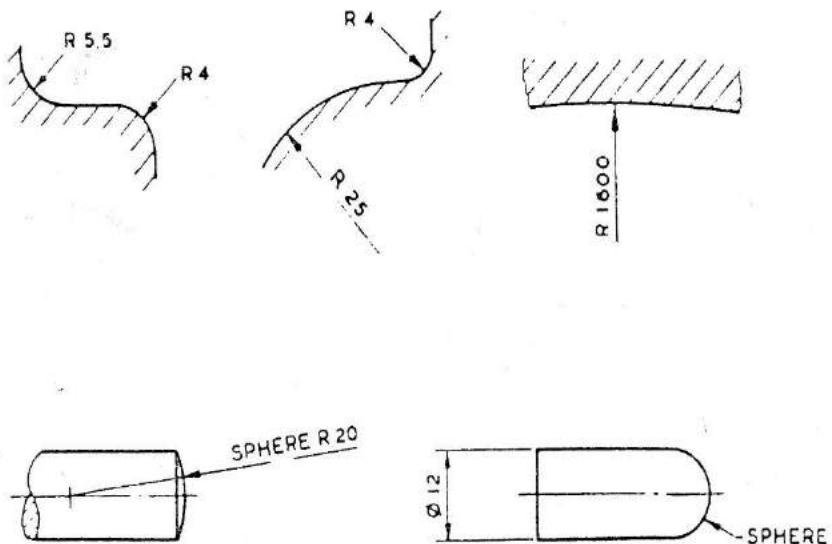
E. Angka Ukuran Lain-lain

Selain angka-angka ukuran dan simbol seperti telah dikemukakan sebelumnya, beberapa angka ukuran dan simbol yang dipergunakan dalam gambar teknik yang terpenting antara lain adalah:

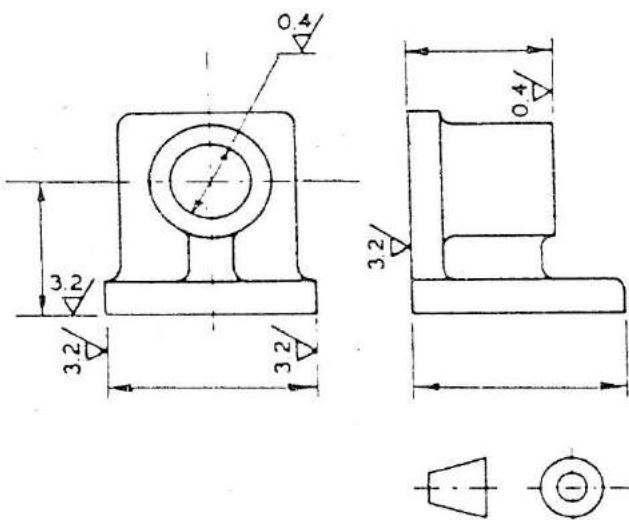
- a. Angka ukuran kekasaran permukaan dengan simbol dan angka seperti tertera pada Gambar 3-12
- b. Simbol dan angka ketirusan atau konisitas seperti ditunjukkan oleh Gambar 3-13
- c. Simbol huruf dan angka yang menunjukkan toleransi pasangan poros (as) dengan lubang seperti tertera pada Gambar 3-14

d. Simbol dan tanda untuk sambungan las.

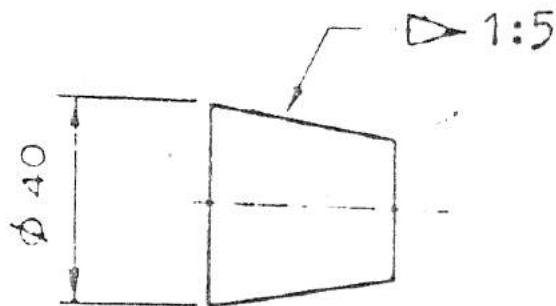
Angka-angka ukuran dan simbol tersebut diatas memerlukan penjelasan dan pembahasan lebih lanjut termasuk beberapa simbol dan angka lainnya.



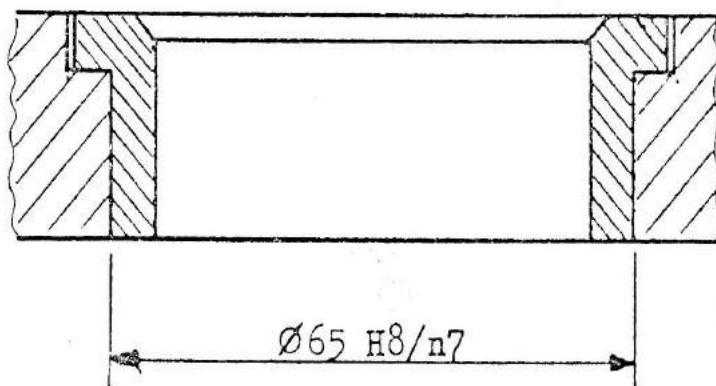
Gambar 3-11 Petunjuk jari-jari dan penempatan angka



Gambar 3-12 Simbol dan angka ukuran kekasaran permukaan



Gambar 3-13 Simbol dan angka ketirusan

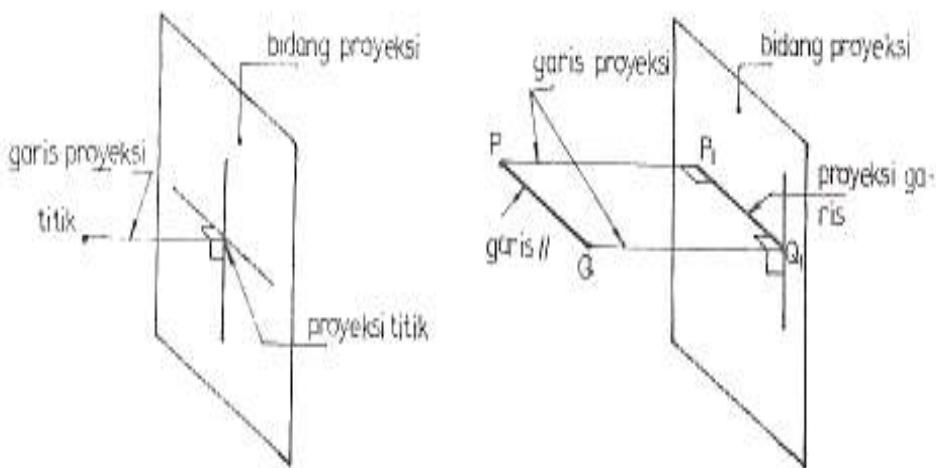


Gambar 3- 14 Huruf dan angka toleransi pasangan poros (as) dengan lubang dengan basis lubang

BAB IV. SISTEM PROYEKSI

A. Proyeksi Titik

Apabila sebuah titik diproyeksikan secara tegak lurus terhadap bidang proyeksi, maka proyeksinya adalah titik potong dari garis proyeksi itu sendiri yang berada pada bidang proyeksi tersebut seperti terlihat pada Gambar 4-1 berikut.



Gambar 4-1 Proyeksi titik (kiri) dan proyeksi sejajar

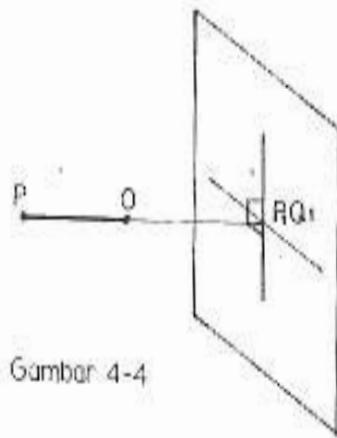
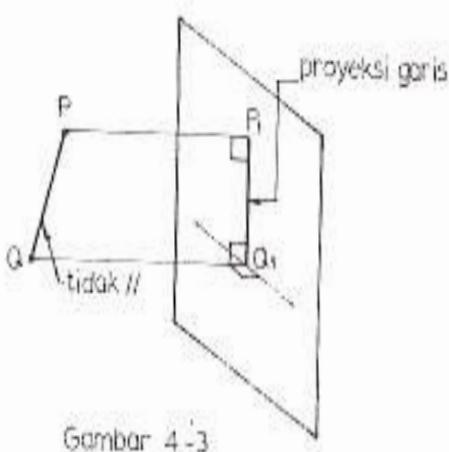
B. Proyeksi Sejajar

Apabila kita memproyeksikan sebuah garis terhadap bidang proyeksi, maka yang diproyeksikannya hanya dua titik ujung-ujungnya saja. Dengan jalan memberi tanda berupa huruf atau angka, seperti terlihat pada Gambar 38, sehingga apabila garis PQ ini diproyeksikan pada bidang proyeksi secara tegak lurus, maka proyeksinya adalah sama panjang dengan garis yang diproyeksikan itu atau sama dengan garis PQ itu sendiri. Namun apabila garis PQ ini kedudukannya tidak sejajar dengan bidang proyeksi, maka proyeksinya akan lebih pendek dari garis yang diproyeksikannya, seperti terlihat pada Gambar 4-1.

C. Proyeksi Tegak

Proyeksi ini merupakan proyeksi dari suatu garis PQ yang posisinya tegak lurus terhadap bidang proyeksi dan selanjutnya garis tersebut diproyeksikan terhadap bidang proyeksi. Hasil proyeksi akan

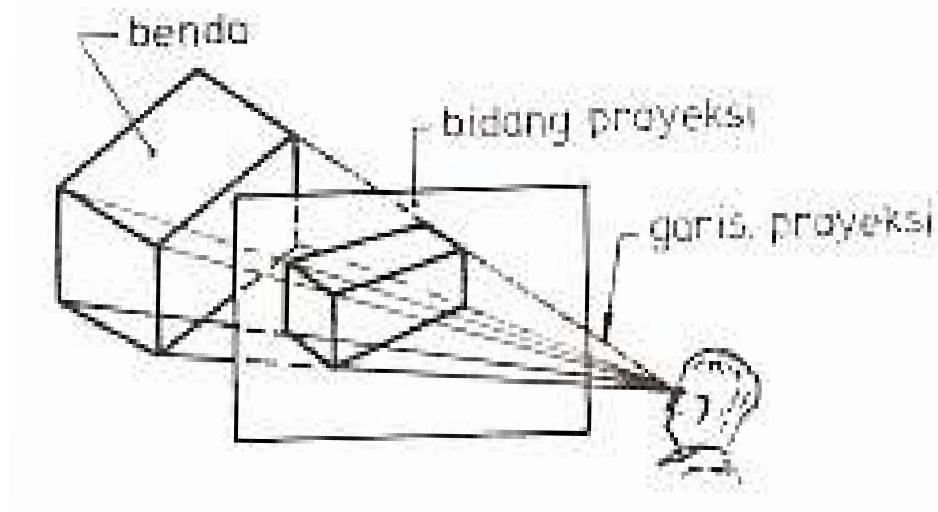
merupakan sebuah titik, dengan kata lain dikembalikan pada suatu titik seperti ditunjukkan oleh Gambar 4-2.



Gambar 4-2 Proyeksi Tidak Sejajar (kiri) dan proyeksi tegak

D. Proyeksi Perspektif

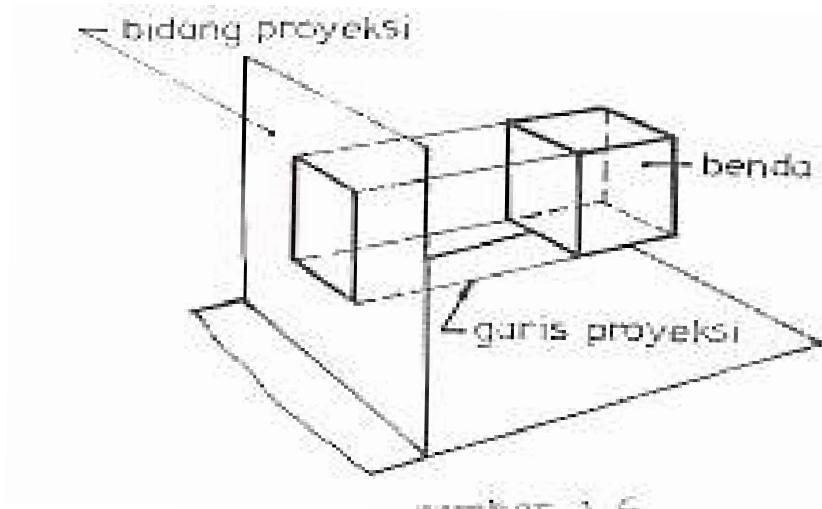
Proyeksi perspektif secara prinsip merupakan garis-garis proyeksi yang terjadi tidak sejajar dengan garis-garis lainnya, tetapi setiap garis menuju suatu titik. Titik yang dimaksud adalah titik penglihatan dari mata pengamat. Jadi proyeksinya bukan menunjukkan bentuk asli (sebenarnya) dari benda yang dilihat. Sehingga apabila sebuah benda dilihat dari suatu titik penglihatan, maka proyeksi dari benda yang dilihat akan berada pada bidang proyeksi seperti terlihat pada Gambar 4-3. Gambar yang terlihat disebut sebagai gambar perspektif.



Gambar 4-3 Proyeksi Perspektif

E. Proyeksi Orthogonal

Garis-garis proyeksi yang terjadi pada proyeksi orthogonal ini prinsipnya sejajar dengan garis proyeksi lainnya dan tegak lurus terhadap bidang proyeksi, seperti ditunjukkan pada Gambar 4-4. Jadi apabila suatu benda dilihat dari suatu titik penglihatan yang tak terhingga, maka garis proyeksinya menjadi sejajar dan tegak lurus terhadap bidang proyeksi dan proyeksi dari benda yang dilihat akan berada pada bidang proyeksi.



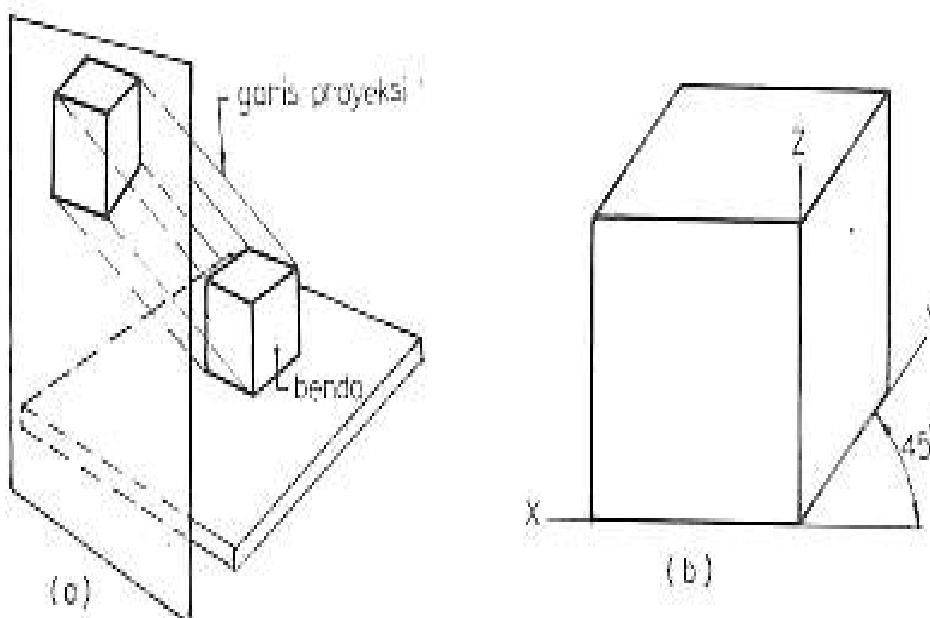
Gambar 4-4 Proyeksi Orthogonal

F. Proyeksi Miring

Di dalam proyeksi miring, garis-garis proyeksi yang terjadi tidak tegak lurus terhadap bidang proyeksi, melainkan membentuk sudut terhadap bidang proyeksi. Proyeksi dari benda yang berada pada bidang proyeksi disebut proyeksi miring, seperti terlihat pada Gambar 4-5.

Cara menggambar proyeksi miring ini, berdasarkan pada kemiringan dari benda yang akan digambar. Sudut kemiringan pada proyeksi ini membentuk sudut 45° , seperti ditunjukkan oleh Gambar 4-5 (kanan). Cara menggambarnya adalah sebagai berikut:

- a. Penggambaran terhadap sumbu Z digambarkan pada skala yang sebenarnya atau skala 1:1
- b. Penggambaran terhadap sumbu X juga menggunakan skala sebenarnya yaitu 1:1
- c. Penggambaran terhadap sumbu Y digambarkan setengahnya atau menggunakan skala 1:2.

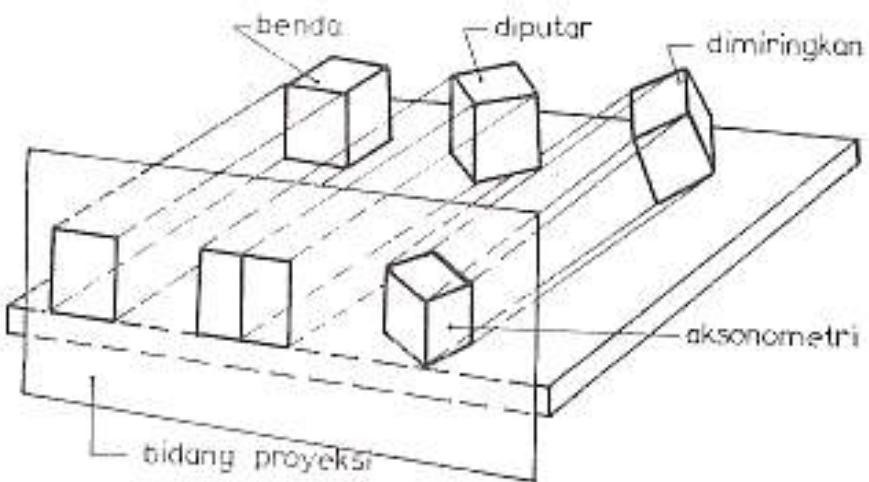


Gambar 4- 5 Proyeksi miring (kiri), sudut yang dibentuk pada proyeksi miring

G. Proyeksi Aksonometri

Garis-garis proyeksi yang terjadi pada proyeksi aksonometri tetap sejajar dan tegak lurus terhadap bidang proyeksi, hanya kedudukan dari

benda yang akan diproyeksikan berubah. Bila sebuah benda diproyeksikan secara ortogonal, maka proyeksi yang akan terlihat pada bidang proyeksi hanya satu permukaan saja, seperti terlihat pada Gambar 4-4. Sedangkan apabila benda yang akan kita proyeksikan dimiringkan, maka proyeksi yang akan tampak pada bidang proyeksi menjadi tiga buah bidang permukaan. Sehingga keadaan ini dapat memberikan penjelasan bentuk yang sebenarnya. Gambar semacam ini biasanya disebut proyeksi aksonometri. Seperti diperlihatkan oleh Gambar 4-6.

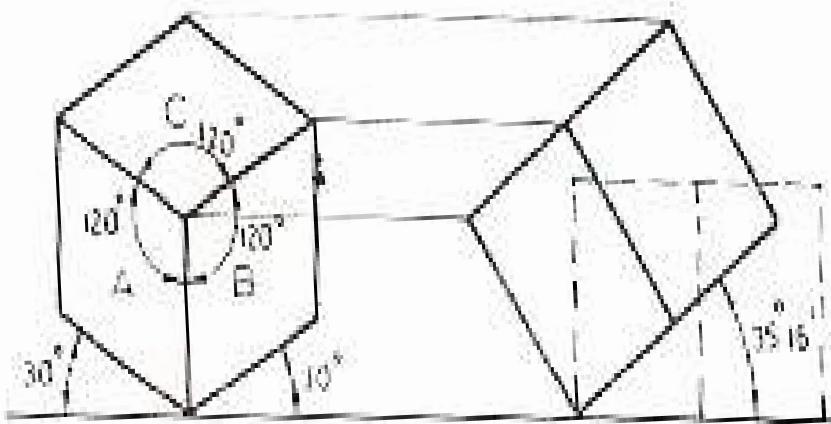


Gambar 4-6 Proyeksi Aksonometri

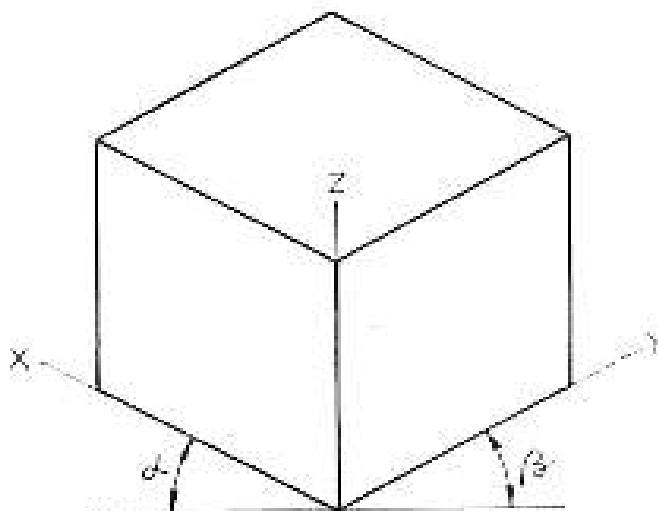
H. Proyeksi Isometri

Apabila sebuah benda atau kubus diletakkan pada sebuah bidang datar dengan diagonalnya tegak lurus terhadap bidang proyeksi, maka yang akan terlihat hanya dua permukaan bidang saja,yaitu: bidang A dan bidang B seperti terlihat pada Gambar 4-7. Selanjutnya apabila kubus tersebut dimiringkan, sehingga bagian bawah dari bidang kubus tersebut membentuk sudut $35^{\circ}16'$ terhadap bidang datar, maka proyeksi kubus tersebut akan tampak menjadi tiga buah bidang permukaan yaitu bidang A, B dan C yang sisi-sisinya terlihat menjadi sama panjang. Dengan demikian sudut antara sisi dari kubus tersebut akan membentuk sudut 120° , atau sudut pada dua buah sisi lainnya membentuk sudut 30° terhadap bidang datar tadi. Gambar semacam ini disebut proyeksi Isometri.

Cara menggambar proyeksi ini dapat dilihat pada Gambar 4-8. Ditentukan terlebih dahulu sudut yang dibentuk oleh dua sisi pada sumbu X dan Y yaitu α dn β masing-masing sama besar 30° . Sisi-sisi yang dibuat pada salib sumbu X, Y dan Z dapat menggunakan skala 0,82 atau untuk memudahkan proses penggambaran umumnya digunakan skala 1:1.



Gambar 4-7 Proyeksi Isometri

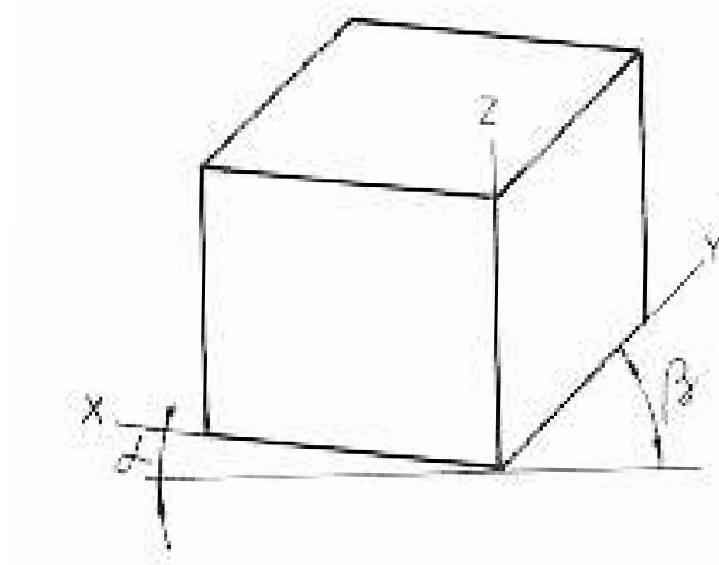


Gambar 4-10

Gambar 4-8 Bentuk Gambar Isometri

I. Proyeksi Dimetri

Apabila sebuah benda digambar dalam bentuk proyeksi isometri kadang-kadang sering terdapat beberapa buah garis menjadi berimpit atau beberapa buah bidang sering muncul proyeksinya menjadi sebuah garis lurus, sehingga bentuk keseluruhan dari benda menjadi tidak jelas. Maka untuk mengatasinya benda tersebut dapat digambarkan kedalam bentuk proyeksi dimetri. Karena melalui cara ini maka kasus tersebut dapat dihindari.



Gambar 4-9 Proyeksi Dimetri

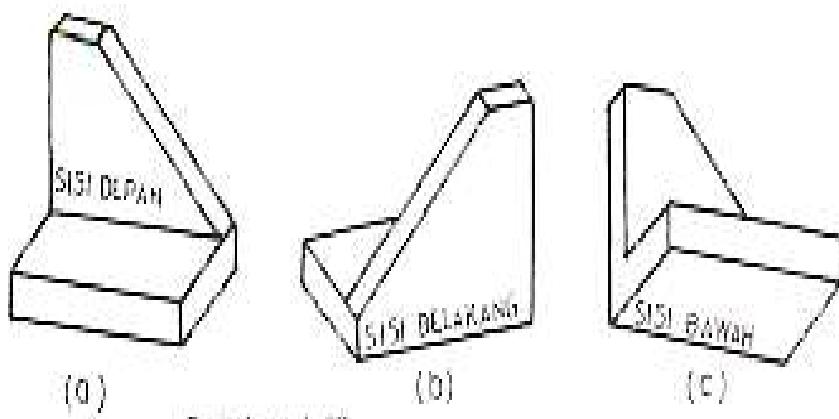
Cara dan bentuk penggambaran proyeksi dimetri seperti ini dapat dilihat pada Gambar 48. Proyeksi dimetri penggambaran kearah sumbu X dan Y dinyatakan dalam skala 1:1, sedangkan kearah sumbu Z digambarkan dengan skala 1:2 dan sudut yang dibentuk oleh sumbu X dengan garis datar, $\alpha = 7^\circ$ dan susdut yang dibentuk oleh sumbu Y dengan garis datar, $\beta=42^\circ$.

J. Proyeksi Amerika

Seseorang yang ingin membuat benda sesuai pesanan gambar, orang yang membuat benda tersebut harus mampu membayangkan bentuk keseluruhan dari benda yang akan dibuat. Agar dapat memperoleh bayangan terhadap benda yang akan dibuat tersebut maka benda itu harus digambarkan dengan bermacam-macam pandangan atau

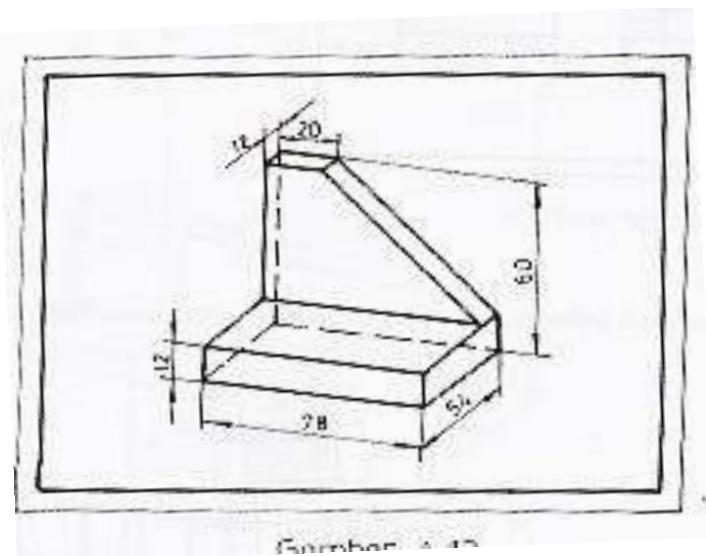
penampang dari berbagai sisi untuk memperjelas gambar secara keseluruhan. Gambar 4-10 menampilkan gambar yang dilihat dari berbagai sisi, yaitu:

- a. memperlihatkan bagian sisi depan
- b. memperlihatkan bagian sisi belakang
- c. memperlihatkan bagian sisi bawah



Gambar 4-10 Tampilan benda dari berbagai sisi

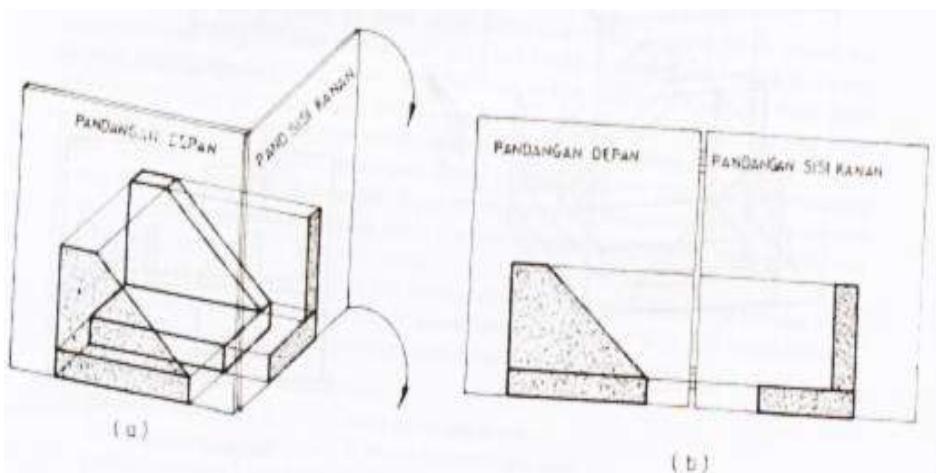
Dengan cara menggambarkan dan menampilkan benda sesuai dengan Gambar 4-10 tersebut, maka setiap orang akan dapat melihat bentuk benda dan menafsirkannya secara jelas dan benar meskipun orang tersebut tidak paham tentang proyeksi. Selain dengan cara memperlihatkan gambar benda dari berbagai sisi, terdapat cara lain yaitu dengan cara hanya menampilkan bagian satu sisi saja namun gambar tersebut harus dilengkapi dengan garis-garis petunjuk untuk bagian benda yang tidak tampak disertai ukuran-ukurannya seperti ditunjukkan oleh Gambar 4-11.



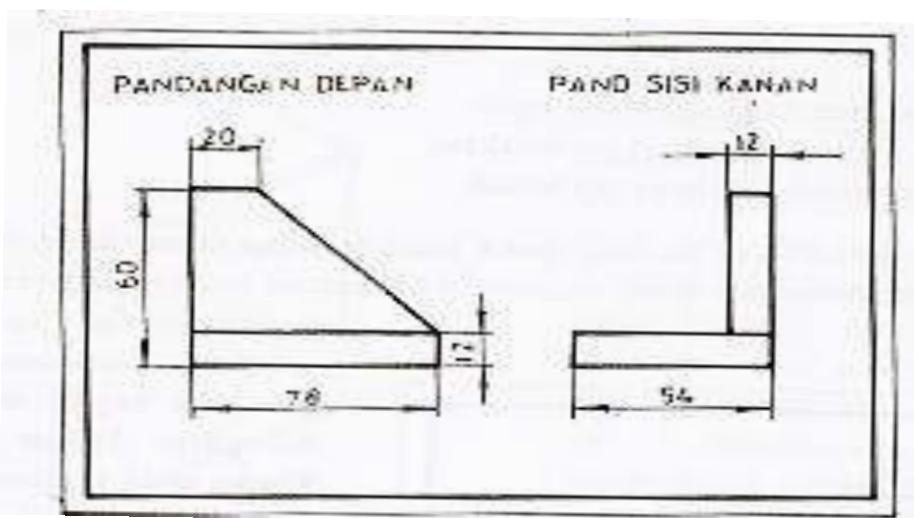
Gambar 4-11 Gambar benda yang disertai garis-garis yang tidak tampak serta ukurannya

Tampilan Gambar 4-11 tersebut dapat pula dikatakan sebagai gambar perspektif dan gambarnya dinamakan sebagai gambar perspektif. Penyajian gambar secara perspektif ini umumnya hanya dapat digunakan untuk menggambar benda yang relatif sederhana dan kurang banyak diterapkan pada gambar dari benda yang rumit karena terlalu banyak garis-garis benda yang tidak tampak yang akan saling berpotongan satu sama lain. Sehingga bentuk secara keseluruhan benda menjadi lebih sulit untuk dibayangkan atau dimengerti.

Untuk menggambarkan bentuk-bentuk benda yang rumit, pada umumnya dapat dilakukan dengan cara memproyeksikan benda tersebut terhadap minimal terhadap bidang proyeksi yang tegak lurus satu sama lain seperti terlihat pada Gambar 4-12a. Bila bidang proyeksi tersebut dibentangkan pada bidang yang datar maka akan menghasilkan suatu gambaran seperti ditampakkan pada Gambar 4-12b. Melalui cara proyeksi ini maka akan terlihat lebih jelas kedudukan benda apabila dilihat dari samping kanan dari suatu pandangan depan yang posisinya lurus dan sejajar. Sedangkan secara keseluruhan gambar kerja dari benda tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4-13.



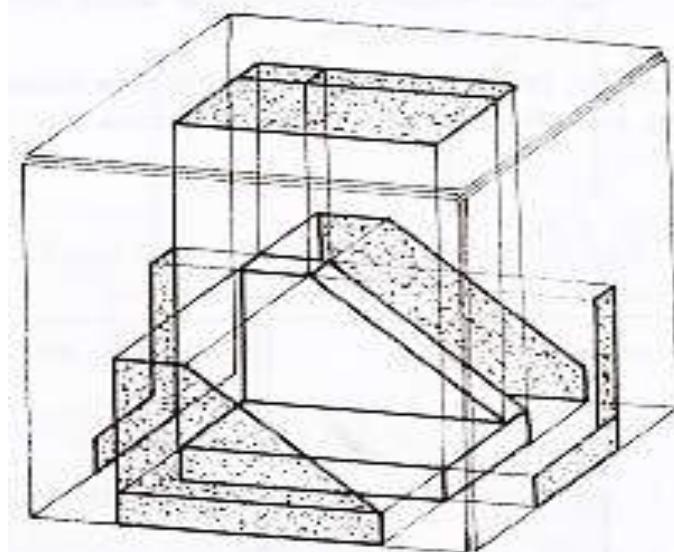
Gambar 4-12 Gambar proyeksi terhadap bidang yang dilihat secara tampak depan dan tampak sisi kanan



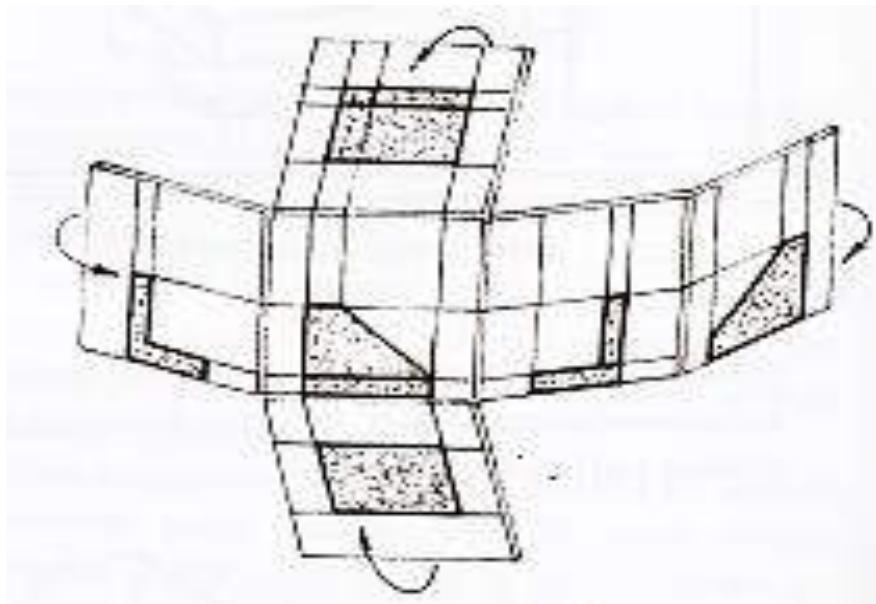
Gambar 4- 13 Gambar kerja secara utuh dilihat dari sisi depan dan sisi kanan

Apabila benda tersebut dimasukkan kedalam kubus yang transparan (terbuat dari kaca bening) yang terdiri dari enam buah bidang proyeksi, sehingga jika dilihat dari setiap sisi bidang proyeksi akan tampak seperti pada Gambar 4-14. Selanjutnya apabila apabila ke enam bidang proyeksi itu dibentangkan ke depan secara tegak lurus terhadap bidang datar akan tampak seperti ditunjukkan oleh Gambar 4-15. Selanjutnya

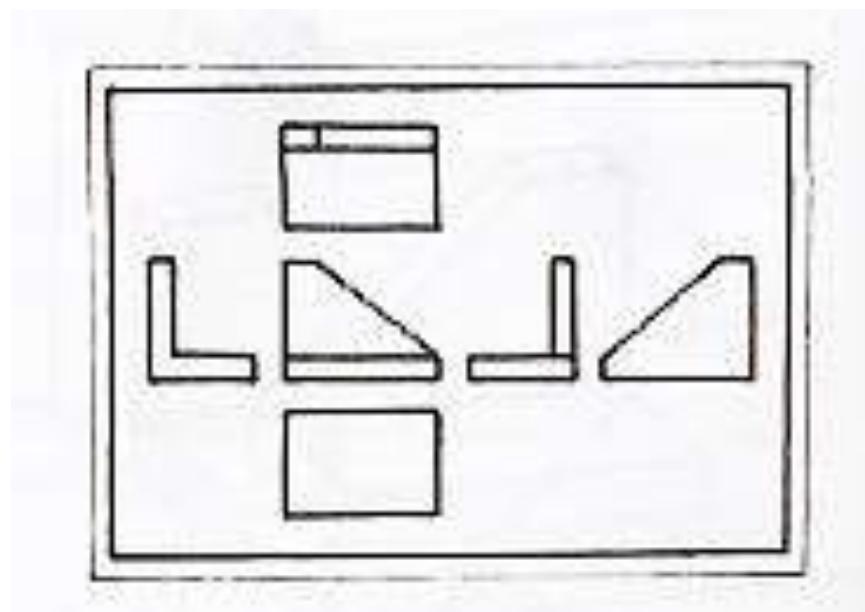
apabila digambarkan secara lengkap akan terlihat proyeksi siku-siku dari benda tersebut seperti ditunjukkan oleh Gambar 4-16.



Gambar 4- 14 Gambar benda yang diletakkan dalam kubus transparan terdiri dari enam buah bidang proyeksi (secara Amerika)



Gambar 4- 15 Gambar bentangan kedepan secara tegak lurus terhadap bidang datar dari enam buah bidang proyeksi



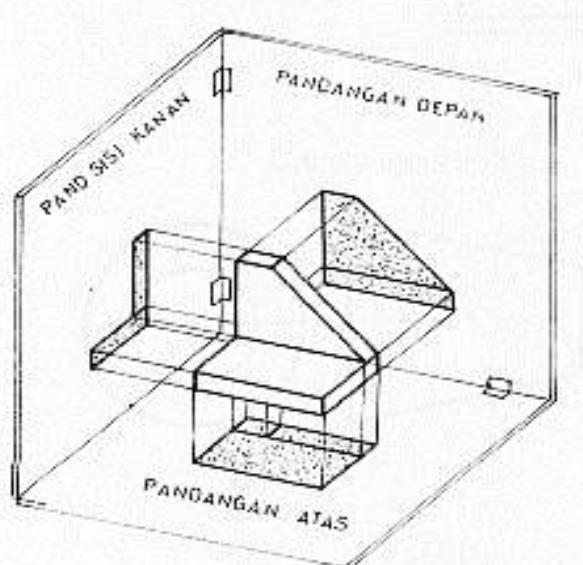
Gambar 4- 16 Gambar hasil proyeksi yang dilihat dari berbagai sisi

Melalui cara proyeksi semacam ini, terlihat bahwa posisi pandangan depan tetap berada di depan, pandangan atas berada di atas pandangan depan, pandangan samping kanan berada disebelah kanan pandangan depan, pandangan samping kiri berada di sebelah kiri pandangan depan, dan pandangan belakang berada di sebelah kanan pandangan samping kanan. Cara proyeksi seperti ini biasanya disebut atau dinyatakan sebagai proyeksi Amerika.

K. Proyeksi Eropa

Secara prinsip proyeksi eropa merupakan kebalikan dari sistem proyeksi Amerika. Hal ini terjadi karena cara melihat dan membentangkan bidang-bidang proyeksi dilakukan secara terbalik terhadap proyeksi Amerika. Secara lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4-17. Dengan melakukan cara yang sama seperti pada proyeksi Amerika yaitu, memasukkan sebuah benda pada sebuah kubus transparan (bening), kemudian benda tersebut kita lihat secara tegak lurus dari suatu arah tertentu, maka hasilnya akan terletak pada proyeksi yang berada di belakang benda tersebut. Sebagai ilustrasi dapat dilihat Gambar 4-17. Selanjutnya apabila benda tersebut ditinjau atau dipandang dari tiga arah tertentu misalnya: dari depan, atas dan samping kanan, maka hasil pandangan dari berbagai arah tersebut akan terletak pada bidang-bidang proyeksi yang berada di bagian belakang benda itu, yaitu: hasil

pandangan dari sebelah atas terletak pada bidang proyeksi yang berada di bagian bawah benda, hasil peninjauan dari depan terletak pada bidang proyeksi yang berada di belakang benda dan hasil peninjauan dari samping kanan terletak pada bidang proyeksi yang berada di sebelah kiri benda. Secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4-17.

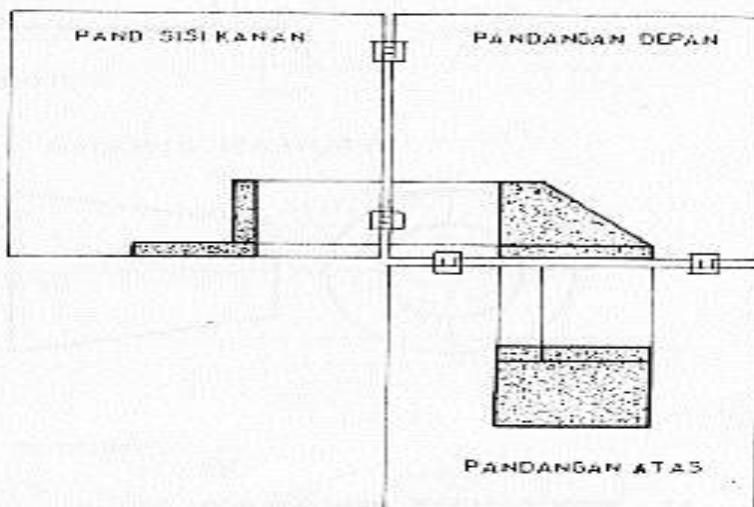


Gambar 4- 17 Gambar benda yang diletakkan dalam kubus transparan terdiri dari enam buah bidang proyeksi (secara Eropa)

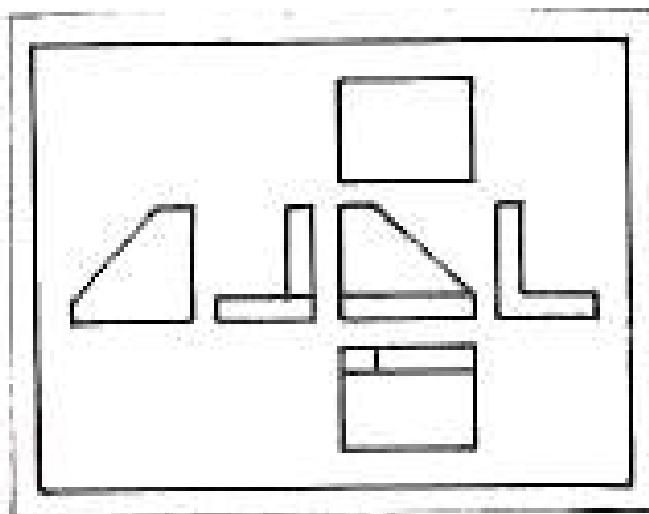
Selanjutnya apabila dari ke tiga bidang proyeksi tersebut dibentangkan ke belakang secara tegak lurus terhadap bidang datar, maka akan terdapat tampilan atau gambaran seperti ditampilkan oleh Gambar 4-18. Jadi berdasarkan bentangan bidang-bidang proyeksi tersebut dapat dikemukakan beberapa hal berikut:

- a. Pandangan depan tetap berada di depan
- b. Pandangan atas berada di sebelah bawah pandangan depan
- c. Pandangan samping kanan berada di sebelah kiri pandangan depan
- d. Pandangan samping kanan berada di sebelah kiri pandangan depan.

Jika keenam buah bidang proyeksi itu dibentangkan semuanya maka akan diperoleh suatu gambaran hasil gambar kerja secara lengkap seperti pada Gambar 4-19.

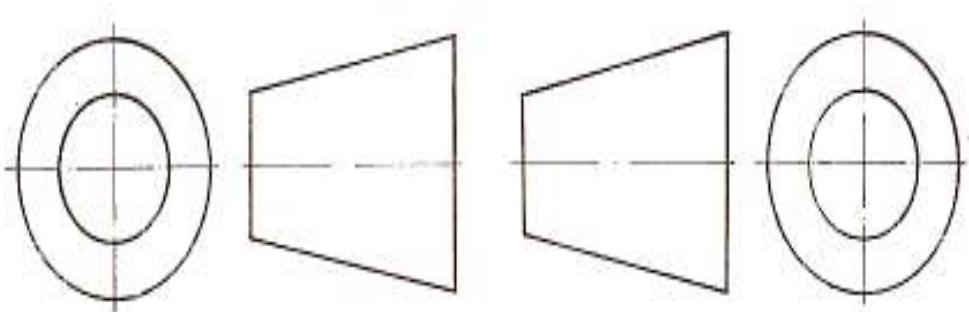


Gambar 4- 18 Gambar bentangan kedepan secara tegak lurus terhadap bidang datar dari enam buah bidang proyeksi



Gambar 4-19 Hasil proyeksi yang dilihat dari berbagai sisi

Cara proyeksi seperti ini biasanya disebut sebagai proyeksi Eropa. Guna memudahkan dalam membedakan dan membaca gambar kerja, apakah digambar dalam cara (proyeksi) Amerika atau Eropa, digunakan simbol yang berbeda sehingga pembaca dapat mengerti dan dapat membedakan dengan cara apa gambar tersebut dibuat, seperti ditunjukkan oleh Gambar 4-20.



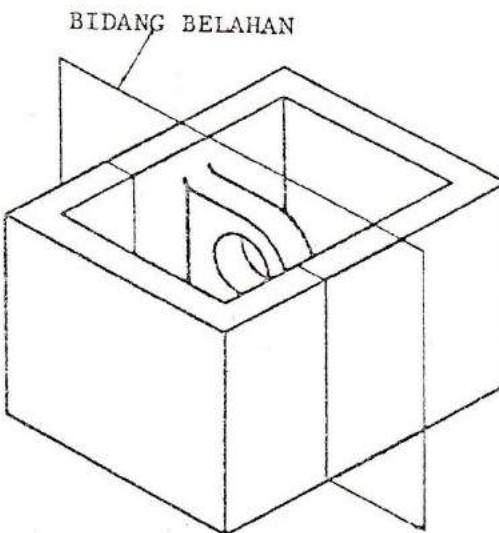
Gambar 4- 20 Simbol untuk gambar proyeksi Amerika (kiri) dan Eropa (kanan)

BAB V. GAMBAR PENAMPANG BELAHAN

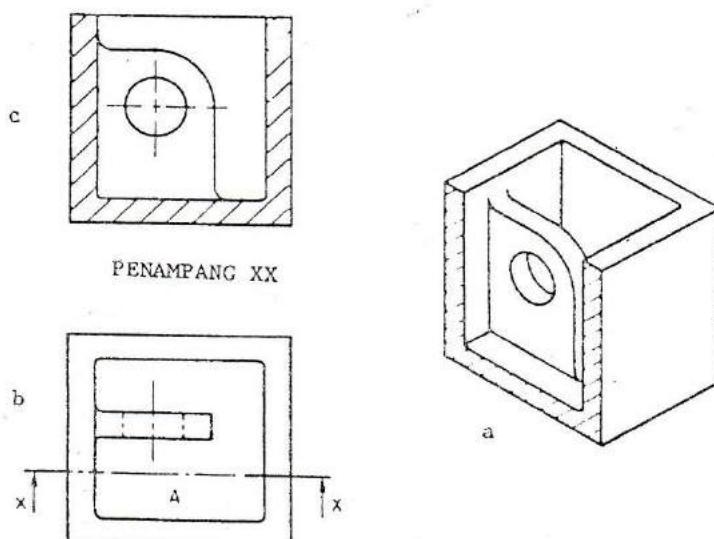
Pada suatu gambar proyeksi ortographik, umumnya bagian gambar yang tidak terlihat perlu digambar dengan garis putus-putus (jenis- D). Jika bagian yang tidak terlihat itu relatif cukup rumit, maka, gambar demikian dapat membingungkan. Oleh karena itu untuk cara penyajian yang lebih jelas cara yang terbaik adalah menampilkan bagian yang tidak terlihat melalui gambar penampang bvelahan. Dalam menentukan bagian bidang yang akan dibelah sebaiknya dipilih sedemikian rupa sehingga bagian yang tidak terlihat itu relatif menjadi lebih jelas. Penyajian gambar belahan bermacam-macam tergantung kebutuhan dan kerumitan gambar yaitu: dapat dilakukan seluruhnya atau belahan penuh, dengan belahan separuh dan atau hanya pada bagian yang dianggap perlu saja.

A. Belahan Penuh

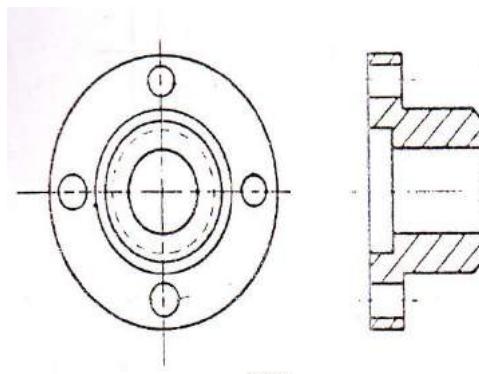
Pada Gambar 5-1 dapat dilihat suatu bentuk benda dengan bagian yang dibelah oleh sebuah bidang pembelah. Penampang bagian yang telah dibelah dapat dilihat pada Gambar 5-2a. Penyajian dalam bentuk gambar proyeksi ortographik (Gambar 5-2b), bidang pembelah digambar dengan garis jenis-F yang diberi tanda panah pada bagian ujungnya dan dua huruf, misalnya: XX, YY, AB dan kombinasi huruf lainnya. Pada gambar pandangan bawah (sistem proyeksi kuadran pertama pada Gambar 5-2c) akan terlihat gambar penampang belahan yang diberi tanda dengan arsiran. Dengan cara demikian bagian yang tidak terlihat dapat digambar secara lebih jelas menggunakan garis jenis-A. Di bawah gambar tersebut perlu diberi keterangan yang sesuai dengan kode huruf belahan yaitu "PENAMPANG XX". Belahan penuh sepanjang garis porosnya tidak perlu diberi tanda garis belahan (jenis-F), tetapi dapat langsung dibuat gambar belahan penuh dari arah pandangan lain (dapat dilihat pada Gambar 6-2). Sedangkan bagi benda yang dibelah sama besar melalui garis poros atau sumbu secara simetris dinyatakan sebagai belahan simetris, seperti ditunjukkan oleh Gambar 5-3.



Gambar 5-1 Bidang Pembelah



Gambar 5-2 Penampang Belahan Penuh

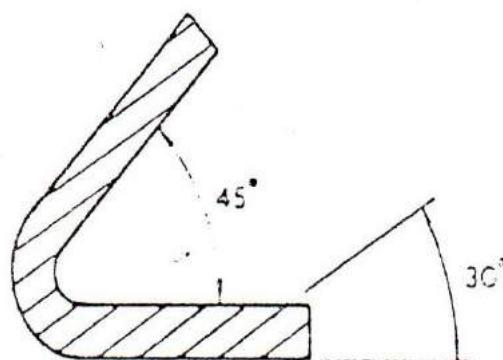


Gambar 5-3 Belahan Simetris

B. Arsir

Setiap penampang belahan harus diberi tanda garis-garis belahan atau arsir. Dengan demikian akan terlihat jelas perbedaan antara penampang belahan dengan bagian yang tidak dibelah. Arsir ini umumnya menggunakan garis jenis-B, dengan sudut kemiringan 45° terhadap garis tepi kertas gambar. Jika garis gambarnya (kebetulan) sendiri 45° , maka sudut kemiringan dapat menggunakan yang lebih besar atau kecil misalnya 60° atau 30° . Contoh arsiran 30° dapat dilihat pada Gambar 5-4. Jarak antara garis-garis kira-kira 3 – 6 mm, tergantung dari luas penampang belahan. Kadang-kadang jika dianggap perlu dapat menggunakan jarak antara yang lebih kecil lagi.

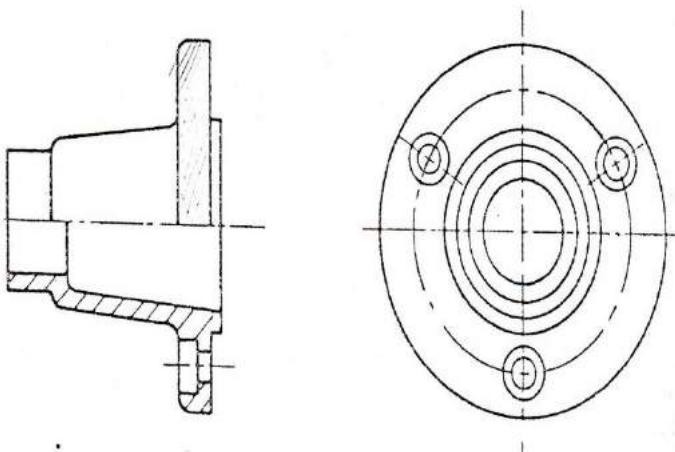
Penampang dari sebuah alat atau komponen sebaiknya dibuat arsiran yang seragam baik dalam sudut kemiringan maupun jarak garisnya. Gambar penampang belahan dari suatu komposisi komponen-komponen hendaknya dibuat arsir yang berbeda-beda untuk setiap komponen dalam tiaparah kemiringan arsiran atau jarak antara garis-garisnya. Jika tidak benar-benar diperlukan, pembuatan garis terputus-putus dari gambar yang tidakterlihat sebaiknya dibatasi.



Gambar 5- 4 Arsiran pada Garis Gambar 45°

C. Belahan Separuh

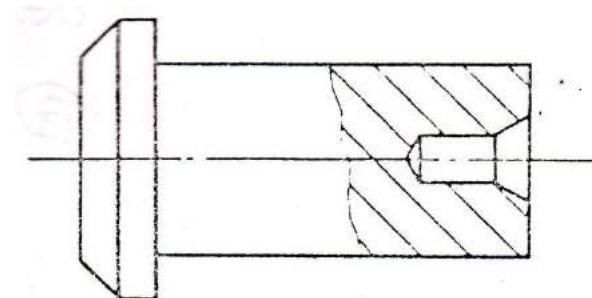
Pada Gambar 5-5 dapat dilihat contoh dari belahan separuh. Keuntungan cara ini adalah dapat mengurangi pembuatan gambar dalam beberapa arah pandangan yang berbeda. Umumnya banyak digunakan untuk benda-benda yang simetris, sehingga bagian-bagian yang tidak terlihat tidak perlu digambar terputus-putus, karena sudah cukup jelas dari gambar penampang belahannya.



Gambar 5-5 Belahan Separuh

D. Belahan Tertentu

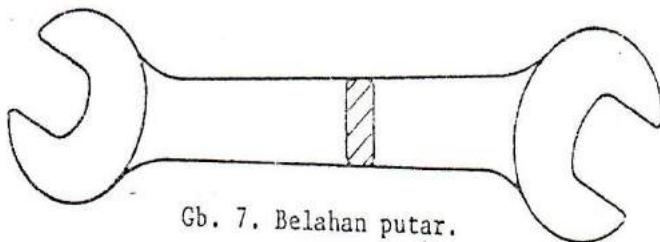
Cara ini dipergunakan apabila kita ingin memperjelas bagian tertentu yang tidak terlihat. Artinya belahan dapat dibuat pada bagian yang ingin diperjelas (tertentu) saja, atau tidak perlu seluruhnya. Seperti ditunjukkan oleh Gambar 5-6.



Gambar 5-6 Belahan Tertentu

E. Belahan Putar

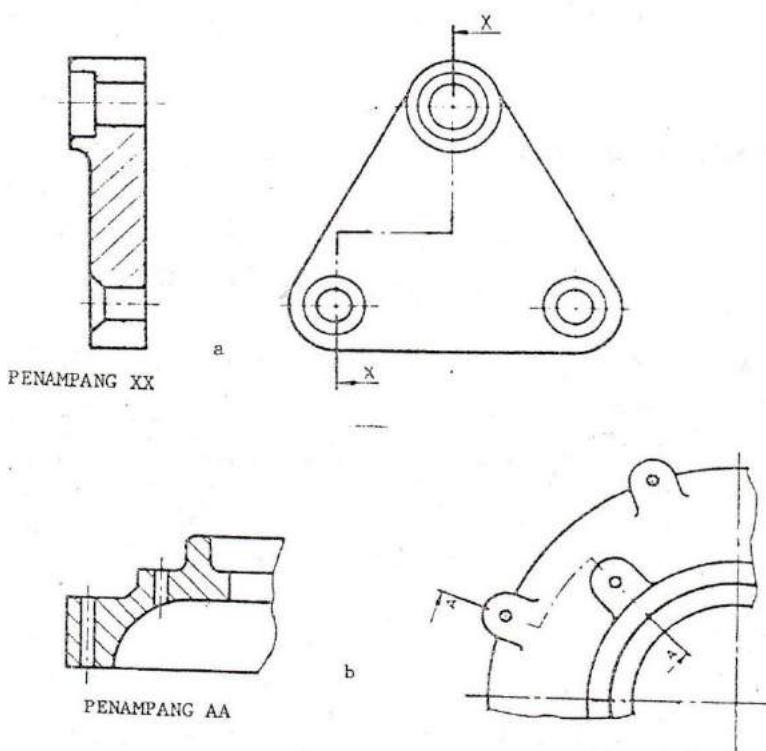
Penampang belahan bagian tertentu dari beberapa macam alat atau komponen sederhana dapat langsung dinyatakan dalam bentuk arsiran seperti ditunjukkan oleh Gambar 5-7. Garis batas arsiran menunjukkan bentuk penampang belahan yang terlihat jika benda tersebut dipter 90° dari arah pandangan semula.



Gambar 5-7 Belahan Putar

F. Belahan Offset

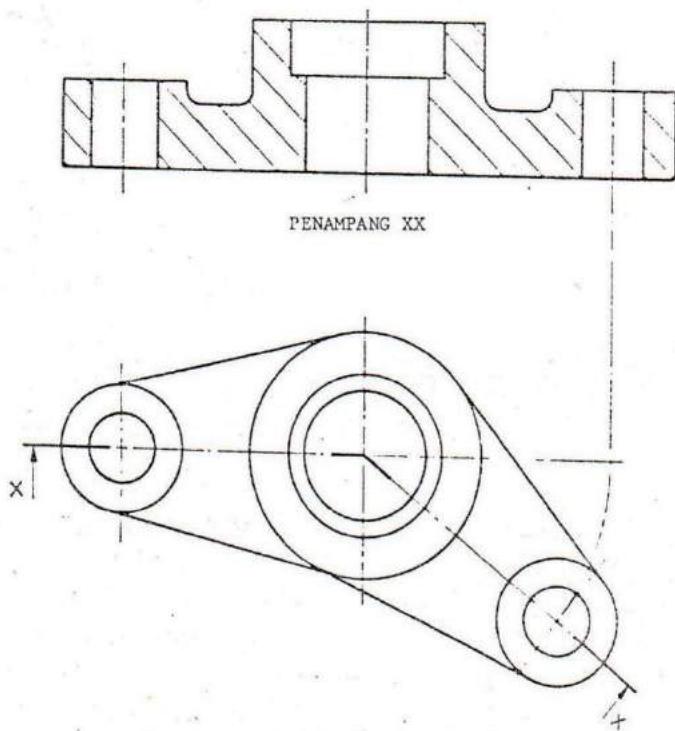
Berbeda dengan belahan biasa, pada belahan offset ini bidang pembelahnya terdiri dari dua atau beberapa bidang datar. Cara ini dilakukan agar beberapa bagian penting yang tidak mungkin terlihat melalui satu bidang pembelah, akan menjadi jelas terlihat penampang belahannya setelah dibelah oleh bidang pembelah lainnya seperti ditunjukkan oleh Gambar 5-8a. Sedangkan komponen-komponen seperti ditunjukkan oleh Gambar 5-8b, dapat menggunakan bidang-bidang pembelah yang masing-masing melalui titik pusat lingkaran komponen tersebut. Penampang belahan yang terlihat merupakan hasil pergeseran belahan sebelah atas ke belahan sebelah bawah. Belahan seperti ini dapat juga dinamakan sebagai belahan geser.



Gambar 5-8 Belahan Offset

G. Belahan yang Diluruskan

Pemakaian belahan ini dipergunakan untuk memperjelas semua bagian secara terperinci. Belahan dengan cara ini menggunakan bidang pembelah sepanjang garis poros dari suatu komponen dengan menggunakan dua arah pandangan saja. Dengan cara memutar satu bidang pembelah sehingga membentuk bidang datar dengan bidang pembelah yang lain, maka akan lebih banyak ukuran pada penampang belahannya yang dapat dinyatakan secara terperinci. Secara lebih jelas belahan tersebut ditunjukkan oleh Gambar 5-9.

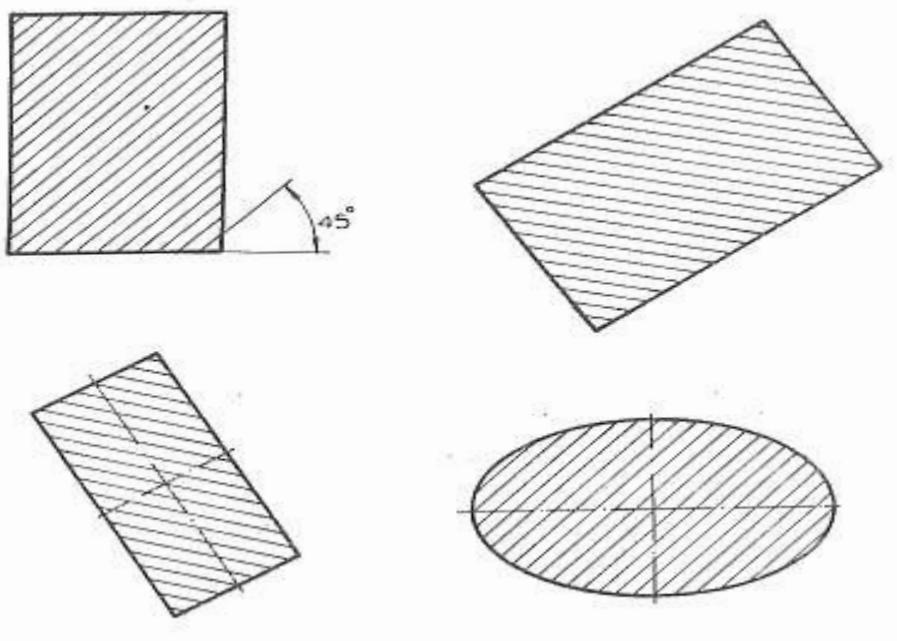


Gambar 5-9 Belahan yang diluruskan

BAB VI. MACAM-MACAM ARSIRAN

A. Arsiran

Setiap gambar penampang belahan harus diberi tanda garis-garis yang membedakan mana bagian yang dibelah dengan yang tidak dibelah. Garis-garis yang digunakan adalah garis-garis tipis, jaraknya sama dan sejajar, garis-garis tersebut dinamakan arsiran. Kemiringan dari arsiran ini umumnya membentuk sudut 45° terhadap garis batas benda atau garus sumbu benda seperti ditunjukkan oleh Gambar 6-1 berikut.

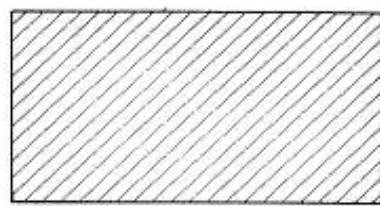


Gambar 6-1 Sudut dan arah arsiran

Lebar jarak arsiran tergantung pada besar kecilnya bidang arsir, yaitu harus disesuaikan keadaannya. Karena apabila bidang yang diarsirkan cukup luas, kemudian dibuat arsiran yang halus sekali pada bidang tersebut, maka bidang yang diarsir justru akan menjadi kurang jelas. Sebagai ilustrasi dengan maksud arsiran yang terlalu jarang dan terlalu halus ditunjukkan oleh Gambar 6-2.



terlalu halus

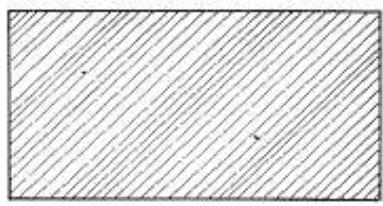


betul

Gambar 7-1b



terlalu kasar

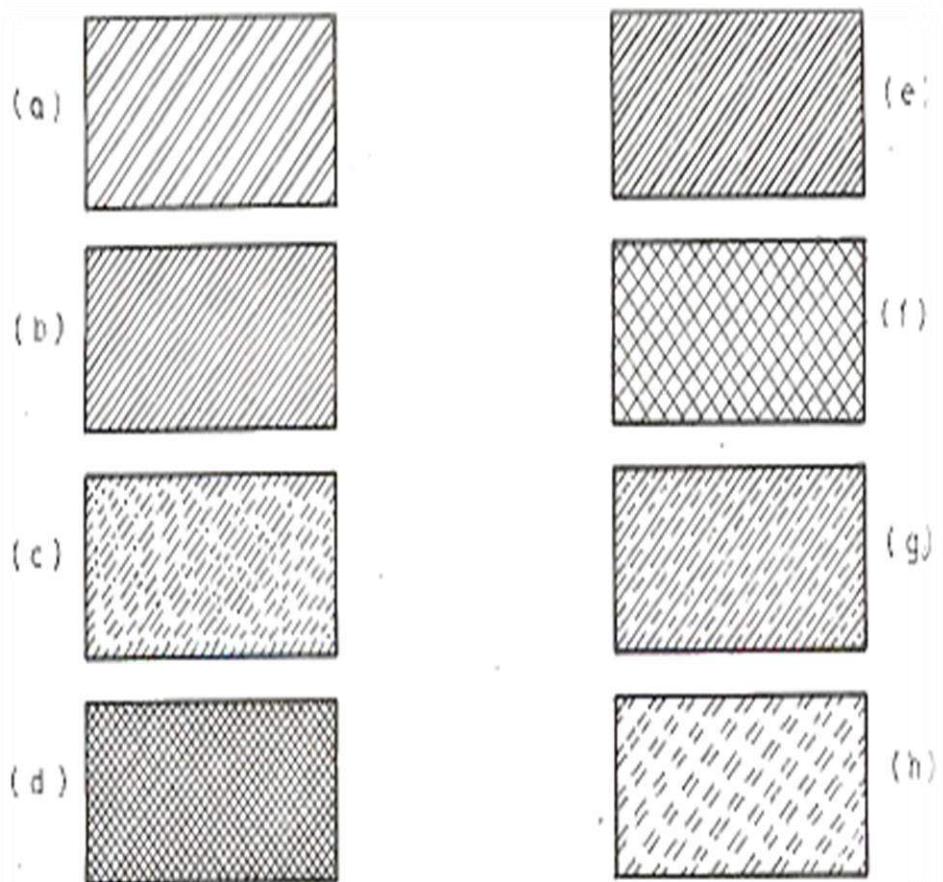


tidak beraturan

Gambar 6-2 Jarak arsir yang sesuai dengan aturan

B. Macam-macam arsiran

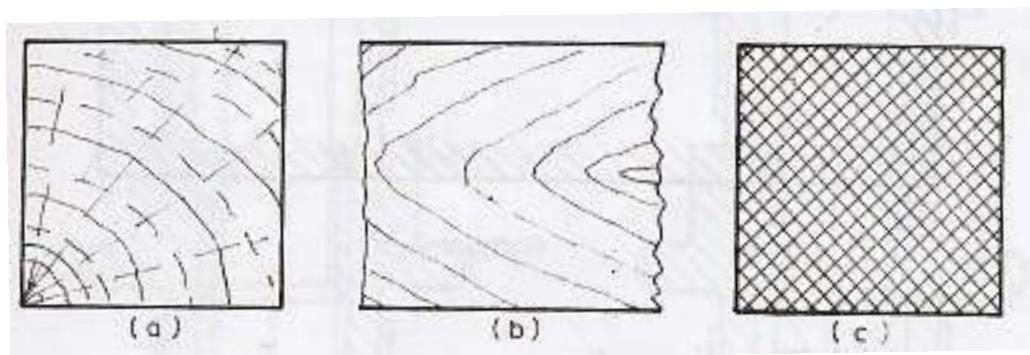
Dalam pembuatan benda biasanya tidak hanya menggunakan satu jenis bahan saja. Oleh karena itu dalam gambar belahan untuk menunjukkan bahwa yang dibelah terbuat dari jenis bahan tertentu maka dapat ditunjukkan oleh tanda arsiran yang digunakan. Macam-macam arsiran yang diperkenankan sesuai ketentuan untuk menunjukkan jenis bahan dari benda tersebut, diperlihatkan pada Gambar 6-3. berikut. Sedangkan arsiran khusus untuk benda-benda yang terbuat bukan dari logam, seperti misalnya: karet, plastik atau kayu ditunjukkan pada Gambar 6-4. Mengenai jenis bahan ini tidak cukup hanya dinyatakan dalam bentuk arsiran, tetapi harus dinyatakan tertulis di bawah gambar atau lebih terperinci lagi pada daftar komponen yang juga tertera pada kertas gambar.



Gambar 6-3 Arsiran untuk benda-benda terbuat dari logam

Keterangan:

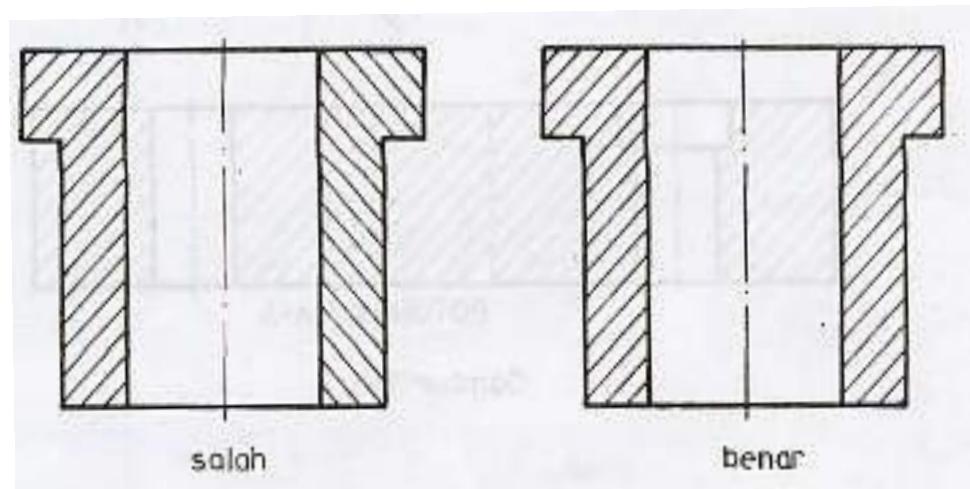
- a. Besi tuang
- b. Baja Istimewa
- c. Campuran-campuran tembaga dituang
- d. Metal putih
- e. Besi cair (baja cair)
- f. Besi tuang (baja tuang)
- g. Aluminium dan paduannya
- h. Air raksa, timbal, timah, perak, seng dan campurannya



Gambar 6-4 Arsiran untuk benda-benda yang tidak terbuat dari logam

Keterangan: a) Karet, b) Kayu, c) Plastik

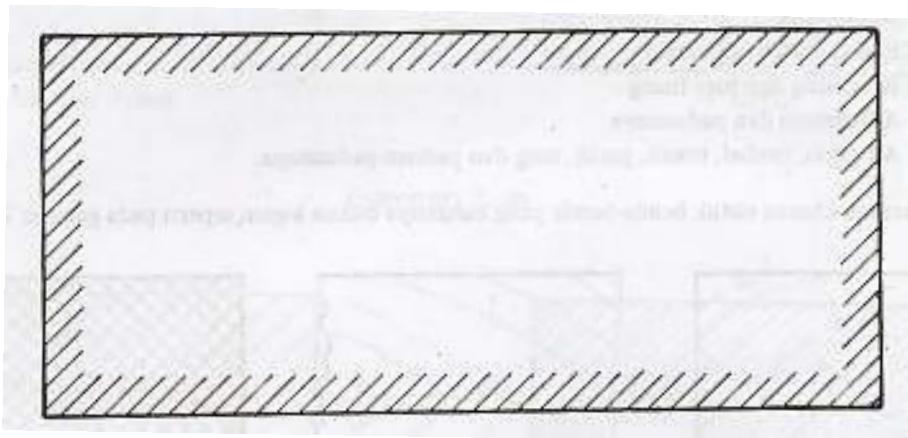
Untuk benda-benda yang mempunyai rongga (ruangan), apabila dibelah menurut arah panjangnya, maka jarak dan arah arsiran pada bidang yang terpotong harus sama (searah), seperti diperlihatkan oleh Gambar 6-5.



Gambar 6-5 Arah dan jarak arsiran untuk benda yang memiliki ruang

C. Arsiran pada bidang yang luas

Bidang yang terlalu luas apabila diarsir akan membutuhkan waktu, selain itu benda terkesan penuh dengan garis-garis. Oleh karena itu boleh dilakukan hanya dengan mengarsir bagian sisi-sinya saja, seperti terlihat pada Gambar 6-6.



Gambar 6-6 Arsir untuk bidang yang luas

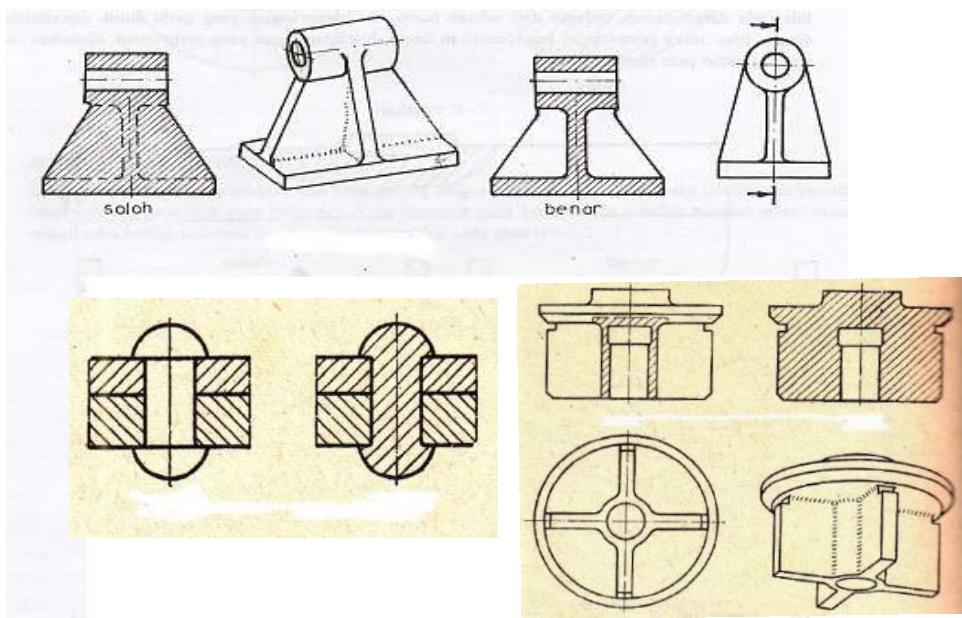
D. Beberapa perkecualian

Dari suatu komponen mesin yang dibelah, tidak semua bagian yang terbelah itu penampangnya harus diarsir, seperti ditampilkan oleh Gambar 6-7. Jika bagian dengan sirip tipis yang turut terbelah, juga ikut diarsir maka akan dapat menimbulkan kesan seolah-olah bagian tersebut akan sama tebalnya dengan bagian lain. Perlu diingat bahwa tujuan membuat penampang belahan ialah untuk memperjelas bagian-bagian tertentu yang tidak terlihat agar tidak salah menafsirkannya.

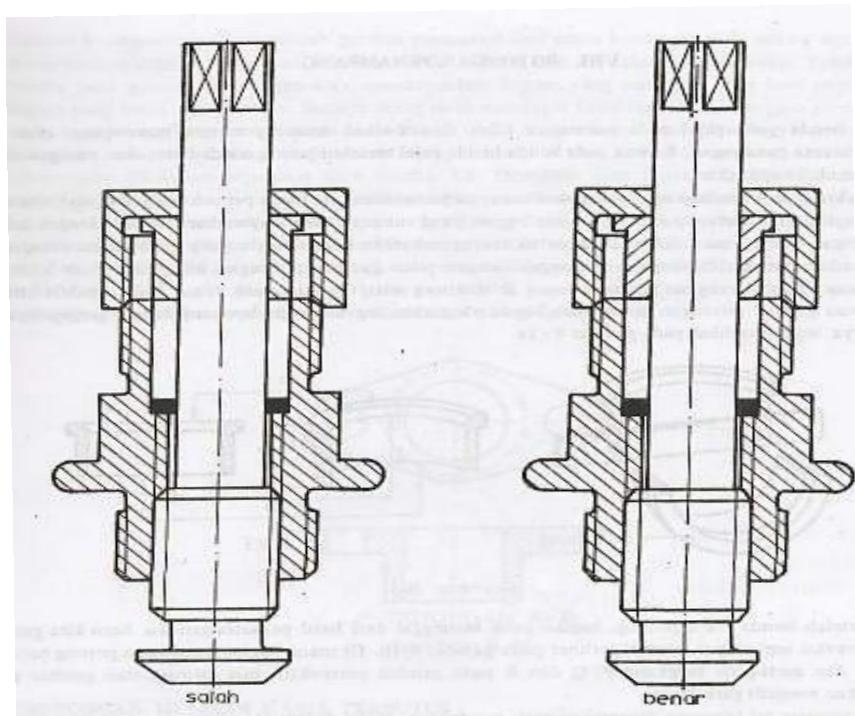
Gambar penampang belahan dari suatu komposisi komponen atau “assembly” mempunyai ketentuan tersendiri. Bagian-bagian tertentu yang sebenarnya turut terbelah, dapat dianggap tidak turut terbelah. Sehingga bagian tersebut pada gambar penampang belahan harus digambar sepenuhnya. Umumnya bagian-bagian demikian ialah komponen dalam bentuk standar yang tersedia di pasaran seperti: mur, baud, paku keling, pasak(pin), ring dan lain-lain.

E. Arah arsiran

Bila kita melakukan pemotongan terhadap beberapa buah benda dalam keadaan tersusun, maka arah arsiran harus dibedakan supaya setiap benda kelihatan dengan jelas, seperti ditampilkan oleh Gambar 6-8.



Gambar 6-7 Arsir dari belahan suatu gambar sirip tipis dan bagian-bagian yang pengecualian belahan



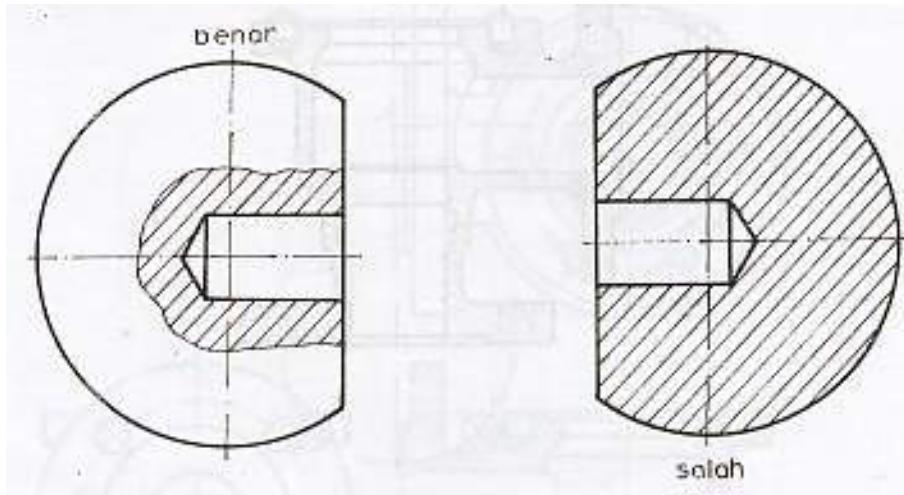
Gambar 6-8 Arah arsiran untuk belahan dari beberapa benda

BAB VII. BAGIAN-BAGIAN YANG TIDAK DIPERKENANKAN DIBELAH SELURUHNYA

Dalam menggambar belahan, perlu memperhatikan benda yang akan dibelah, sehingga dalam gambar teknik tidak semua benda yang ingin ditampilkan detailnya harus semuanya dibelah. Karena apabila dilakukan pembelahan tanpa memperhatikan benda dan prasaratnya maka justru hasilnya akan mengaburkan benda aslinya. Untuk benda-benda tertentu misalnya berbentuk pejal bila dipotong menurut arah tertentu, maka benda pejal tersebut tidak boleh diarsir atau digambarkan secara potongan, tetapi harus digambarkan secara pandangan. Karena bila digambarkan potongan (belahan)nya justru akan terlalu luas bidang yang harus diarsir sehingga gambarnya menjadi tidak jelas.

A. Bola

Apabila benda berbentuk bola dan secara terpaksa ada bagian yang perlu diperlihatkan secara jelas, maka gambar potongan dapat dilakukan secara sebagian seperti Gambar 7-1 berikut.

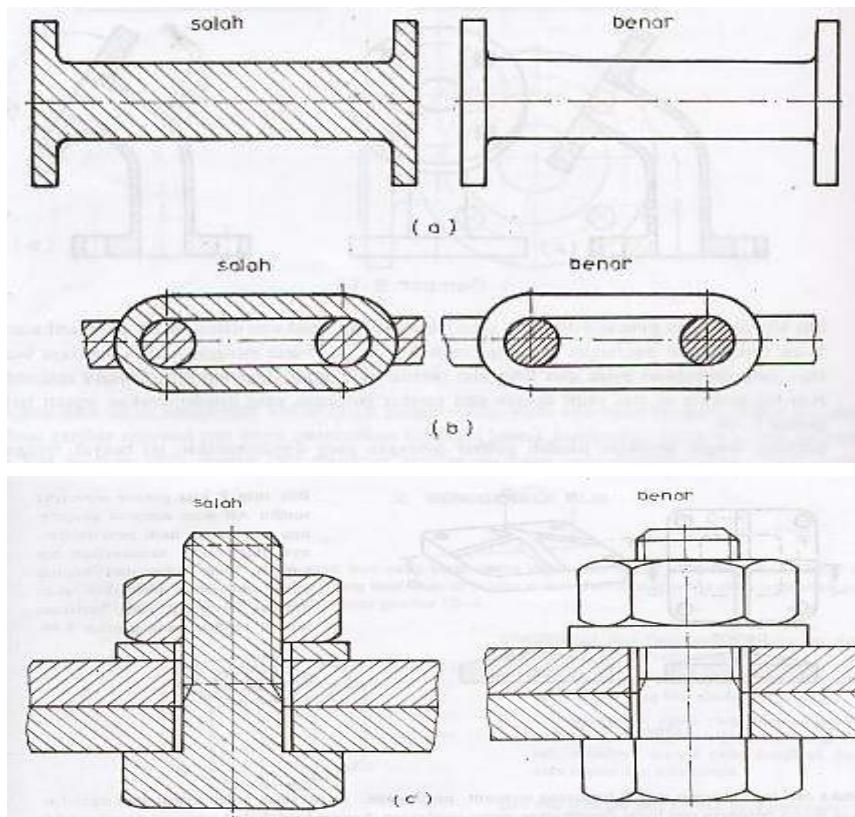


Gambar 7-1 Belahan sebagian pada benda berbentuk bola

B. Benda berbentuk silindris

Selain bentuk benda, posisi pemotongan benda menentukan bagian-bagian mana yang harus diarsir untuk meperjelas tampilan. Untuk benda-benda yang silindris dan kebetulan dipotong dengan arah

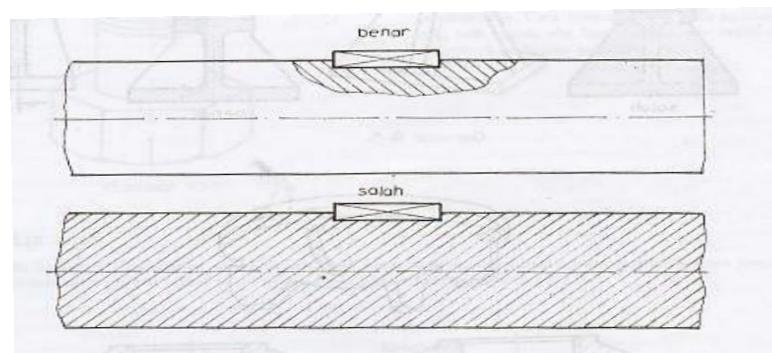
memanjang, maka bagian yang dipotong tersebut tidak perlu diarsir kecuali arah potongannya melintang. Benda-benda yang termasuk dalam benda-benda silindris adalah: mata rantai, paku keling, mur baud dan poros. Contoh perkecualian dalam belahan dan arsirnya dapat dilihat pada Gambar 7-2.



Gambar 7-2 Bermacam-macam perkecualian dari benda yang dibelah dan diarsir

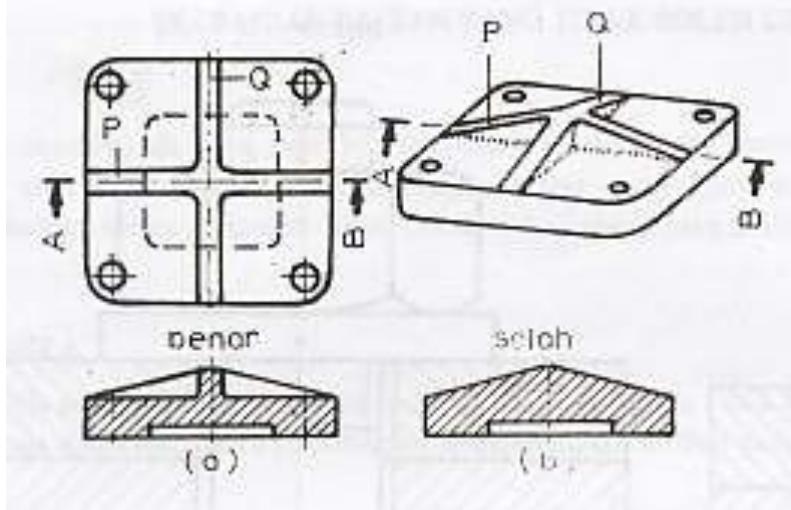
C. Poros

Apabila sebuah benda pada daerah-daerah tertentu terdapat bagian-bagian yang ingin ditunjukkan agar dapat terlihat lebih jelas, maka salah satu cara yang dapat dilakukan adalah melakukan pemotongan hanya pada sebagian atau di sekitar bagian yang ingin diperjelas saja seperti ditunjukkan pada Gambar 7-3.



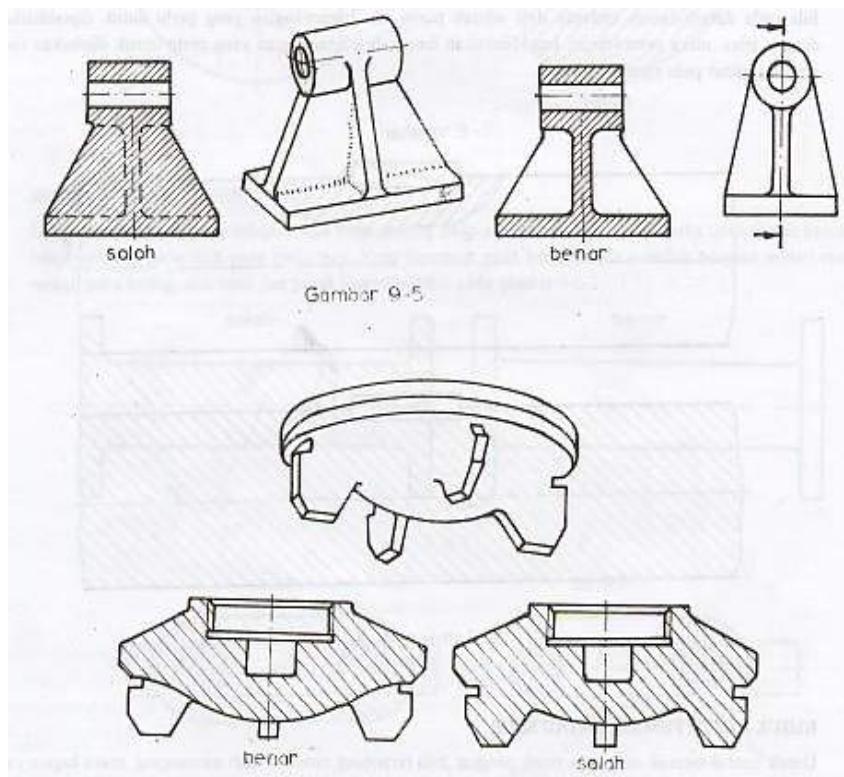
Gambar 7- 3 Belahan dan arsir pada benda yang ingin diperjelas sebagian
D. Rusuk-rusuk Penguat atau Sirip

Apabila benda yang kita tunjukkan dengan belahan terlalu tipis seperti misalnya berbentuk sirip atau rusuk penguat, maka cara memotong dan mengarsirnya diperlukan cara tersendiri. Benda yang memiliki rusuk-rusuk penguat atau sirip apabila dibelah dengan arah memanjang maka bagian yang dibelah sesuai arah tersebut tidak boleh diarsir. Bagian-bagian yang diarsir hanya pada bagian yang kena potongan pada arah yang melintang saja seperti ditunjukkan oleh Gambar 7-4a. Sedangkan bila sirip P dibelah sepanjang sumbu AB atau menurut panjang sirip maka hasil belahannya tidak dapat memberikan pandangan yang jelas dari bentuk aslinya melainkan akan diperoleh pandangan yang berlainan seperti ditunjukkan oleh Gambar 7-4b.



Gambar 7- 4 Benda yang memiliki sirip dibelah arah memanjang

Oleh karena itu meskipun sirip P dibelah berdasarkan panjangnya, namun tidak boleh diarsir atau digambarkan secara belahan tapi harus digambarkan secara pandangan, agar bentuk dari belahan tersebut terlihat lebih nyata, seperti diperlihatkan oleh Gambar 7-4a. Beberapa model dan bentuk gambar bersirip dengan belahan dan arsirnya ditunjukkan pada Gambar 7-5.



Gambar 7- 5 Gambar berbagai benda bersirip dengan belahan dan arsirnya

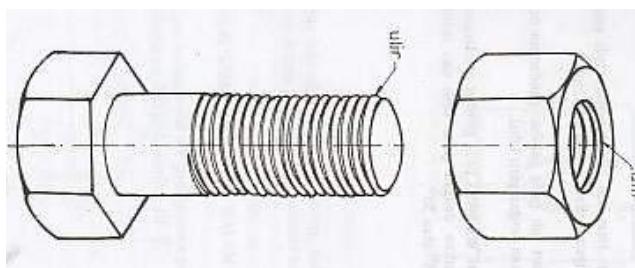
BAB VIII. MENGGAMBAR ULR DAN PEGAS

Mur dan baud yang sering kita lihat dan gunakan untuk menyambung bagian-bagian yang lepas pada bagian mesin atau benda-benda lainnya, apabila dilihat secara lebih teliti pada bagian ujung baut atau bagian dalam dari mur akan terlihat apa yang biasa kita sebut dalam istilah teknik sebagai ulir atau drad seperti ditunjukkan oleh Gambar 8-1. Ulir apabila ditinjau dari fungsinya dibagi menjadi dua yaitu sebagai:

1. Ulir pengikat, yaitu dapat digunakan untuk sambungan yang dapat dibongkar pasang,
2. Ulir penggerak, yaitu biasa digunakan untuk menggerakkan bagian-bagian lain yang harus bergerak, misalnya pada dongkrak buaya catok atau ragum dan sebagainya.

Sedang bila dilihat dari bentuk profilnya memiliki beberapa bentuk yaitu: segi tiga, segi empat trapezium, bulat atau berbentuk gergaji. Beberapa cara untuk membuat ulir seperti disebutkan dapat dilakukan sebagai berikut:

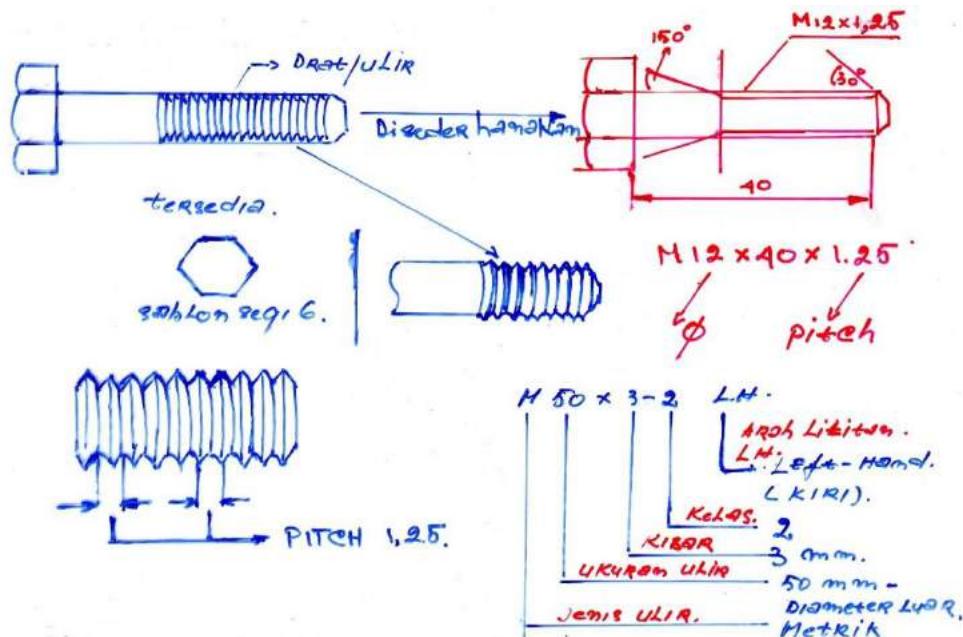
1. Untuk ulir dengan tingkat ketelitian yang sangat rendah sampai rendah atau yang tidak membutuhkan ketelitian tinggi, pembuatan ulir dapat dilakukan menggunakan cara di **sney** atau di **tap**.
2. Untuk ulir-ulir dengan tingkat ketelitian tinggi umumnya dilakukan dengan cara pembubutan. Cara penyajian gambar ulir baik ulir dalam maupun ulir luar menggunakan garis tipis



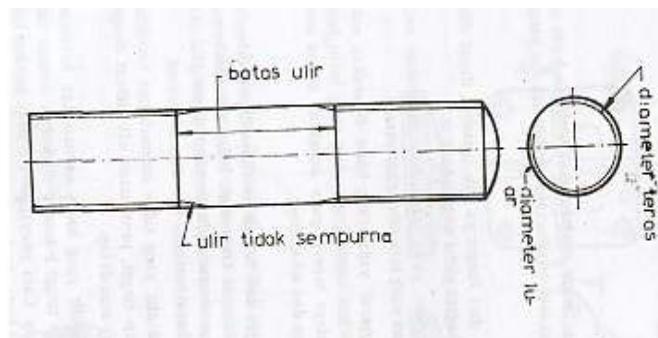
Gambar 8-1 ULR pada baut dan mur

A. Uliir Luar

Uliir luar umumnya banyak dijumpai atau dipakai pada baut, baik baut tap maupun batang-batang lainnya. Cara penyajian ulir luar pada gambar teknik dapat disederhanakan sebagai berikut (Gambar 8-2 dan 8-3).



Gambar 8-2 Gambar ulir dalam sistem metrik dan penyederhanaannya



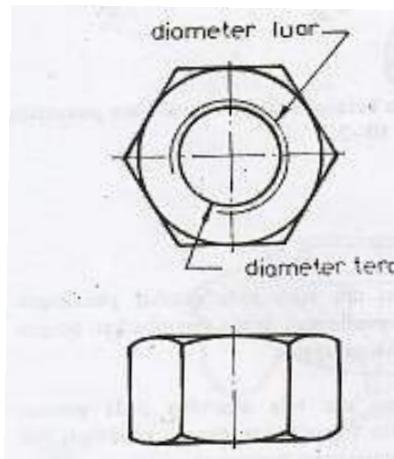
Gambar 8-3 Gambar ulir luar yang disederhanakan dan tampak atasnya
Keterangan:

1. Diameter luar ulir baik pada gambar pandangan atas maupun pandangan depan digambarkan dengan garis tebal/garis gambar

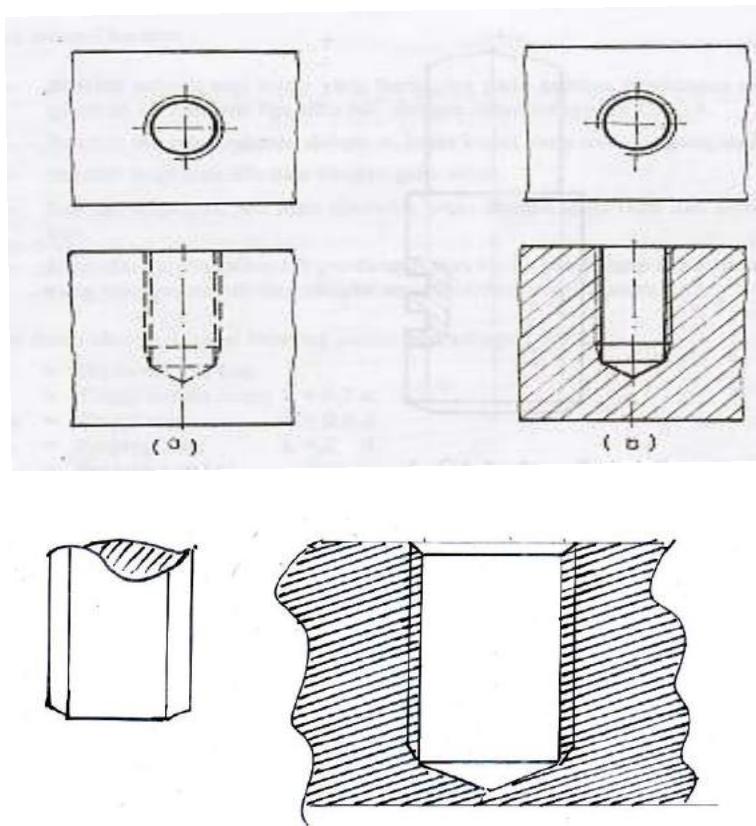
2. Diameter teras ulir jika digambar pada gambar pandangan atas digambarkan dengan garis tipis dan dihilangkan seperempat baginya.
3. Diameter teras ulir bila digambarkan pada pandangan depan digambarkan dengan garis tipis.
4. Batas ulir pada gambar pandangan depan digambarkan dengan garis tebal
5. Ulir tidak sempurna pada gambar pandangan depan digambarkan dengan garis tipis dan membentuk sudut 15° atau 30° .

B. Ulir Dalam

Ulir dalam, biasanya dipakai oleh mur. Cara penyajian ulir dalam gambar teknik dapat disederhanakan seperti pada Gambar 8-4. Diameter luar ulir bila digambarkan pandangan atasnya ditunjukkan dengan garis tipis dan seperempat baginya dihilangkan. Sedangkan diameter teras ulir pada gambar pandangan atas ditunjukkan dengan garis tebal atau garis gambar. Bila ulir dalam, ditinjau dari gambar pandangan , maka garis ulir tidak lagi dalam bentuk garis tipis tapi digambarkan dengan garis gores. Sehingga apabila ulir dalam tersebut dibelah, maka penyajian pada gambar belahannya, yaitu diameter luar digambarkan dengan garis tipis dan diameter teras digambarkan dengan garis gambar Umumnya bahan standard tidak pernah diarsir. Lebih jelasnya bagaimana menampilkan ulir dalam dan belahannya ditunjukkan pada Gambar 8-5



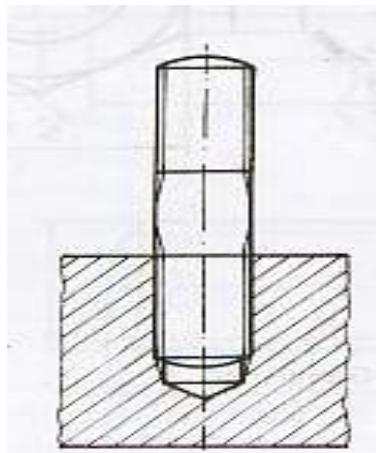
Gambar 8- 4 Mur dan penyederhanaan ulir dalam



Gambar 8-5 Pandangan ulir dalam dan belahan

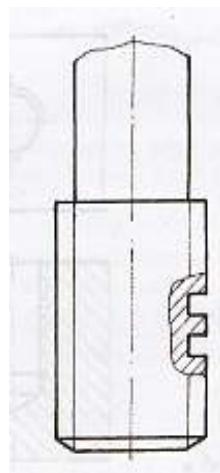
C. Ulir Dalam dan Ulir Luar

Menggambar ulir dalam dan ulir luar pada keadaan terpasang dibanding keadaan terpisah relatif tidak berbeda namun perlu diperhatikan adalah garis-garis mana yang menjadi milik baut dan mur. Sehingga pembaca menjadi mengerti dan jelas terhadap apa yang kita gambarkan. Selengkapnya masing-masing ulir tersebut apabila dalam keadaan dibelah ditunjukkan oleh Gambar 8-6



Gambar 8- 6 Gambar belahan ulir dalam dan ulir luar pada posisi terpasang

Gambar tersebut memperlihatkan bahwa diameter luar dari ulir luar sama dengan diameter luar dari ulir dalam yang ditunjukkan oleh garis tebal dan diameter teras dari ulir luar sama dengan diameter teras dari ulir dalam yang ditunjukkan oleh garis tipis. Jadi garis ulir atau garis yang tipis pada gambar belahan tersusun tetap digambarkan pada ulir luar atau pada batang bautnya. Bila bentuk profil ulir yang digambarkan tersebut berbentuk segi empat atau trapesium, maka penyajian pada gambar teknik baik untuk ulir luar maupun ulir dalamnya, harus diperlihatkan bentuk profilnya sebagian kecil saja dengan jelas, seperti diperlihatkan oleh Gambar 8-7.



Gambar 8- 7 Bentuk profil ulir segi empat

D. Menggambar Mur dan Baut

Mur dan baut sering kali ditemukan pada bagian-bagian mesin, yang berfungsi sebagai pengikat dari bagian-bagian lain yang sifatnya mendapatkan beban rendah. Kepala baut atau mur dapat berbentuk segi enam atau segi empat disesuaikan dengan keperluannya. Cara menggambar mur dan baut dalam bentuk proyeksi tegak ditunjukkan oleh Gambar 8-8.

Secara rinci cara yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Membuat sebuah segi enam yang beraturan pada gambar pandangan samping kanan dengan menggunakan sebuah segi tiga siku 60° dengan lebar menyudut $C = 2d$
2. Membuat sebuah lingkaran dalam=lebar kunci yang menyinggung segi enam tersebut
3. Membuat lingkaran ulir luar dengan garis tebal
4. Membuat lingkaran ulir atau diameter teras dengan garis tipis dan seperempat bagiannya dihilangkan.
5. Selanjutnya memproyeksikan pandangan atas itu ke pandangan depan dan pandangan samping kanan yang memiliki ukuran-ukuran seperti terlihat pada gambar

Secara detail keterangan tentang ukuran-ukuran tersebut adalah sebagai berikut:

d = Diameter ulir luar

k = Tinggi kepala baut: $k = 0,74d$

m = Tinggi mur: $m = 0,8d$

L = Panjang ulir: $L = 2d$

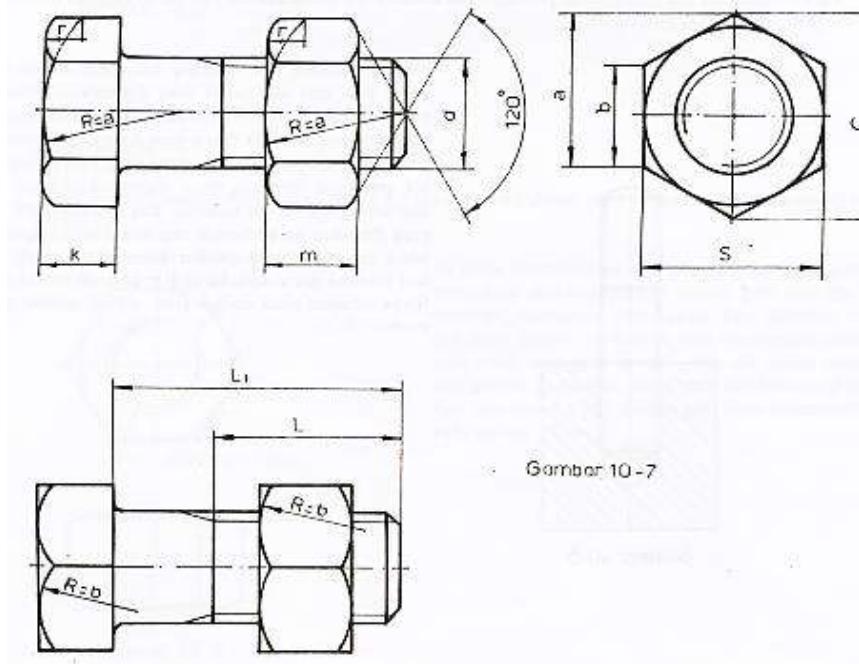
L_1 = Panjang tangkai:

c = Lebar menyudut: $c = 2d$

s = Lebar kunci: s

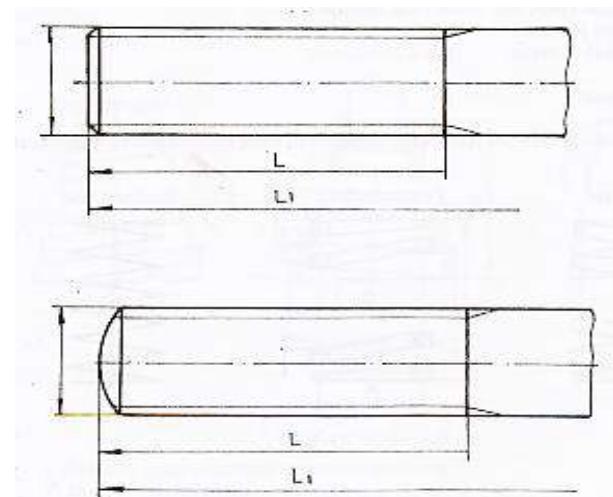
6. Selanjutnya membuat busur-busur lingkaran yang menyinggung garis-garis horizontal dengan jari-jari R dan ukurannya seperti diperlihatkan oleh Gambar 8-7.

7. Selanjutnya bila busur-busur lingkaran tersebut telah dibuat maka bagian sisi luar dari segi empat pada pandangan depan dibuat miring dengan membentuk sudut 120° .



Gambar 8-8 Cara menggambar baut dan mur

Untuk mempermudah pemasukan baut tersebut kepada munya, maka pada bagian ujung baut itu dapat dibentuk cembung atau di pinggul miring seperti diperlihatkan oleh Gambar 8-9.



Gambar 8- 9 Cara membuat dan menampilkan gambar ujung baut

Baut dan mur dibuat, sesuai dengan pemakaianya sehingga tingkat ketelitian drad yang dimiliki oleh baut dan mur dapat berbeda-beda tergantung penggunaan dan pemanfaatannya. Berikut ini disajikan sandi ukuran drad dalam metrik dan inci serta ulir yang digunakan dalam pipa masing-masing ditampilkan pada Tabel 3, 4 dan 5.

Tabel 8-1 Sandi Ukuran dan tingkat kekasaran drad dalam satuan metrik

Sandi Ukuran	Kasar	Pitch Sedang	Halus	Sangat halus	Super Halus
M4	0,7	0,5	-	-	
M5	0,8	0,5	-	-	
M6	1	0,75	-	-	
M8	1,25	1	0,75	-	
M10	1,5	1,25	1	0,75	
M12	1,75	1,5	1,25	1	
M16	2	1,5	1	-	
M20	2,5	2	1	1	
M30	3,5	3	1,5	1,5	1

Tabel 8-2 Ukuran Diameter Drad dalam satuan Inci

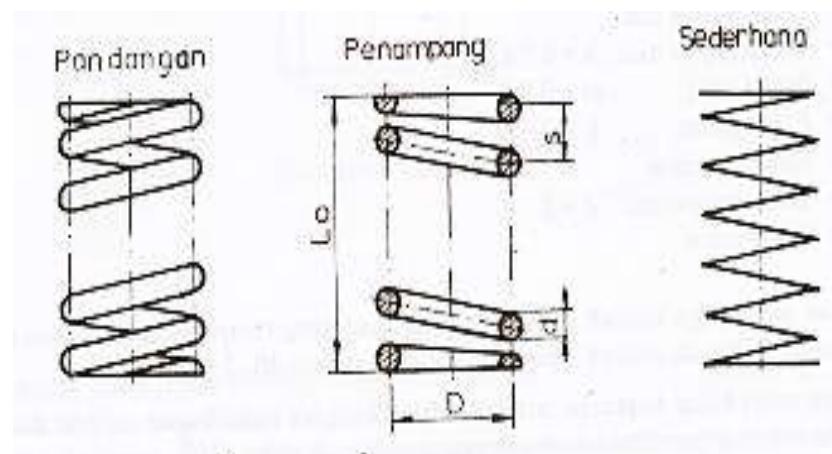
Diameter	UNC	UNF	UNEF
1/4	20	28	32
5/16	18	28	32
3/8	16	24	32
7/16	14	20	28
1/2	13	20	28
9/16	12	18	24
5/8	11	18	24
3/4	10	16	20
7/8	9	14	20
1	8	12	20

Tabel 8-3 Ulir Pipa

Sandi Ukuran	Jumlah Ulir/inci
G1/4	19
G3/8	19
G1/2	14
G3/4	14
G1	11
G1 ¼	11
G1 ½	11
Dst	dst
G6	11

E. Menggambar Pegas

Pegas merupakan salah satu bagian dari mesin yang berfungsi untuk menahan beban kejutan yang datangnya dapat terjadi secara mendadak (tiba-tiba). jenis pegas yang sering digunakan pada ilmu bangunan mesin pada umumnya jenis pegas spiral, karena arah perputarannya sesuai dengan perputaran garis ulir (sekrup). Bila dilihat dari cara kerjanya pegas tersebut dapat dibagi menjadi dua jenis pegas utama, yaitu: pegas tarik dan pegas tekan. Pegas tarik Penyajian gambar pegas dalam gambar teknik biasanya tidak digambarkan dalam bentuk perspektif, tetapi hanya digambarkan secara garis besarnya saja. Gambar secara garis besar dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu: gambar pandangan, gambar penampang atau gambar sederhana. Cara yang terakhir ini umumnya dilakukan khusus untuk gambar sementara atau gambar bagan. Gambar 8-10 memperlihatkan bagaimana cara menggambar pekan silindris yang disertai ukuran dan petunjuk-petunjuk lain.

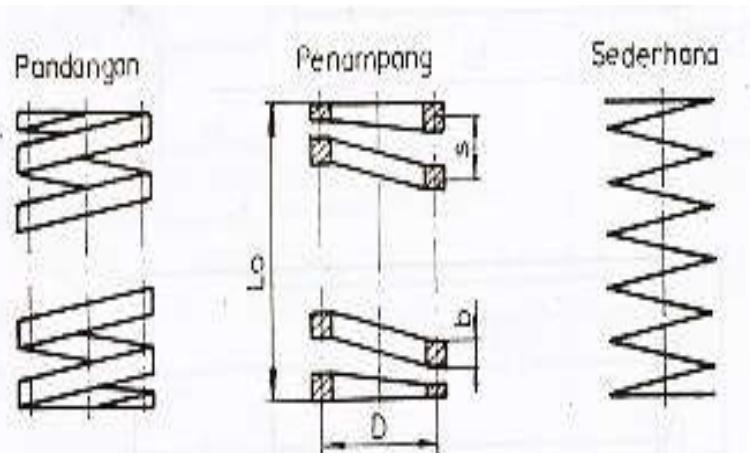


Gambar 8-10 Gambar ulir bentuk silindris dengan tiga cara

Keterangan:

- Lo = Panjang pegas tanpa ada beban yang bekerja
- D = Garis tengah putaran
- d = Diameter kawat pegas
- s = kisar
- n = Jumlah lilitan

Untuk menggambar pegas yang berbentuk segi empat secara prinsip sama hanya bedanya bentuk pandangan dan penampangnya yang berbeda, seperti diperlihatkan oleh Gambar 8-11.

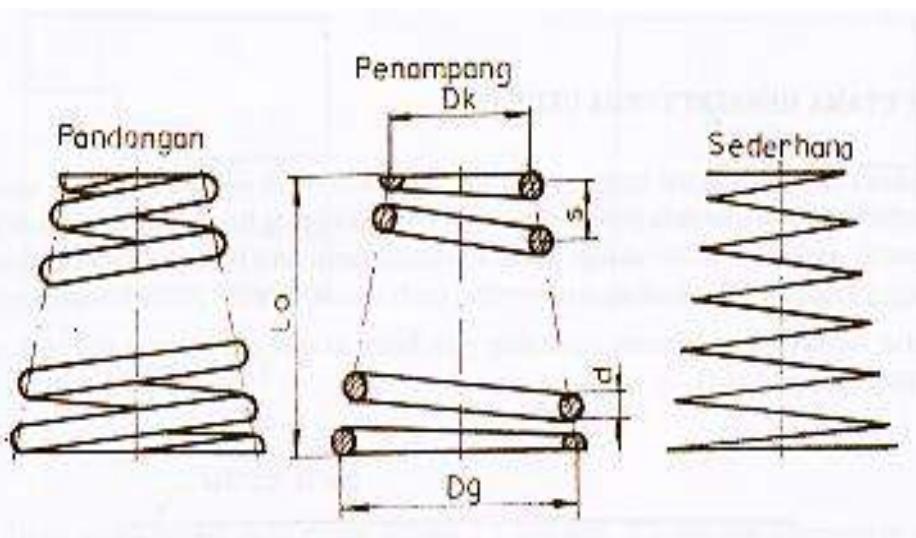


Gambar 8- 11 Gambar ulir bentuk segi empat dengan tiga cara

Keterangan:

- Lo = Panjang pegas tanpa ada beban yang bekerja
D = Garis tengah putaran
d = Diameter kawat pegas
s = kisar
n = Jumlah lilitan

Pegas dengan bentuk kerucut digambarkan seperti diperlihatkan oleh Gambar 8-12

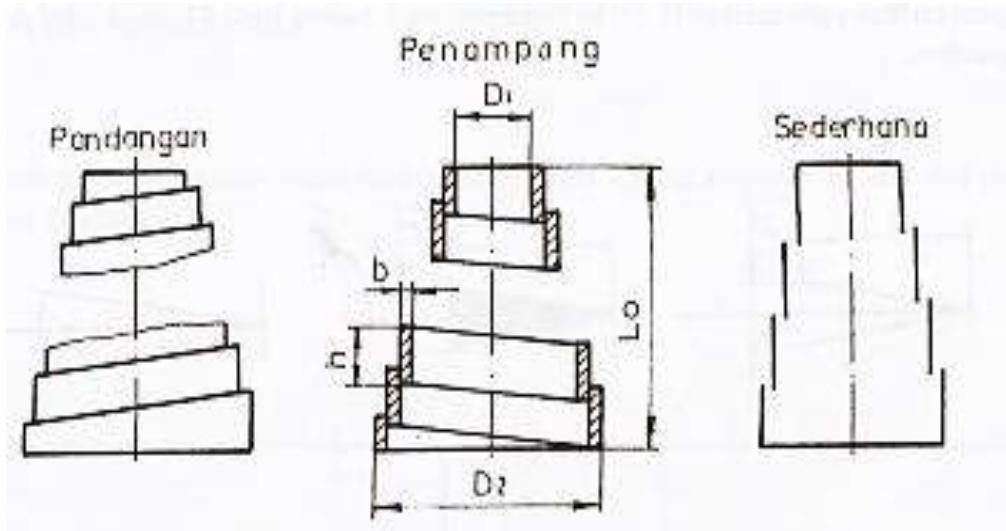


Gambar 8-12 Gambar ulir berbentuk kerucut dengan tiga cara

Keterangan:

- Lo = Panjang pegas tanpa ada beban yang bekerja
Dk = Garis tengah putaran
Dg = Garis tengah putaran yang terbessar
d = Diameter kawat pegas
s = Kisar
n = Jumlah lilitan

Sedangkan untuk pegas berbentuk bower relatif agak berbeda dengan tiga pegas yang terdahulu karena memang profilnya berbeda. Gambar 8-13 memperlihatkan gambar ulir bower dalam tiga keadaan.



Gambar 8-13 Gambar ulir bower dalam tiga cara

Keterangan:

l_o = Panjang pegas tanpa ada beban yang bekerja

D_1 = Garis tengah putaran

D_2 = Garis tengah putaran yang terbessar

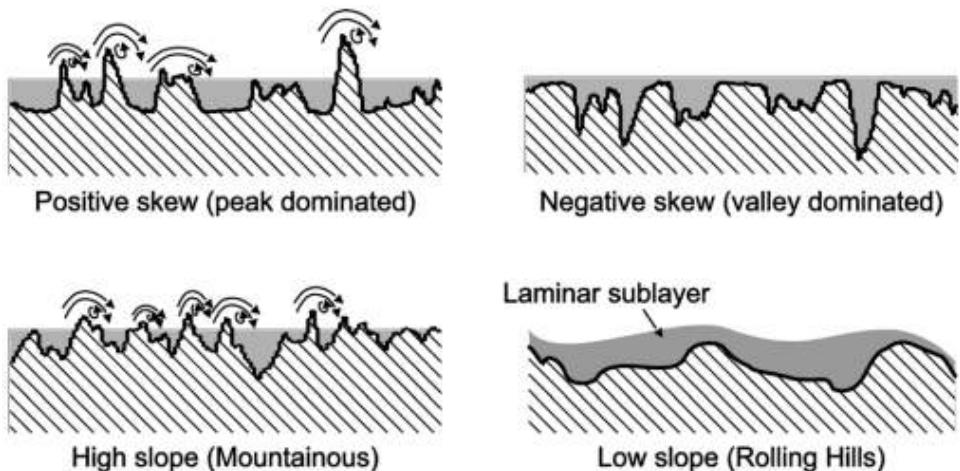
h = Tebal

Pada pegas-pegas tarik dudukan putaran selalu tersusun satu sama lain, sehingga kisar tidak diperlukan, begitu jumlah ulir karena telah ditentukan oleh l_o dan d . Perlu diketahui dalam pegas tarik adalah apakah matanya sejajar (/) dan apakah membentuk sudut 90° (\perp) satu sama lain. Dalam keadaan ketelitian tertentu pegas-pegas harus memiliki dan memenuhi syarat-syarat dari kekuatan pegas terhadap tarikan dan tekanan tertentu.

BAB IX. SANDI PENGERAJAAN

A. Tekstur (Kekasaran) Permukaan

Kekasaran permukaan dari bagian-bagian mesin dan bekas pengerajan merupakan faktor-faktor yang sangat penting untuk menjamin mutu bagian-bagian seperti: suaian (ketahanan) dan tampak dari bagian-bagian. Apabila ditampilkan suatu hasil kerja akan memiliki tekstur permukaan (kekasaran) seperti ditunjukkan oleh Gambar 9-1 berikut.



Gambar 9-1 Jenis tekstur permukaan(Goodhand et al., 2016)

Apabila melihat gambaran diatas dapat dikemukakan bahwa kekasaran permukaan, merupakan penyimpangan rata-rata aritmatik dari garis-garis profil yang dipergunakan sesuai perkembangan alat ukur dan persyaratan rencana. Umumnya dalam pengukuran dipakai sepuluh titik ketinggian R_z dari ketidak rataan, atau ketinggian maximal (R_{max}) dari ketidak rataan secara konvensional.

Sedangkan penyimpangan rata-rata aritmatik dari garis profil diam-bil dari dari dua definisi utama yaitu:

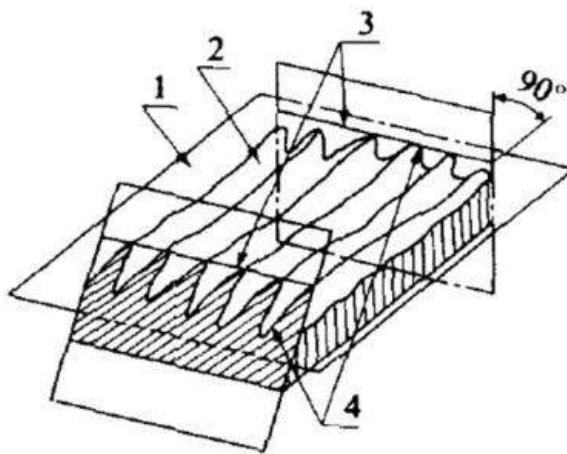
Penyimpangan rata-rata aritmatik (R_a) = adalah harga rata-rata dari ordinat-ordinat profil efektif garis rata-ratanya.

Profil efktif = garis bentuk (contour) dari potongan permukaan efektif oleh sebuah bidang yang telah ditentukan secara konvensional terhadap permukaan geometris ideal.

Ordinat-ordinat ($y_1, y_2, y_3, \dots, Y_n$) dijumlahkan tanpa memperhitungkan tanda. Secara matematika dinyatakan sebagai berikut:

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |Y(x)| dx$$

Secara geometris bagaimana suatu hasil penggerjaan ditampilkan akan berbentuk seperti Gambar 9-2 berikut.



Gambar 9-2 Profil geometris

Keterangan:

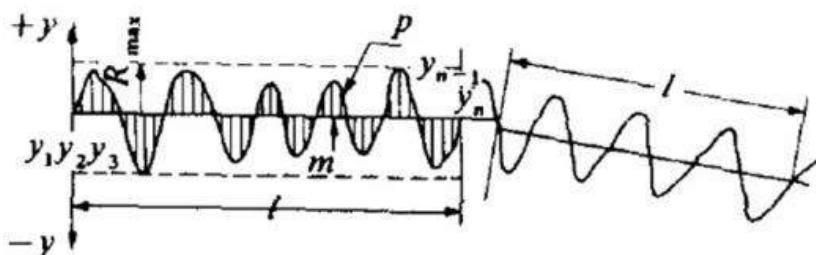
1 = Permukaan geometris

2 = Permukaan efektif

3 = Profil geometris

4 = Profil efektif

Sedangkan bagaimana gambaran kekasaran arithmatik (roughness arithmatic) ditunjukkan oleh Gambar 9-3. Secara matematik dikemukakan seperti rumus berikut.



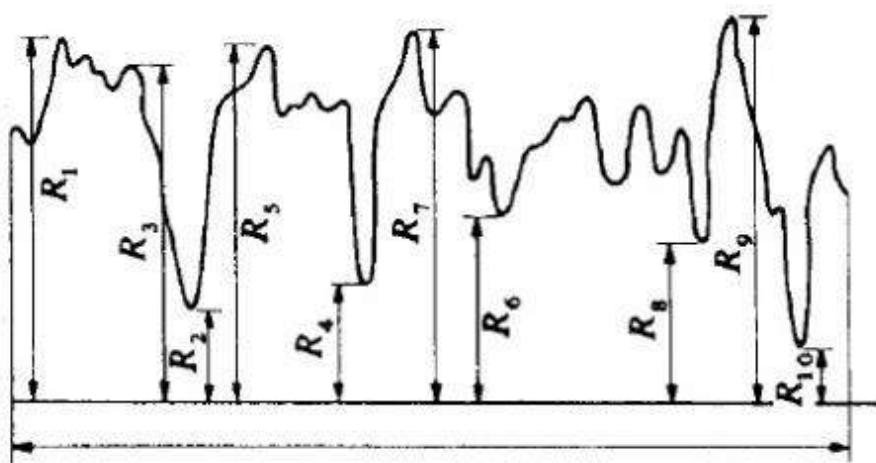
Gambar 9-3 kekasaran aritmatik

Keterangan:

P = Profil efektif; l = Panjang contoh; m = Garis rata-rata

Untuk mengukur ketidak rataan dari suatu hasil penggerjaan yang secara geometris ditampilkan oleh Gambar 9-4 dapat dilakukan dengan menghitung ketidak rataan dari ketinggian 10 titik yang dinyatakan dengan R_z . Secara matematik nilai R_z dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R_z = \frac{(R_1 + R_3 + R_5 + R_7 + R_9) - (R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10})}{5}$$

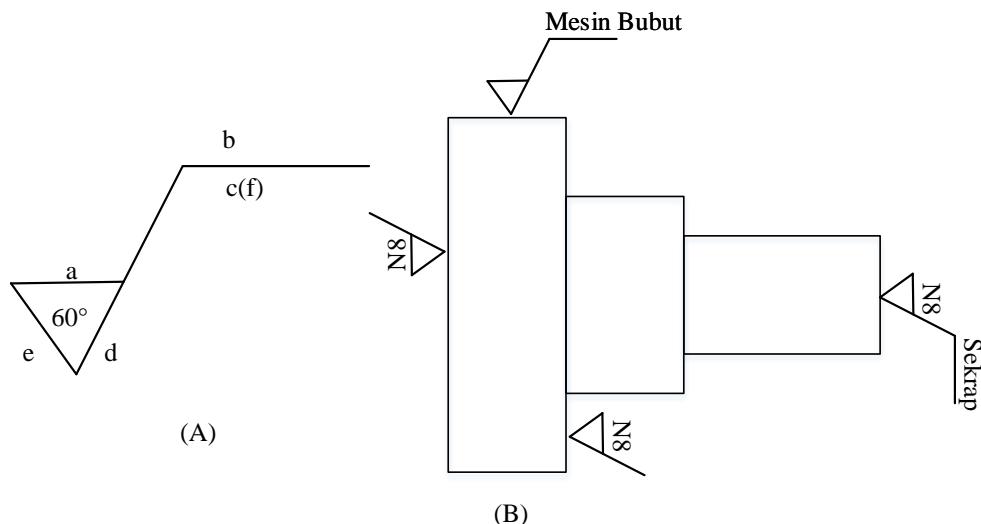


Gambar 9-4 ketidakrataan permukaan

Tabel 9-1 Berikut ini menampilkan bagaimana hubungan antara jenis penggerjaan terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil kerja. Sedangkan Simbol dan penempatannya ditunjukkan pada Gambar 9-5.

Tabel 9-1 Hubungan antara jenis penggerjaan dengan tingkat kekasaran permukaan

Jenis Penggerjaan	200	100	50	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1	
																0,016
1 Pemotongan Las																
2 Pemotongan Gergaji																
3 Pemotongan Bubut																
4 Pemotongan Bubut Halus																
5 Sekrap																
6 Bor																
7 Frais Datar																
8 Frais tegak																
9 Gerinda																
10 Pemolesan																



Gambar 9-5 Simbol dan penempatan jenis perkerjaan

Keterangan simbol penggerjaan:

a = Ra sandi N* (N1 –N12) dalam μ

b = Cara produksi, penggerjaan atau pelapisan (jenis mesin yang dipergunakan tertulis)

c = Panjang contoh

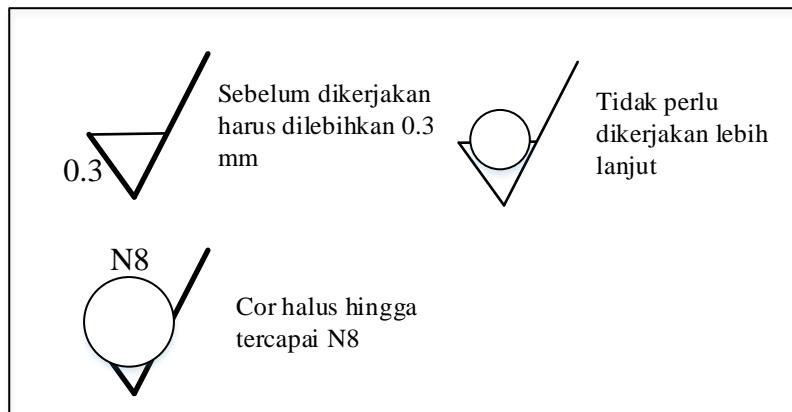
d = Bentuk serat permukaan

e = Kelonggaran permesinan (ukuran yang harus disisakan)

f = Nilai kekasaran lain

Keterangan Sandi N

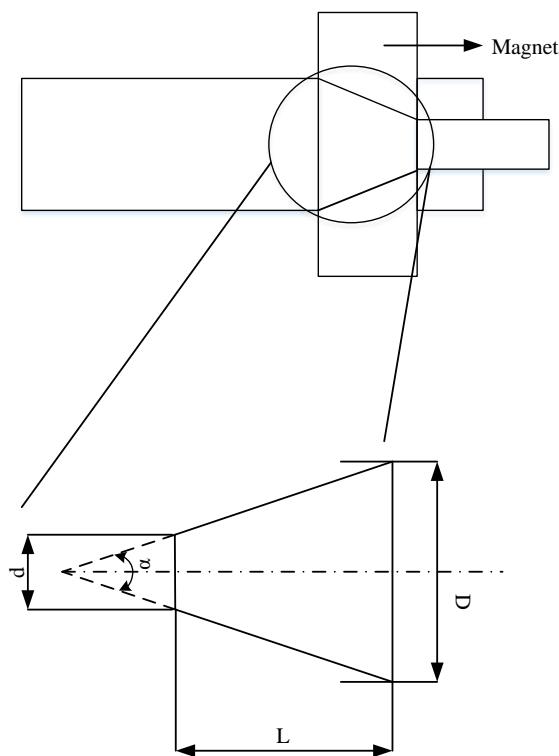
- | | |
|-----------------|----------------|
| N1 - N2 – N3 | = Paling Halus |
| N4 – N5 – N6 | = Halus |
| N7 – N8 – N9 | = Sedang |
| N10 – N11 – N12 | = Kasar |



Gambar 9-6 Simbol dan penempatan lambang dalam proses kerja

B. Konisitas (ketirusan)/Cone

Suatu benda apabila dibuat dengan konisitas tertentu harus benar-benar diperhitungkan karena dalam proses penggeraannya diperlukan tingkat ketelitian tinggi. Sebagai contoh adalah dinamo, dimana posisi magnet dan porosnya harus dipasang secara cermat pada konisitas yang telah ditetapkan, seperti ditunjukkan oleh Gambar 9-7.

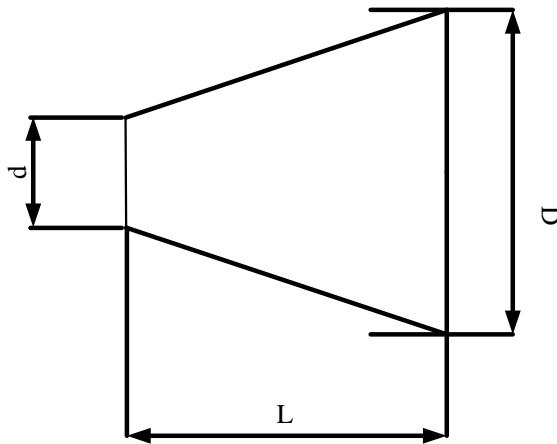


Gambar 9-7 Ketirusan atau konisitas benda

Formula untuk menghitung nilai ketirusan adalah sebagai berikut,

$$K \text{ atau } C = \frac{D - d}{L} = 2 \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Berikut ini ditunjukkan bagaimana menghitung ketirusan atau konisitas suatu benda berdasarkan data hipotetik dan tabel berbagai sudut konisitas yang telah dihitung berdasarkan perbandingan konisitasnya.



diketahui,

$$D = 40; L = 80; K = 1:20$$

$$d ?$$

Jawab,

$$K = \frac{D - d}{L} = \frac{40 - d}{80} = \frac{1}{20}$$

$$d = 40 - \frac{80}{20}$$

$$d = 36$$

Bila diketahui nilai konisitasnya (K), nilai sudut α dapat diketahui menggunakan tabel konversi konisitas terhadap sudut berikut ini,

Tabel 9-2 Konversi konisitas terhadap sudut

Konisitas	Sudut	Konisitas	Sudut
1:1,5	$36^{\circ}52'12''$	1:9	$6^{\circ}21'35''$
1:3	$18^{\circ}55'29''$	1:10	$5^{\circ}43'29''$
1:4	$14^{\circ}15'0''$	1:11	$36^{\circ}52'12''$
1:5	$11^{\circ}25'16''$	1:12	$4^{\circ}46'19''$
1:6	$9^{\circ}31'38''$	1:15	$3^{\circ}49'6''$
1:7	$8^{\circ}10'16''$	1:16	$3^{\circ}34'47''$
1:8	$7^{\circ}9'10''$	1:20	$2^{\circ}51'51''$

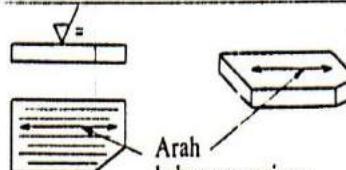
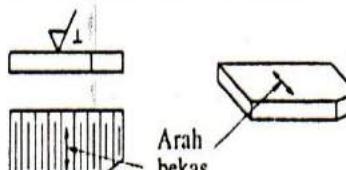
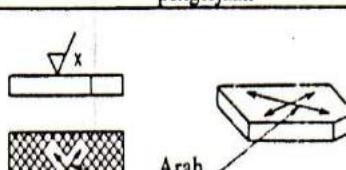
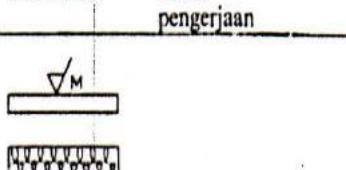
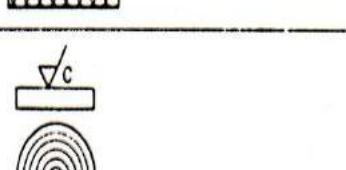
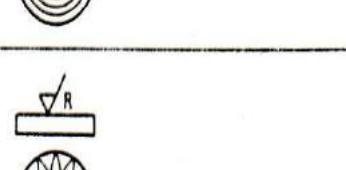
Secara lebih rinci tentang berbagai simbol berkaitan dengan sifat toleransi, hubungan sifat toleransi dan daerah toleransi dan konfigurasi permukaan konfigurasi permukaan masing-masing ditunjukkan oleh Tabel 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 14.

Elemen dan toleransi		Sifat yang diberi toleransi	Lambang
Elemen tunggal	Toleransi bentuk	Kelurusian	—
		Kedataran	□
		Kebulatan	○
		Kesilindrisan	∅
		Profil garis	⌒
		Profil permukaan	▷
Elemen tunggal atau yang berhubungan	Toleransi orientasi	Kesejajaran	//
		Ketegak lurusan	⊥
		Ketirusan	↙
	Toleransi lokasi	Posisi	⊕
		Konsentratisitas dan koaksialitas	◎
		Kesimetrisan	≡
	Toleransi putar	Putar tunggal	↗
		Putar total	↖ ↗

Gambar 9-8 Lambang untuk sifat yang diberi toleransi

Daerah toleransi			
Sifat-sifat yang diberi toleransi	Lambang	Daerah dalam lingkaran	Daerah antara dua lingkaran konsentris
Kelurusan	—		<input type="radio"/>
Kedataran	□		<input type="radio"/>
Kebulatan	○ ○	<input type="radio"/>	
Kesilindrisan	∅		
Profil garis))		<input type="radio"/>
Profil permukaan	D D		
Kesejajaran	//		<input type="radio"/>
Ketegak lurusan	⊥		<input type="radio"/>
Ketirusan	↖ ↗		<input type="radio"/>
Posisi	⊕ ⊕	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Konsentratis dan koaksialitas	◎ ◎	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kesimetrisan	≡ ≡	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putar tunggal	↗	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Putar total	↗ ↘		<input type="radio"/> <input type="radio"/>
		Ruang dalam bola	
		Ruang dalam silinder	<input type="radio"/>
		Ruang dalam dua silinder koaksial	<input type="radio"/> <input type="radio"/>
		Ruang antara dua garis berjarak sama atau dua garis lurus sejajar	<input type="radio"/> <input type="radio"/>
		Ruang dalam paralel epipedum	<input type="radio"/>

Gambar 9-9 Hubungan antara sifat yang diberi toleransi dan daerah toleransi

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

Gambar 9-10 Cara menyatakan konfigurasi permukaan dalam gambar

	Lambang	Pengertian
1.1	✓	Lambang dasar. Hanya dapat dipergunakan bila mana dijelaskan dengan catatan.
1.2	▽	Permukaan yang di mesin tanpa keterangan atau detil lain.
1.3	○✓	Permukaan yang permukaannya tidak diperkenankan dibuang bahan-nya. Lambang ini dapat dipergunakan pada gambar mengenai proses produksi, yang menjelaskan bahwa sebuah permukaan harus tetap dalam keadaan akibat hasil proses pembuatan sebelumnya, meskipun keadaan ini diperoleh dari hasil pembuangan bahan maupun cara lain.

Gambar 9-11 Berbagai lambang yang digunakan dalam proses penggerjaan bahan (tanpa tulisan)

	Lambang			Pengertian
	3,2 atau N8	3,2 ▽ atau ▽	3,2 ○ atau ○	
2.1	✓ atau ▽	▽ atau ▽	○ atau ○	Sebuah permukaan dengan nilai kekasaran permukaan maksimum R_a dari 3,2 μm .
2.2	6,3 1,6 N9 N7 ▽ atau ▽	6,3 1,6 N9 N7 ▽ atau ▽	6,3 1,6 N9 N7 ○ atau ○	Sebuah permukaan dengan nilai kekasaran permukaan maksimum R_a dari 6,3 μm dan minimum dari 1,6 μm .

Gambar 9- 12 Lambang-lambang dengan penunjukan persyaratan utama dan kekasaran

	Lambang	Pengertian
3.1	▽ dires	Cara produksi: dires.
3.2	✓ 2,5	Panjang contoh: 2,5 mm.
3.3	▽ ⊥	Arah bekas penggerjaan: tegak lurus pada bidang proyeksi dari pandangan.
3.4	2 ▽	Kelonggaran pemesinan: 2 mm.
3.5	✓ ($R_t = 0,4$)	Penunjukan (dalam kurung) dari persyaratan kekasaran yang lain dari pada yang dipakai untuk R_a , umpamanya $R_t = 0,4 \mu\text{m}$

Gambar 9- 13 Lambang-lambang dengan penunjukan tambahan

	Lambang	Pengertian
4.1	✓	Sebuah catatan yang menyatakan pengertian lambang
4.2	y ✓ x ✓	Sebuah catatan yang menyatakan pengertian lambang-lambang

Gambar 9- 14 Lambang-lambang yang disederhanakan

BAB X. TOLERANSI

A. Kotak Toleransi

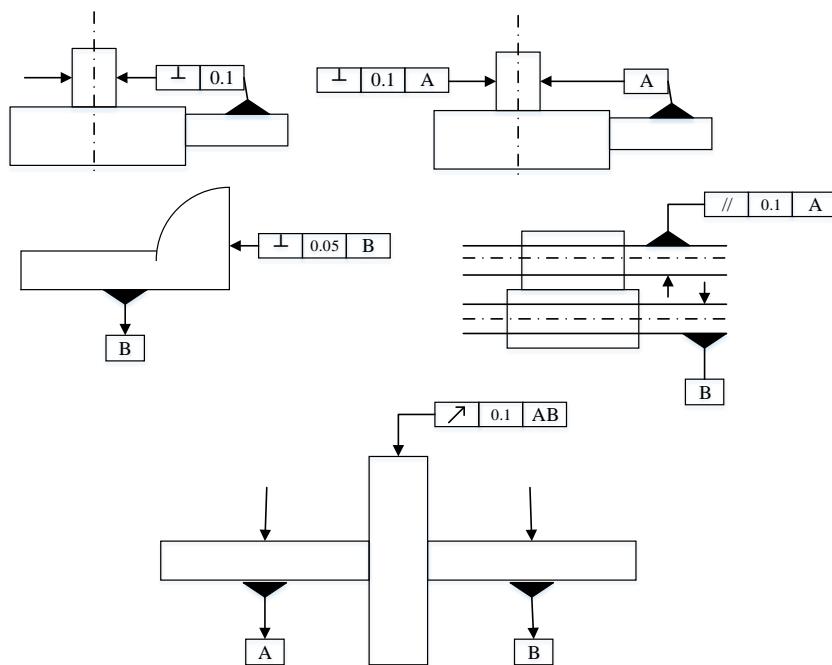
Persyaratan toleransi dinyatakan dalam sebuah kotak yang dibagi dalam satu atau lebih ruang-ruang seperti ditunjukkan oleh Gambar 10-1 berisi :

- a. Lambang dari sifat yang akan ditoleransi
- b. Nilai toleransi dalam satuan yang dipakai untuk ukuran linier
- c. Huruf atau huruf-huruf yang memperlihatkan elemen-elemen dasar

Contoh:

-	0.1	Kotak Toleransi			
//	0.1	A	Kotak Toleransi dengan elemen dasar		
Φ	Ø,1	A	C	B	Kotak Toleransi dengan elemen-elemen dasar
O	0.01				
//	0.06	B			Kotak Toleransi dengan perincian dua sifat toleransi

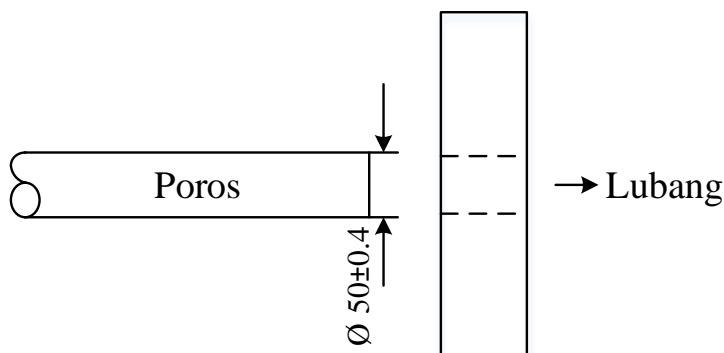
Gambar 10-1 Kotak Toleransi



Gambar 10-2 Contoh penggunaan kotak toleransi

B. Toleransi Lubang dan Poros

Toleransi yang digunakan pada lubang dan poros merupakan perbedaan antara batas ukuran terbesar dengan terkecil untuk mendapatkan suatu ukuran yang pas diantara keduanya, seperti ditunjukkan dalam Gambar 10-3.



Gambar 10-3 Hubungan antara lubang dan poros dalam toleransi

Toleransi dalam penerapannya terdiri dari dua model yaitu: a) Toleransi setangkup: apabila dibagi dua oleh ukuran nominal (suatu ukuran yang dipergunakan untuk menjelaskan diameter poros atau lubang) dan b) Tidak setangkup. Sedangkan daerah toleransi merupakan daerah yang

terletak di antara ukuran batas terbesar dan terkecil. Untuk menentukan ukuran sebenarnya dari suatu lubang atau poros biasanya diukur pada poros atau lubang yang telah selesai dikerjakan. Sebagai ilustrasi adalah sebagai berikut: Diameter nominal 50 mm didekati antara batas-batas 50,3 mm dan 48,9 mm maka dapat dijelaskan dengan $50^{+0,3}_{-0,2}$. Jadi poros dianggap baik bila ukuran sebenarnya berada di antara kedua batas ukuran atas (terbesar) dan bawah (terkecil).

Berikut ini diberikan beberapa ilustrasi atau contoh lain tentang penggunaan toleransi:

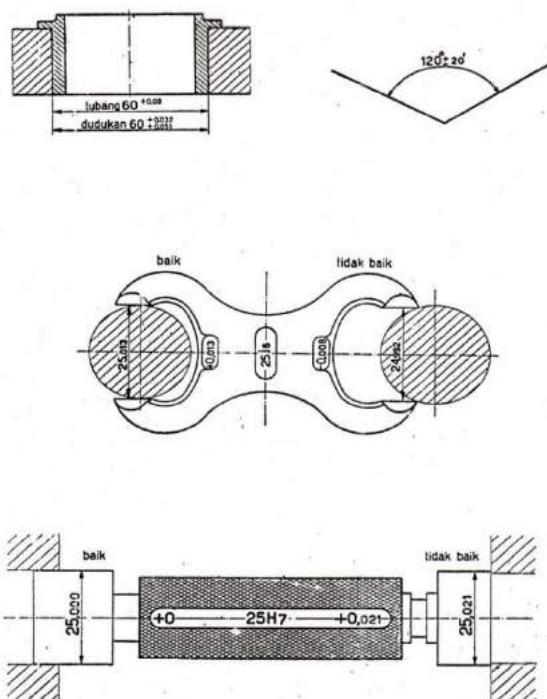
Poros $50^{+0,5}_{+0,2}$ berarti ukuran batas terbesar 50,5 dan ukuran batas terkecil 50,2

Poros $50^{-0,3}_{-0,7}$ berarti ukuran batas terbesar 49,7 dan ukuran batas terkecil 49,3

Perbedaan yang terjadi antara salah satu dari ukuran-ukuran batas dan ukuran nominal dinyatakan sebagai perbedaan ukuran. Tanda negatif (-) merupakan ukuran batas lebih kecil dari ukuran nominal. Tanda positif (+) merupakan ukuran batas lebih besar dari ukuran nominal. Berikut ini ditunjukkan beberapa contoh berkaitan dengan istilah pada toleransi.

1. Poros atau lubang $50^{+0,4}_{-0,4}$ berarti toleransinya = $(50 + 0,4) - (50 - 0,4)$
= 0,8 mm (Setangkup)
2. Poros atau lubang $50^{+0,3}_{-0,2}$ berarti toleransinya = $(50 + 0,3) - (50 - 0,2)$
= 0,5 mm (tidak setangkup)
3. Poros atau lubang $50^{+0,5}_{+0,2}$ berarti toleransinya = $(50 + 0,5) - (50 + 0,2)$
= 0,3 mm (tidak setangkup)
4. Poros atau lubang $50^{-0,2}_{-0,5}$ berarti toleransinya = $(50 - 0,2) - (50 - 0,5)$
= 0,3 mm (tidak setangkup)

Agar lebih jelas tentang makna toleransi dapat dilihat pada Gambar 10-4 berikut ini.



Gambar 10-4 Benda dengan toleransi yang baik dan tidak baik

C. Batas Toleransi

Merupakan suatu ketentuan sejauh mana penggeraan terhadap suatu benda harus dikerjakan sesuai dengan angka mutu yang dikehendaki. Satuan toleransi biasanya dinyatakan dengan huruf *i* merupakan bentuk persamaan dari:

$$i = 0.453\sqrt{D} + 0.001D$$

dimana: *i* = μ

D = mm

Sedangkan hubungan antara angka mutu dan toleransi dasar ditunjukkan oleh Tabel 12 berikut.

Tabel 10-1 Hubungan antara angka mutu dan toleransi dasar

Angka Mutu	Toleransi Dasar
5	$7i$
6	$10i$
7	$16i$
8	$25i$
9	$40i$
10	$64i$
11	$100i$

Bagaimana menggunakan persamaan tersebut diatas dapat dilihat seperti contoh berikut:

Diketahui suatu ukuran nominal \varnothing yang akan dikerjakan 64 mm dengan angka mutu sebesar 6. Menjawab pertanyaan tersebut perlu ditentukan nilai satuan toleransinya (i) terlebih dahulu.

$$i = 0.45\sqrt[3]{64} + 0.001(64) = 1.864\mu$$

Sesuai daftar angka mutu pada Tabel 12, nilai 6 menunjukkan toleransi dasar sebesar $10i$, menjadi $10 \times 1,864\mu = 18,64 \mu \approx 19 \mu$. Selanjutnya dengan melihat Tabel 10-2 kita dapat mengetahui ukuran 64 mm yang digunakan dalam contoh ini kira-kira setara dengan ukuran rata-rata untuk golongan garis tengah 50 – 80 mm.

Tabel 10- 2 Hubungan antara ukuran nominal dengan toleransi (mutu)

ukuran nominal dalam mm		toleransi dalam mikron (0.001 mm)						
		mutu						
diatas	s/d	5	6	7	8	9	10	11
		1* – 3	5	7	9	14	25	40
3 – 6		5	8	12	18	30	48	75
6 – 10		6	9	15	22	36	58	90
10 – 18		8	11	18	27	43	70	110
18 – 30		9	13	21	33	52	84	130
30 – 50		11	16	25	39	62	100	160
50 – 80		13	19	30	46	74	120	190
80 – 120		15	22	35	54	87	140	220

*termasuk juga 1 mm

D. Kedudukan Ukuran Batas untuk Lubang dan Poros

Dalam sistem penyesuaian ISA kedudukan ukuran batas untuk lubang-lubang dinyatakan dengan huruf besar A – Z dan untuk poros-poros dengan huruf kecil dinyatakan dengan huruf kecil a- z. Jadi huruf-huruf tersebut menjelaskan, baik untuk lubang-lubang maupun untuk poros-poros, dan ukuran batas dengan perbedaan ukuran terendah terhadap ukuran nominal. Perbedaan ukuran terendah untuk menghitung kedudukan ukuran batas dijelaskan pada Tabel 14. untuk lubang-lubang A – H dan poros-poros a – h pada berbagai golongan diameter. Tabel tersebut bersifat simetri. Lubang 50C memiliki perbedaan terendah + 130 μ , sedang poros 50c memiliki perbedaan ukuran negatif yang sama. Suatu lubang dengan ukuran nominal 50 mm, kedudukan ukuran batas D dengan kualitas penyelesaian 10 ditulis 50 D 10. Kedua ukuran batas lubang ini dapat ditentukan dengan mempergunakan grafik dari Gambar 10-5 dan 10-6 dan Tabel 10-2 dan Tabel 10-4.

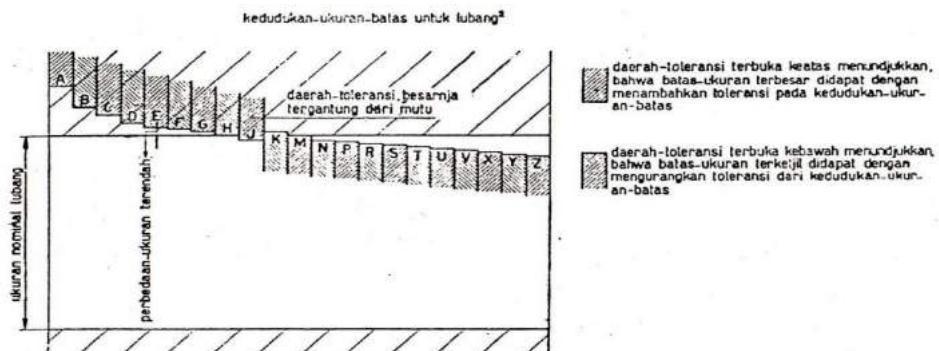
Berdasarkan Tabel 14 perbedaan ukuran terendah adalah 80 μ . Menurut Gambar 10-5 perbedaan ukuran tersebut adalah positif sehingga ukuran batas terkecil untuk lubang bernilai 50,080.

Tabel 10-3 Hubungan ukuran nomonal dan perbedaan ukuran terkecil

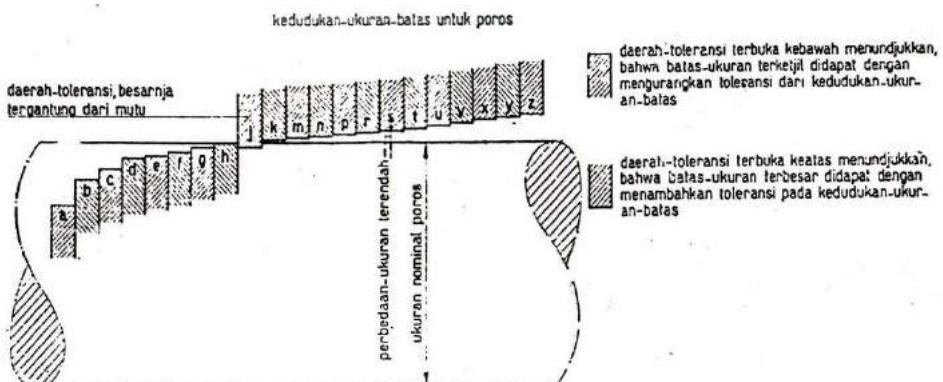
ukuran nominal dalam mm		perbedaan-ukuran terkecil dalam mikron (0.001 mm)						
diatas	s/d	A a	B b	C c	D d	E e	F f	G g
1* – 3		270	140	60	20	14	7	3
3 – 6		270	140	70	30	20	10	4
6 – 10		280	150	80	40	25	13	5
10 – 18		290	150	95	50	32	16	6
18 – 30		300	160	110	65	40	20	7
30 – 40		310	170	120	80	50	25	9
40 – 50		320	180	130	80	50	25	9
50 – 65		340	190	140	100	60	30	10
65 – 80		360	200	150	100	60	30	10
80 – 100		380	220	170	120	72	36	12
100 – 120		410	240	180	120	72	36	12

*termasuk juga 1 mm

Sesuai dengan Gambar 10-6 daerah toleransi terbuka kesisi, dimana lubang bertambah, sehingga diperoleh ukuran batas terbesar melalui, penambahan toleransi pada ukuran batas terkecil. Toleransi untuk kualitas ke 10 sesuai Tabel 10-2 adalah 100μ sehingga ukuran batas terbesar bernilai $50,080 + 0,100 = 50,180$ mm. Kedua ukuran batas tersebut dapat ditentukan mempergunakan tabel-tabel (daftar-daftar) terdapat dalam lembaran N806, kolom D10, $\emptyset 30 - 50$ mm.



Gambar 10-5 Kedudukan ukuran batas untuk lubang



Gambar 10-6 Kedudukan ukuran batas untuk poros

Pasangan antara poros dan lubang merupakan suatu hal yang penting dalam pengrajananya karena keduanya harus dapat dipasangkan. Namun mengingat bahwa setiap alat atau mesin memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dalam memanfaatkan poros dan lubang maka tingkat pengrajananya sangat beragam tergantung pada dimanfaatkan untuk apa keduanya. Oleh karena itu Tabel 10-4, 10-5, 10-6 dan 10-7 berikut masing-masing menunjukkan tingkat pengrajan poros dan lubang mulai dari tingkat yang sangat teliti, teliti, biasa dan kasar.

Tabel 10- 4 Penggerjaan poros dan lubang kategori sangat teliti

Sistem satuan lubang		Sistem satuan poros	
Lubang	Poros	Lubang	Poros
H6	g5	H5	G6
H6	h5	H5	H6
H6	j5	H5	J6
H6	k5	H5	K6
H6	m5	H5	M6
H6	n5	H5	N6

Keterangan: Semakin kebawah semakin macet

Tabel 10-5 Penggerjaan poros dan lubang kategori teliti

Sistem Satuan Lubang		Sistem Satuan Poros	
Lubang	Poros	Lubang	Poros
H7	b8	H7	B8
	d9	H6	D9
	e8	H6	E8
	f9	H6	E7
	g6	H6	G7
	h6	H6	G7
	j6	H6	G7
	k6		idem
	l6		idem
	m6		idem
	n6		idem
	p6		G7

Keterangan: Semakin kebawah semakin sempit

Tabel 10-6 Penggerjaan poros dan lubang kategori biasa

Sistem Satuan Lubang		Sistem Satuan Poros	
Lubang	Poros	Lubang	Poros
H8	d10	H8	D10
	e9	H8	E9
	f8	H8	F8
	h7	H7	H8
	j7	H7	J8
	k7	H7	K8
	m7	H7	M8
	n7	H7	N8

Tabel 10-7 Penggerjaan poros dan lubang kategori kasar

Sistem Satuan Lubang		Sistem Satuan Poros	
Lubang	Poros	Lubang	Poros
H11	a11	h11	A11
	b11		B11
	c11		C11
	d11		D11
	h11		H11

BAB XI. MENYAJIKAN HASIL GAMBAR

A. Kepala Gambar

Menyajikan gambar teknik harus dilakukan dalam kertas gambar. Kertas yang digunakan harus putih dan tebal, namun untuk gambar yang dilakukan atau yang telah dimasukkan dalam komputer kertas gambarnya dapat bervariasi tergantung dan sesuai kebutuhan. Kertas gambar yang paling umum dan paling banyak digunakan adalah kertas kalkir yaitu kertas trasnparan yang biasa digunakan untuk membuat gambar yang ditinta dengan rapidograph agar gambar tersebut dapat diperbanyak atau di cetak biru (blue print).

Ukuran pokok kertas gambar biasanya telah ditetapkan secara baku atau telah dinormalisir sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Ketentuan tersebut adalah berupa perbandingan antara panjang dan lebar kertas dengan perbandingan $\sqrt{2} : 1$. Ukuran yang digunakan dalam setiap menggambar sangat tergantung pada detail penyajian gambarnya, namun tetap mengacu pada ketentuan ukuran standar di pasaran yaitu A0, A1, A2, A3 dan A4.

Dalam menyajikan suatu hasil gambar teknik terdapat beberapa ketentuan standar **yang** harus dipenuhi, yaitu pada bagian sudut kanan sebelah bawah dari ruang gambar harus dibuat kepala gambar, gunanya untuk memberikan keterangan-keterangan pada gambar yang dibuat. Ukuran dan bentuk kepala gambar tersebut seperti ditunjukkan oleh Gambar 11-1.



Gambar 11-1 Ukuran dan bentuk kepala gambar

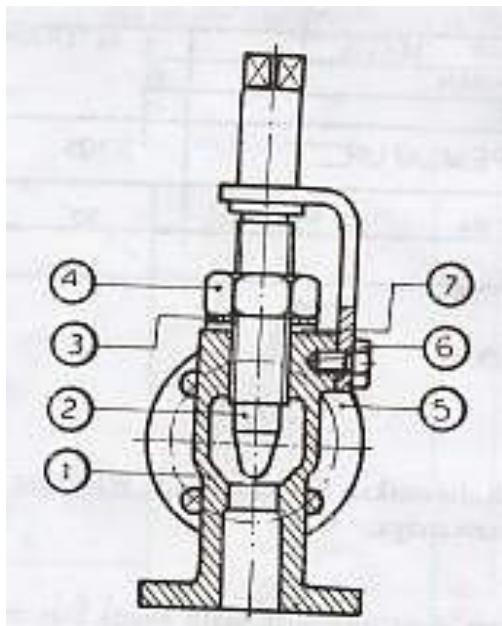
Sedangkan tentang isi kepala gambar adalah sebagai berikut:

1. **Proyeksi**, digunakan agar pembaca lebih cepat mengerti atau mengenal sistem proyeksi yang digunakan (dipakai), sehingga pada

kolom proyeksi ditampilkan lambang proyeksi yang digunakan yaitu apakah lambang proyeksi Eropa atau Amerika.

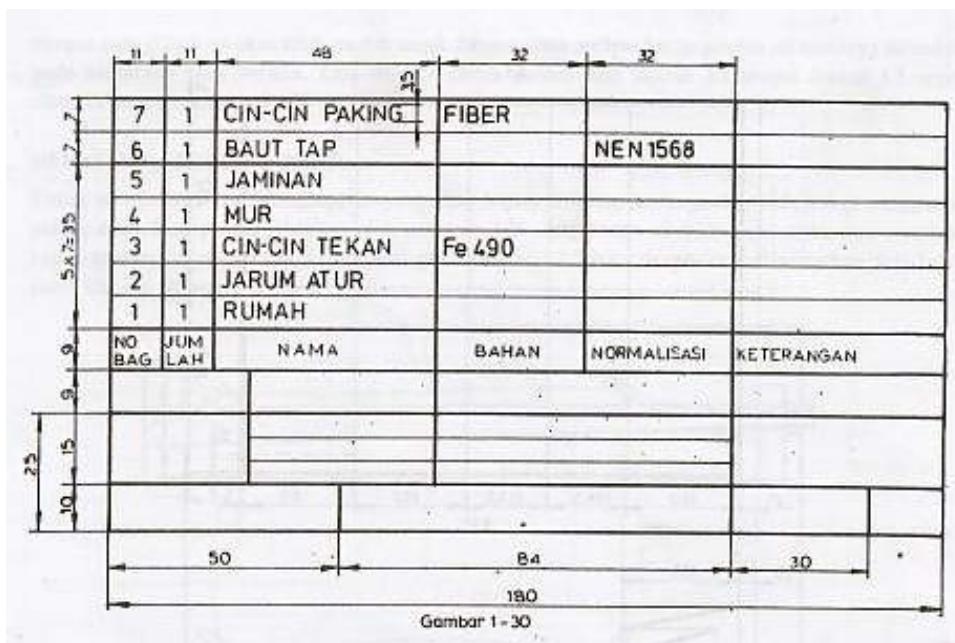
2. **Skala**, Gambar yang dibuat harus didasarkan pada skala yang dipilih. meskipun gambar tersebut menggunakan skala sebenarnya yaitu 1:1, tetapi harus tetap dicantumkan dalam kepala gambar.
3. **Satuan**, penting diberikan agar tidak terjadi kekeliruan bagi orang yang akan membuat benda berdasarkan pesanan gambar, maka satuan ukuran pada gambar harus ditunjukkan dengan jelas pada kolom yang tersedia.
4. **Digambar**, bagi siapa saja yang telah menyelesaikan atau telah membuat gambar, maka nama dari yang membuat gambar harus ditulis, supaya dapat diketahui dengan jelas siapa yang membuat gambar tersebut.
5. **Dilihat**, Setiap gambar yang akan dikirimkan ke bengkel-bengkel kerja, maka gambar tersebut harus dilihat dan dikoreksi terlebih dahulu selanjutnya diparaf oleh kepala bagian, konstruktur atau korektor. Tanda periksa ini memberikan makna bahwa gambar tersebut telah siap dan mulai bisa bekerja berdasarkan gambar yang telah dibuat.
6. **Tanggal**, diberikan kepada setiap gambar yang telah selesai dibuat dan dituliskan tanggal penyelesaiannya, agar lebih mudah diingat kembali bila gambar tersebut telah diarsipkan.
7. **Kelas, Jurusan atau NRP**, Selain dari nama pembuat gambar indentitas lain yang perlu juga dicantumkan. Hal ini memudahkan bagi pemeriksa gambar mengetahui lebih cepat dari bagian atau departemen mana orang yang membuat gambar tersebut.
8. **Peringatan**, Kolom ini disediakan khusus dimanfaatkan untuk mencatat peringatan-peringatan yang perlu dalam permasalahan gambar.
9. **Nama**, Kolom nama-nama yang berada pada bagian paling bawah ini diisi dengan nama pabrik atau sekolah di mana gambar tersebut

dibuat, judul gambar yang dibuat dan ukuran kertas gambar yang digunakan. Kepala gambar seperti ditampilkan oleh Gambar 11-1, hanya dapat digunakan untuk gambar-gambar kerja yang tidak memiliki gambar susunan. Apabila gambar kerja yang dibuat tersebut terdiri dari beberapa bagian yang disusun atau berkaitan satu sama lain, seperti ditampilkan pada Gambar 11-2.



Gambar 11-2 Gambar benda yang tersusun atas beberapa bagian

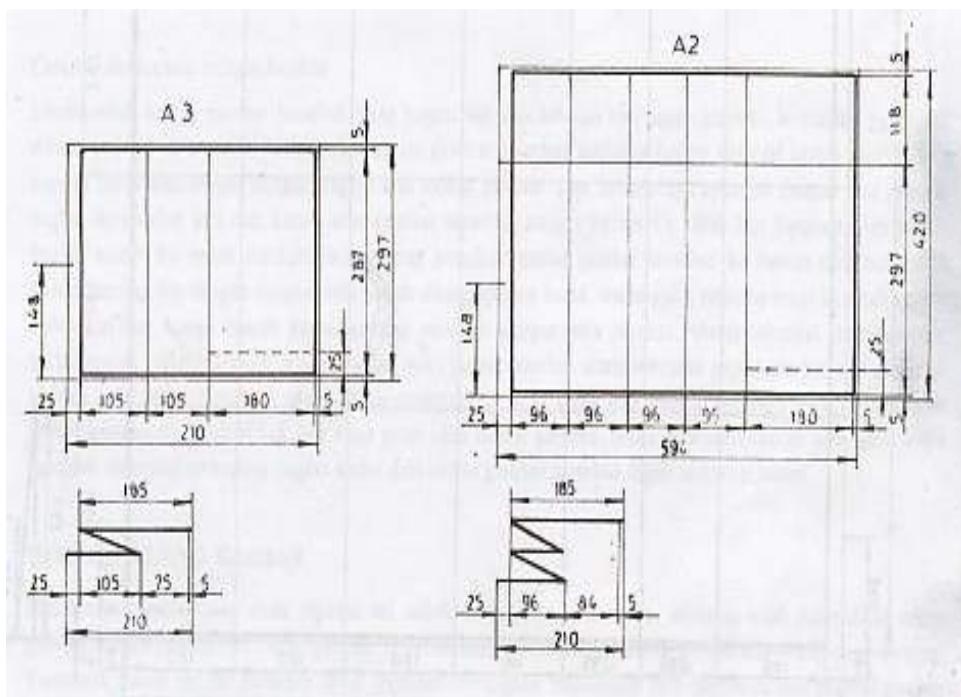
Maka setiap bagian tersebut harus diberi penjelasan-penjelasan dan keterangan lainnya. Oleh karena itu untuk kasus tersebut, maka kepala gambar yang digunakan sedikit berbeda dengan Gambar 11-1, yaitu seperti ditunjukkan oleh Gambar 11-3. Cara penulisan nomor bagian harus dimulai dari bawah ke atas agar bila terdapat penambahan nomor bagian yang baru, maka nomornya tetap berurutan dan tidak menyulitkan untuk membuat baris yang baru. Oleh karena itu disarankan baris dapat dibuat lebih banyak agar nomor bagian gambar susunan bisa diisi dan menghindari kekurangan baris (nomor bagian) yang akan diisi. Untuk memperjelas dalam pembacaan setiap nama bagian tersebut, maka setiap lima baris hendaknya dibatasi oleh garis tebal, seperti ditampilkan oleh Gambar 11-3. Perlu diperhatikan bahwa sebaiknya diatas kepala gambar dikosongkan untuk menghindari nomor atau jumlah gambar susunan yang banyak.



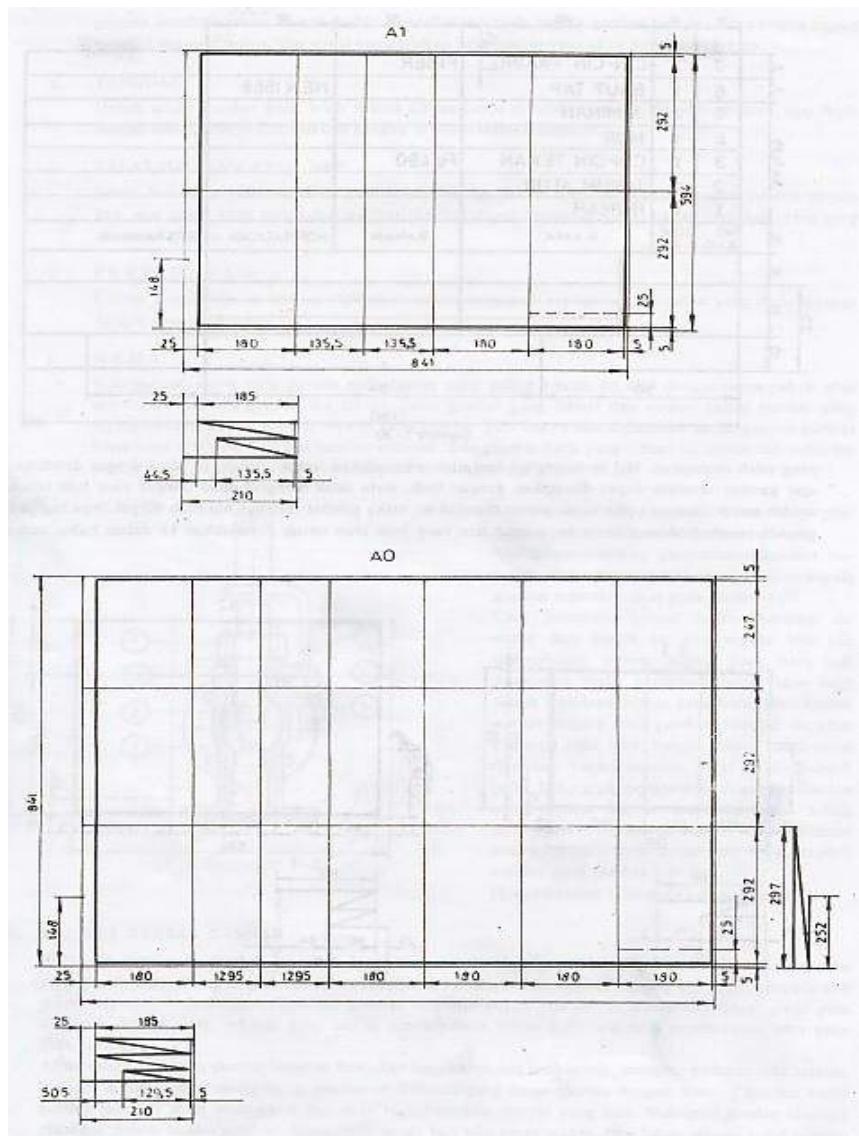
Gambar 11- 3 Kepala gambar yang mencantumkan benda dengan beberapa susunan gambar

B. Melipat Kertas Gambar

Gambar sebagai hasil kerja harus dijaga dan dirawat dengan baik sebagai arsip. Karena gambar tersebut merupakan salah satu data teknik yang paling penting untuk menyampaikan informasi dari seprang ahli teknik kepada ahli teknik lainnya. Sehingga gambar tersebut apabila sewaktu-waktu dibutuhkan informasinya untuk pengembangan dapat diperoleh dengan mudah. Namun gambar teknik umumnya tidak hanya satu atau dua lembar saja tetapi dapat puluhan bahkan sampai ratusan lembar. Apalagi untuk industri yang besar maka kertas gambar tersebut dapat bertumpuk dan membutuhkan ruang yang luas, meskipun gambar tersebut disimpan di lemari gambar. Oleh karena itu gambar tersebut harus diarsipkan dan ditata dengan baik sesuai judul atau topik gambarnya. Untuk mengarsipkannya tentu dibutuhkan penataan. Penataan dapat dilakukan apabila gambar tersebut dilipat dengan baik sesuai dengan aturan yang berlaku. Selain itu pelipatan yang baik akan sangat dibutuhkan apabila gambar tersebut dimasukkan dalam buku untuk didistribusikan ketempat lain. Maka dengan cara dilipat akan memudahkan untuk dibawa. Cara melipat kertas berdasarkan ketentuan yang berlaku untuk ukuran kertas A0, A1,A2, dan A3 ditunjukkan masing-masing oleh Gambar 11-4 dan 11-5.



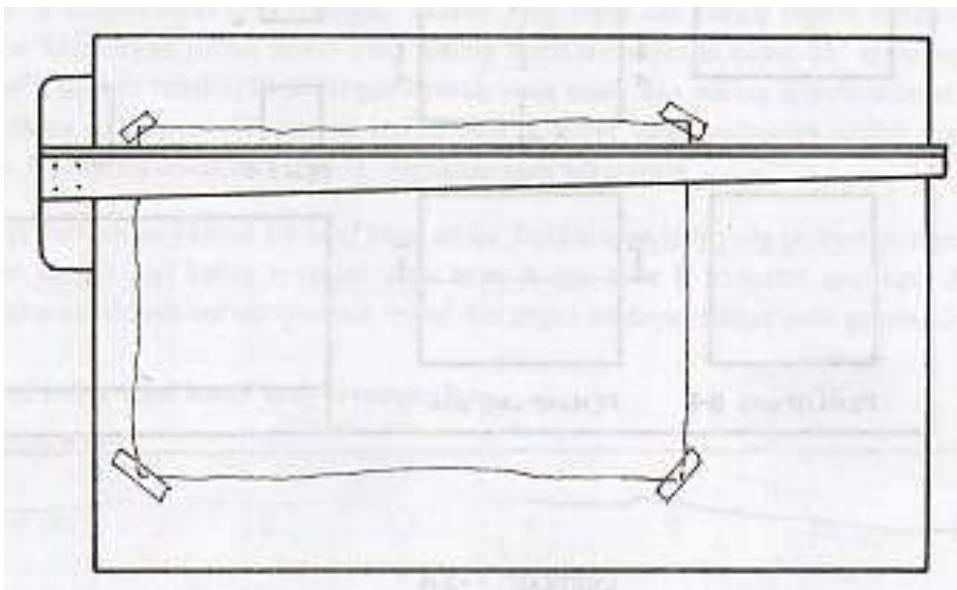
Gambar 11-4 Cara melipat kertas gambar ukuran A3 dan A2



Gambar 11-5 Cara melipat kertas gambar ukuran A1 dan A0

C. Memasang Kertas Gambar

Guna menghindari kerusakan yang terjadi pada kertas gambar saat sedang menggambar, yang disebabkan oleh faktor-faktor lain yang berada disekitarnya, maka cara memasang kertas gambar dianjurkan seperti pada Gambar 11-6, yaitu dengan cara menempatkan kertas gambar pada bagian sudut kiri papan gambar.



Gambar 11-6 Cara meletakkan kertas gambar pada papan gambar

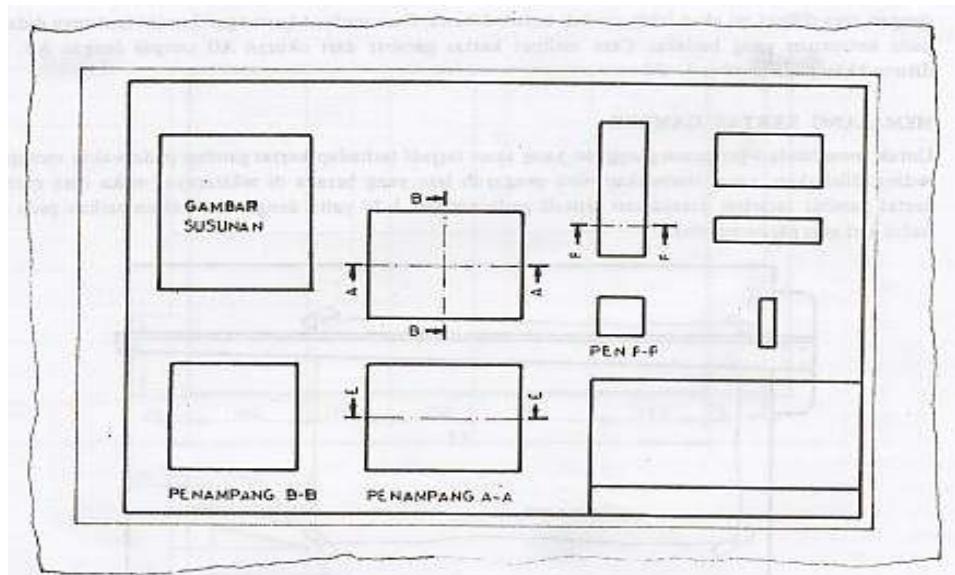
Secara prosedur bagaimana meletakkan kertas gambar di atas papan gambar adalah sebagai berikut:

1. Letakkan kertas gambar pada bagian sisi atas sebelah kiri papan gambar.
2. Pasang mistar gambar diatasnya, geser kertas gambar tersebut sehingga bagian sisi dari kertas gambar tadi relatif hampir lurus atau sejajar dengan bagian atas mistar.
3. Rekatkan ujung-ujung atau sudut-sudut dari kertas gambar pada bagian sebelah kiri atas dan kanan atas dengan perekat. Setelah direkatkan bagian sudut tersebut sekarang menggeser mistar kebawah. Apabila dianggap telah benar-benar rata maka rekatkan kembali ujung atau sudut kertas gambar sebelah kiri bawah dan kanan dengan kertas perekat.
4. Agar ujung kertas gambar merekat sempurna dan tidak tersangkut dan robek selam menggambarmaka kertas perekat direkatkan secara miring pada ujung kertas sehingga ujung kertas gambar tertutup semuanya.

5. Dalam proses perekatan disarankan tidak menggunakan paku payung, karena paku payung akan merusak papan gambar. Selain itu dapat mengganggu dalam proses menggambar yaitu mistar akan tersangkut (terganjal) bila digerak-gerakkan ke atas dan ke bawah.

D. Membagi Ruang Gambar

Membagi ruang gambar merupakan usaha agar kertas gambar yang telah ditentukan ukurannya dan akan digunakan menjadi optimal pemanfaatanya sehingga tidak ada ruang kosong. Mempertimbangkan bagaimana menempatkan gambar-gambar tersebut adalah hal yang penting, karena diharapkan jangan sampai gambar-gambar proyeksi yang satu terlalu berdekatan dengan yang lain. Salah satu cara menata dan menempatkan serta membagi ruang gambar adalah seperti ditunjukkan oleh Gambar 11-7. Bagian sudut kiri sebelah atas ruang gambar harus selalu digunakan untuk ditempati gambar susunan. Selanjutnya pada bagian yang lain untuk ditempati gambar-gambar proyeksi dari setiap bagian yang ada pada gambar susunan tadi secara berurutan sesuai nomor yang tertera.



Gambar 11-7 Penataan dan pembagian ruang gambar

BAB XII. GAMBAR TEKNIK DALAM PERANCANGAN PRODUK

Proses perancangan dan pembuatan perkakas, alat-alat dan barang-barang fungsional sesungguhnya telah ada sejak jaman dulu yaitu sejak awal peradaban manusia. Hal tersebut dibuat terutama untuk alat-alat pertahanan hidup, seperti: senjata, perlindungan, pakaian dan pertanian. Peralatan-peralatan tersebut berkembang penampilannya dan maju sesuai berjalannya waktu dengan ditemukannya api, roda dan baja. Sesuai perkembangan masyarakat, mereka melakukan sesuatu sesuai dengan kebutuhan dan peralatan-peralatan yang disesuaikan untuk menuhi kebutuhannya. Lebih jauh bahwa mereka mengembangkan kelompoknya dari sekedar masyarakat lokal menjadi regional, namun secara terus menerus mentransformasi kegiatan ekonomi lokalnya kedalam ekonomi regional.

Sejak permulaan revolusi industri pada kira-kira 300 tahun yang lalu, langkah pengembangan dan perbaikan alat dan perlengkapan mengalami peningkatan secara dramatis. Selama periode waktu ini terlihat banyak sekali perusahaan tumbuh dari sesuatu yang lokal menjadi sesuatu yang global, dan tampak pula bahwa dalam industri nasional terdapat trasnsisi ekonomi dari ekonomi nasional menjadi ekonomi bebas.

Transformasi terutama dari masyarakat lokal menjadi sesuatu yang harus bersaing secara global sangat mempengaruhi pada proses realisasi produk (hasil). Hal tersebut merupakan sesuatu keadaan yang harus berkompetesi dalam hal biaya, kualitas, unjuk kerja dan waktu pemasaran pada lingkungan dunia luas. Hal ini membutuhkan orang-orang dan perusahaan untuk menkaji ulang bagaimana mereka mengkreasikan tentang produk dan pelayanan, dan bagaimana pula produk-produk dan pelayanan tersebut dapat dibawa dan memenuhi pasar. Selama 30 tahun terakhir telah diyakini bahwa cara untuk melakukan ini adalah melalui pendekatan terintegrasi dalam merealisasikan produk. Pendekatan yang dilakukan adalah melalui: pengaturan struktur organisasi yang tepat; memasukkan banyak unsur dan anggota dalam proses; memberikan perhatian yang lebih besar pada pelanggan, kualitas, biaya dan waktu pemasaran; melakukan realisasi proses secara serentak; memerlukan organisasi yang kreatif dan inovative.

Sejak adanya revolusi industri di seluruh Eropa pada sekitar pertengahan tahun 1800 an terjadi perubahan sekala besar terhadap kehidupan pedesaan dan perkotaan,. Terjadi perubahan secara besar-besaran dalam hal: cara kerja, pertumbuhan ekonomi konsumen, peran wanita dalam masyarakat dan dalam anggota keluarga. Pada saat tersebut sebagian besar produk yang dianggap mewah adalah produk-produk yang digunakan oleh konsumen kelas atas atau disebut sebagai *carriage trade*. Perkembangan mesin-mesin dan teknologi baru secara otomatis membawa pula produk-produk dan pelayanan baru secara massal. Selanjutnya pada tahun 1900 an dengan semakin beragamnya kebutuhan dan model yang harus dipenuhi maka keadaan tersebut harus diikuti pula oleh perkembang teknologi dalam proses produksi. Dengan demikian alat-alat dan mesin-mesin harus dibuat untuk memproduksi secara massal dan otomatis.

A. Prinsip Dasar Desain (Rancangan)

Didalam rancangan yang rinci terdapat suatu sarat yang harus dipenuhi yaitu pengetahuan prinsip dasar desain dua dimensi, karena hal ini merupakan komponen penting untuk menyelesaikan masalah visual. Prinsip dasar dalam perancangan secara prinsip tidak jauh berbeda dengan menggambar teknik, karena didalamnya terdapat pula elemen-elemen desain seperti garis, bentuk, warna dan tekstur. Komponen-komponen tersebut menjadikan panduan yang membentuk komunikasi visual dan kemampuan untuk berkreasi dalam proses perancangan.

Perancangan dua dimensi harus diawali dengan pemahaman mengenai tata letak, yaitu susunan elemen desain yang memiliki tujuan untuk membentuk komunikasi visual. Tujuan utama dari tata letak adalah untuk menciptakan organisasi visual yang memuaskan, merangsang, menggugah pikiran dan nyaman bagi mata. Tata letak secara prinsip harus mengikuti kerangka kerja untuk yang telah disediakan oleh sistem tata letak, sedangkan yang lain diatur dan disesuaikan melalui analisis terhadap elemen-elemen rancangan dan mengetahui bagaimana fungsi dari setiap elemen dalam masing-masing posisinya. Langkah pertama mencapai tujuan tersebut adalah harus memahami prinsip rancangan, bagaimana keterkaitan dan hubungan antara satu elemen dengan elemen yang dalam mempengaruhi rancangan, dan bagaimana suatu rancangan dapat mempengaruhi komunikasi visual secara keseluruhan.

Terdapat beberapa konsep yang berbeda mengenai prinsip dasar rancangan. Konsep tersebut dapat menjadi spesifik apabila dikaitkan

dengan ilmu khusus atau dapat menjadi umum apabila mengacu pada suatu garis besar komposisional. Menurut Klimchuck dan Krasovec (2008), terdapat beberapa definisi yang perlu dipahami untuk dapat memberikan makna kenapa misalnya rancangan suatu kemasan lebih efektif dibanding yang lain. Beberapa definisi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. **Keseimbangan:** adalah konvergensi elemen-elemen atau bagian-bagian untuk menciptakan suatu rancangan yang tampil secara menyeluruh. Kemampuan visual dapat diciptakan secara simetris atau asimetris
- b. **Kontras:** dilakukan saat elemen-elemen ditempatkan sedemikian rupa sehingga menekankan perbedaan. Kontras dapat berupa bobot, ukuran, skala, warna, nilai, atau dinamika positif dan negatif suatu ruang.
- c. **Intensitas:** adalah keseimbangan antar elemen yang berseberangan. Suatu tata letak yang menggunakan prinsip intensitas dapat menstimulasi atau merangsang ketertarikan visual dengan memberikan penekanan lebih pada salah satu elemen.
- d. **Positif dan negatif:** merupakan keadaan yang mengacu pada hubungan yang berlawanan antar elemen-elemen dalam suatu komposisi. Bagian positif diwakili oleh obyek atau elemen sedangkan bagian negatif diwakili oleh ruangan atau lingkungan dimana elemen itu berada.
- e. **Nilai:** merupakan keadaan yang diciptakan oleh terang atau gelapnya warna. Penerapan prinsip nilai ini merupakan cara yang bermanfaat dalam mengontrol perhatian pengamat melalui kontras terang dan gelap.
- f. **Bobot:** adalah keadaan yang mengacu pada ukuran, bentuk, dan warna visual dalam kaitannya dengan elemen-elemen lain.
- g. **Posisi:** adalah penempatan elemen-elemen dalam kaitannya antara satu elemen dengan elemen lainnya dalam format visual. Posisi menciptakan titik fokus dan berfungsi mengarahkan mata pengamat.

- h. **Urutan (alignment):** adalah penyusunan elemen-elemen visual dalam kelompok yang logis sehingga memberikan kenyamanan bagi persepsi manusia dan secara visual mendukung alur informasi.
- i. **Hirarki:** diciptakan melalui pengorganisasian elemen-elemen visual dalam tahapan-tahapan atau tingkatan-tingkatan urutan sesuai kepentingannya. Tingkat dominasi yang diberikan ke elemen dapat dikomunikasikan secara visual melalui ukuran, bobot, nilai, posisi, urutan dan skalanya.
- j. **Tekstur:** merupakan paduan komposisi dua dimensi yang dapat mengkomunikasikan tekstur melalui pemanfaatan gaya desain. Tekstur dapat memberikan suatu kedalaman komposisi atau dapat mensimulasikan kualitas fisik seperti: halus, kasar atau berbutir.

B. Detail Rancangan

Dalam merancang sebuah produk atau proyek penting bagi seorang perancang untuk mengemukakan apa yang ada dalam pikirannya diungkapkan secara lengkap (detail) sehingga apa yang digambarkan dapat dimengerti oleh orang lain baik yang sifatnya sebagai pembaca atau orang yang akan membuat rancangan tersebut menjadi sebuah prototipe. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Dibutuhkan sebuah rancangan fungsional. Perancang hendaknya fokus untuk memantapkan dan menentukan arsitektur (gambaran) produknya untuk menentukan tata letak hubungan atau keterkaitan dan interaksi antara komponen.
2. Seorang perancang harus mampu menentukan faktor X (design for X) yang mempertimbangkan apakah produk tersebut bertahan lama, kokoh, mudah membuatnya, merangkainya dan merawatnya.
3. Dokumentasi rancangan perlu dibuat dalam setiap tahapan rincian rancangan, termasuk gambar teknik pemesanan bahan lebih jauh adalah komunikasi dengan departemen lain.

Menurut Faridz dan Asfan (2005), dalam proses merancang alat terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu: a) rancangan struktural yaitu, bagaimana sebuah alat dibagi kedalam beberapa komponen utama, b) rancangan fungsional adalah setiap komponen tersebut diatur dan dirancang agar berfungsi sesuai dengan keinginan untuk apa alat tersebut dibuat, c) selanjutnya baru dibuat alat sesuai dengan fungsi dan tujuan dari masing-masing komponen kemudian dirakit, d) lebih jauh agar diketahui apakah alat tersebut sesuai dengan fungsinya dilakukan pengujian.

C. Arsitekstur produk

Arsitektur produk menurut Ulrich dan Eppinger (2001), adalah penugasan elemen-elemen fungsional dari produk terhadap kesatuan bangunan fisik (physical building blocks) suatu produk. Tujuan arsitekstur produk adalah menguraikan komponen fisik dasar dari produk, yaitu: apa yang harus dilakukan komponen tersebut dan seperti apakah penghubung/pembatas (interface) yang digunakan untuk peralatan lainnya. Arsitekstur produk memberikan kesempatan terhadap tim, individua; dan atau pemasok untuk dapat mengerjakan detail rancangan dan menguji komponen-komponennya sehingga pengembangan bagian-bagian yang berbeda dari produk dapat dilakukan secara serempak (bersama-sama)

Memiliki beberapa fungsi yaitu: a) Didalam tahapan rancangan detail, suatu produk harus dapat mengemukakan beberapa elemen fisik, dari pada persyaratan fungsionalnya, b) Beberapa elemen fisik ditetapkan dalam fase rancangan konsep, selain itu adalah untuk menegaskan selama fase rancangan detail. Element fisik produk diatur atau diorganisasi kedalam beberapa potongan atau modul. Arsitektur produk adalah menentukan bagaimana elemen fisik diatur kedalam modul dan bagaimana modul berinteraksi.

D. Arsitektur secara modular dan arsitektur secara utuh

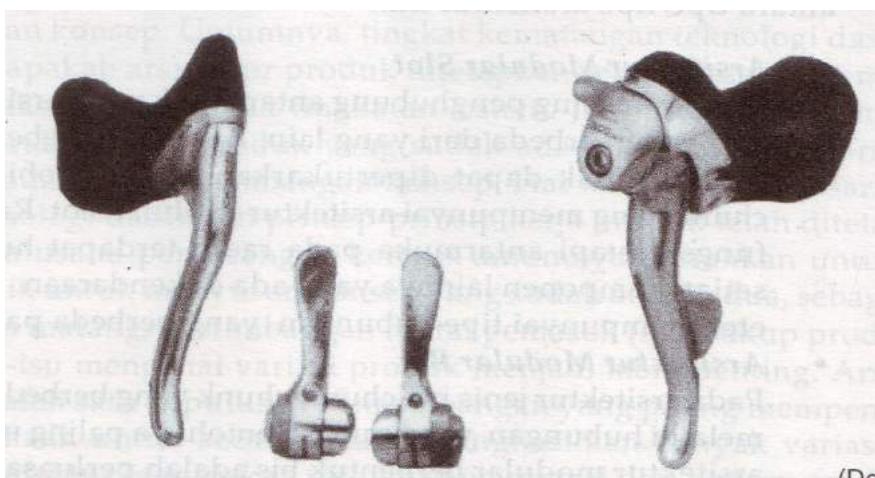
Arsitekstur secara modular memiliki dua sifat utama: pertama, modul hanya mengimplementasikan satu atau beberapa fungsi dan kedua, adalah interaksi antar modul dapat dijelaskan dengan baik umumnya penting untuk menjelaskan fungsi-fungsi utama produk. Arsitektur modul yang utama adalah satu dalam setiap fungsi yang diimplementasikan secara tepat oleh modul fisik (<http://designer.mech.yzu.edu.tw>)

Arsitektur utuh (integral) sebagai kebalikan dari arsitektur modul adalah memanfaatkan beberapa fungsi untuk diimplementasikan dalam

satu potongan (chunk) fisik, atau sebuah fungsi untuk diimplementasikan menggunakan beberapa potongan (chunk). Namun Interaksi diantara chunk umumnya belum ditetapkan secara baik. Didalam arsitektur secara utuh unjuk kerja atau penampilan produk tertentu dapat dioptimasi dan jumlah bagian-bagiannya dapat di kurangi.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001), karakter arsitektur produk yang terpenting adalah modularitas. Sebagai contoh adalah pada Gambar 110. Dua rancangan yang berbeda untuk rem dan kopling sepeda. Rancangan modular ditunjukkan di sebelah kiri adalah tradisional, fungsi pengontrol kopling dan rem dialokasikan pada chunk yang berbeda, yaitu diletakkan di lokasi berbeda pada sepeda. Sedangkan rancangan sebelah kanan, fungsi pengotrolan kopling dan rem dialokasikan pada chunk yang sama. Rancangan ini merupakan arsitektur integral, umumnya dilakukan untuk kepentingan aerodinamis dan ergonomis.

Arsitektur yang paling modular yaitu setiap elemen fungsionalnya diimplementasikan oleh satu chunk, dan interaksi antar chunk yang terdapat di dalamnya dapat dijelaskan dengan baik. Arsitektur modular mempermudah perubahan rancangan suatu chunk tanpa merubah chunk lainnya untuk dapat berfungsi secara baik. Chunk dapat dirancang secara bebas satu dengan lainnya. Sedangkan arsitektur integral memiliki ciri-ciri sebagai berikut: a) elemen-elemen fungsional dari produk diimplementasikan dengan menggunakan lebih dari satu chunk, b) satu chunk mengimplementasikan beberapa elemen fungsional dan c) interaksi antar chunk sukar dijelaskan dan dapat bersifat insidental (sulit diprediksi sebelumnya) terhadap fungsi utama produk. Produk yang dirancang dengan arsitektur integral umumnya dirancang dengan kinerja yang sangat tinggi.



**Gambar 12- 1 Dua model rancangan pengontrolan rem dan kopling
(Produk sebelah kiri adalah arsitektur modular dan sebelah kanan adalah arsitektur integral)**

Modularitas merupakan karakteristik yang relatif dari arsitektur produk. Jarang sekali suatu produk benar-benar memiliki arsitektur modular atau integral. Oleh karena itu sering diungkapkan (dikatakan) bahwa suatu produk menampilkan lebih banyak atau lebih sedikit modularitas daripada produk lain. Contohnya pada produk rem dan kopling (Gambar 12-1).

E. Jenis-jenis Modularitas

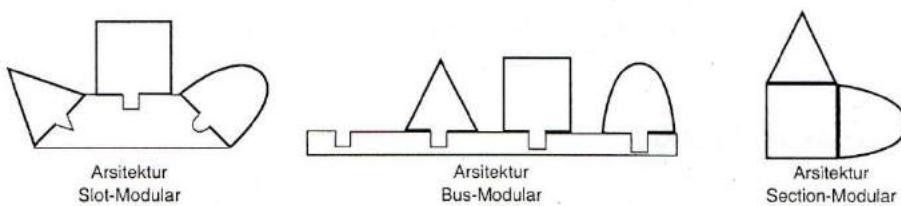
Arsitektur modular terdiri dari tiga jenis yaitu: *slot*, *bus* dan *seksional* (Ulrich, 1995). Setiap jenis memetakan satu persatu elemen fungsional ke chunk, dan terdapat antar muka (interface) yang terdefinisi dengan baik. Perbedaan utama diantara ketiga jenis ini terletak pada cara pengaturan interaksi antarchunk. Gambar 12-2. memperlihatkan ilustrasi perbedaan konseptual antara ketiga arsitektur tersebut.

1. **Arsitektur Modular *Slot***, memperlihatkan bahwa masing-masing penghubung antar chunk memiliki jenis yang berbeda dari yang lain. Oleh karena itu beberapa chunk yang terdapat pada produk tidak dapat saling tukar. Radio mobil merupakan salah satu contoh chunk yang memiliki arsitektur modular slot. Radio mengimplementasikan satu fungsi, tetapi antarmuka radio terdapat hubungan yang berbeda dengan setiap komponen lainnya yang ada di kendaraan. Contohnya

adalah radio dan speedometer memiliki tipe hubungan yang berbeda pada panel instrumen.

2. **Arsitektur modular bus**, pada arsitektur jenis ini memiliki ciri chunk-chunk yang berbeda dapat dihubungkan ke produk melalui hubungan yang sama. Contohnya adalah perluasan card untuk personal computer (PC). Produk-produk non elektronik yang dapat menjadi contoh jenis arsitektur modular bus adalah: lampu jalan, sistem penyusunan yang memanfaatkan rel dan rak-rak yang dapat disesuaikan yang berada di atas mobil.

Arsitektur modular Seksional, memiliki karakteristik semua penghubung memiliki jenis yang sama, tetapi tidak ada satu elemen tunggal sehingga semua chunk-chunk berbeda dapat dipasang sekaligus. Rakitan dibuat dengan menghubungkan chunk yang satu dengan lainnya melalui penghubung yang serupa. Contoh jenis ini adalah sistem perpipaan, sofa melingkar, dinding pemisah kantor dan sistem komputer.



Gambar 12-2 Jenis-jenis arsitektur modular

Arsitektur modular slot merupakan jenis arsitektur modular yang paling umum, karena dapat dipakai untuk sebagian besar produk. Setiap chunk membutuhkan penghubung yang berbeda untuk mengakomodasi interaksi khusus antara chunk dengan bagian produk lainnya. Arsitektur modular bus dan seksional berguna terutama untuk produk yang mempunyai kondisi banyak variasi. Namun chunk-chunk yang terdapat di dalam produk harus dapat berinteraksi dengan cara yang sama dengan bagian produk lainnya.. Situasi seperti ini dapat muncul saat semua chunk menggunakan jenis sumber energi, hubungan aliran (fluid connection), pelengkap struktural atau pertukaran sinyal yang sama.

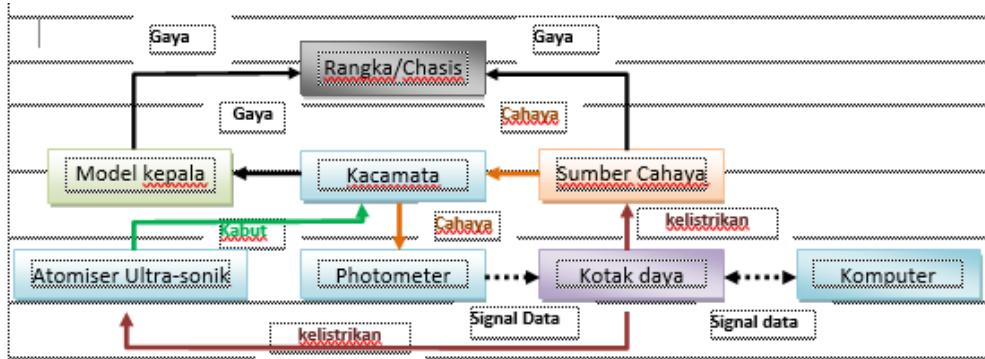
F. Prosedur penetapan arsitektur Produk

Sebagai contoh prosedur penetapan arsitektur produk adalah kacamata keselamatan untuk kabut. Beberapa urutan kejadian dari pengujian kacamata keselamatan kabut adalah:

1. Kacamata diletakkan diatas model berbentuk kepala
2. Sumber cahaya dikenakan pada kacamata tersebut
3. Photometer digunakan untuk mengukur luminositas cahaya yang melewati kacamata tersebut
4. Sinal pengukuran dikirim ke komputer untuk dihitung berapa persen sinar yang melaluinya
5. Pengabut ultrasonik memberikan kabut dalam suhu kamar dan menyeprtkan kabut ke kacamata
6. Setelah kabut stabil, sumber cahaya menyinari lagi kacamata tersebut
7. Photometer mengukur lagi luminositas cahaya yang melewati kacamata
8. Komputer menghitung perbedaan persentase cahaya yang melewati kacamata sebelum dan setelah pengabutan
9. Seluruh komponen disusun pada rangka tetap. Seluruh prosedur yang terdiri dari: sumber cahaya, pembangkitan kabut, pengukuran luminositas dan sumber tenaga (listrik) dikontrol oleh komputer melalui kotak sumber tenaga (power box).

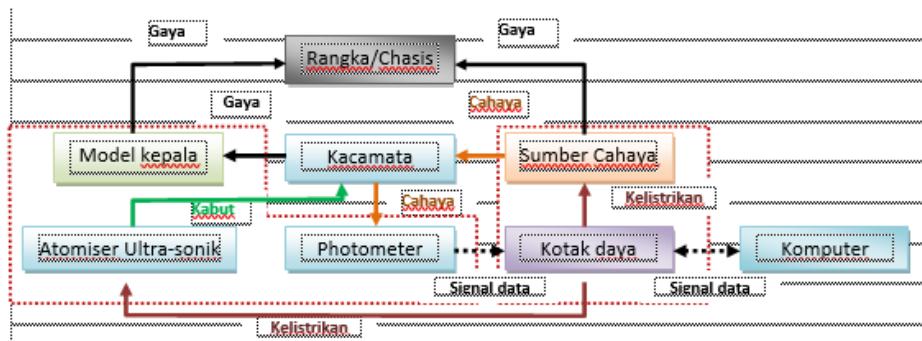
Terdapat beberapa langkah dalam penetapan (pemantapan) arsitektur produk meliputi:

1. **Pembuatan skematik produk**, seperti diungkapkan dalam contoh ini (kaca pengaman) bahwa keseluruhan delapan komponen yang terdiri dari 4 jenis tipe komponen (gaya, energi, bahan dan data) tersebut secara skematik disusun seperti Gambar 12-3 berikut.



Gambar 12-3 Interaksi antara berbagai komponen: gaya, energi, bahan dan data (signal) untuk sebuah produk

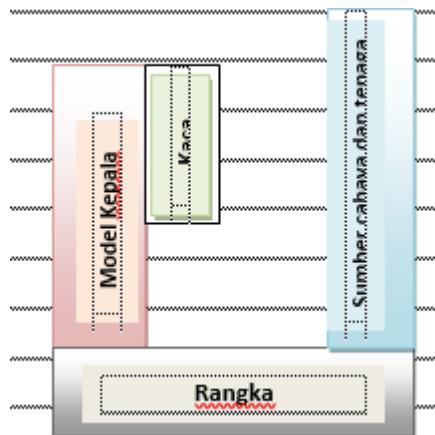
2. **Pemisahan elemen-elemen skematik**, merupakan pemisahan (pengklusteran) elemen berdasarkan komponen fisiknya kedalam modul-modul. Terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan yaitu:
- Antarmukanya (interface) mudah dibawa
 - Terintegrasi secara geometris dan presisi
 - Fungsinya dapat bekerja sama
 - Komponennya standar
 - Produk dapat berubah dalam bervariasi



Gambar 12-4 Pengklusteran komponen fisik kedalam modul-modul

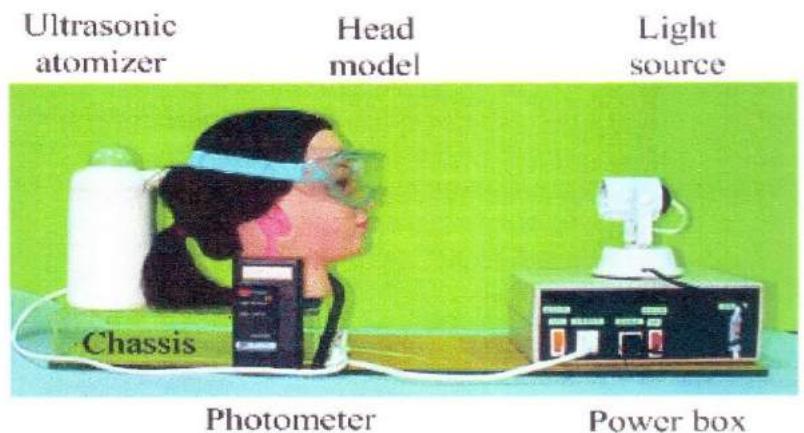
3. **Membuat tataletak geometrik secara kasar**, tata letak geometrik dapat dibuat dalam dua atau tiga dimensi, dengan menggambar atau membuat model. Perancang harus secara menyeluruh membuat

alternatif tata letaknya dan memilih satu yang terbaik. Gambar 114 berikut memperlihatkan contoh tata letak



Gambar 12-5 Tata letak geometrik secara kasar

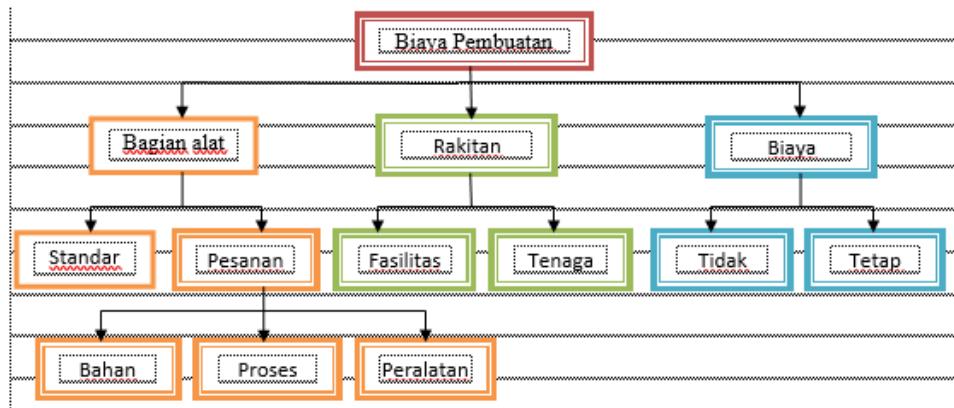
4. Mengenali hubungan fungsional dan incidental, dalam hal perlu dipahami dahulu bahwa interaksi dasar adalah interaksi antara komponen-komponen yang telah dirancang. Sedangkan interaksi incidental, sesuatu yang muncul disebabkan oleh implementasi fisik tertentu dari penmgaturan geometrik dari komponen, seperti: panas, getaran mekanis dan gelombang elektromagnit. Dalam contoh ini interaksi incidental adalah cahaya yang diproyeksikan kedalam kaca akan meningkatkan suhu, yang akan melindungi pembangkitan kabut. Gambar 115 berikut mengilustrasikan interaksi fungsional dan incidental.



Gambar 12-6 Interaksi fungsional dan incidental antar komponen yang dirancang

G. Rancangan untuk Membuat (Design for Manufacturing/DFM)

Tujuan dari DFM adalah untuk mengurangi biaya tanpa mengorbankan kualitas produk. Elemen-elemen dari biaya pembuatan adalah seperti Gambar 116 berikut.



Gambar 12-7 Elemen-elemen biaya pembuatan produk

H. Rancangan untuk Perakitan

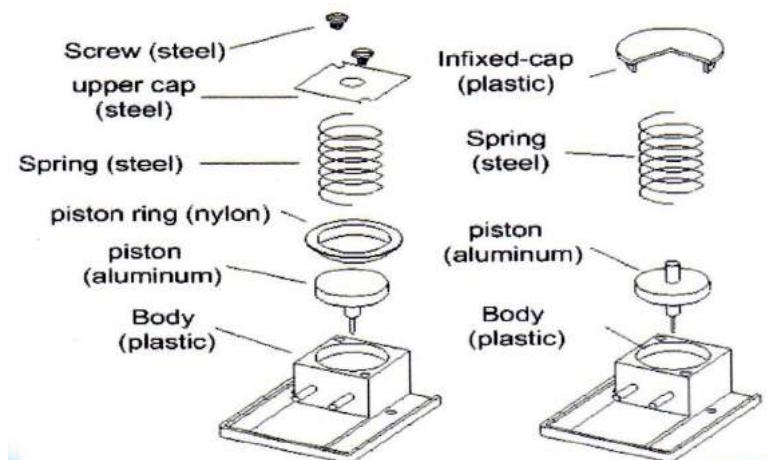
Bagaimana meningkatkan perakitan yang efisien berdasarkan rancangan yang tepat. Menurut Boothroyd and Dewhurst (1989) efisiensi perakitan dinyatakan dalam rumus berikut:

$$\text{Efisiensi perakitan} = \frac{\text{(jumlah bagian minimum)} \times (3 \text{ detik})}{\text{Waktu perakitan total yang dibutuhkan}}$$

Hanya bagian yang memenuhi satu dari tiga kondisi berikut yang secara teori dipisahkan:

1. Apakah suatu bagian perlu dipindah relatif terhadap bagian yang tetap dari perakitan ?
2. Haruskah suatu bagian yang dibuat dari bahan berbeda dari perakitan untuk alasan fisik semata ?
3. Apakah suatu bagian harus dipisah dari perakitan untuk memudahkan perakitan, penggantian atau perbaikan ?

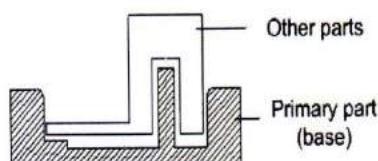
Jadi apabila suatu bagian tidak memenuhi satu dari kriteria diatas maka perlu untuk mengintegrasikan dengan satu atau lebih bagian yang lain. Gambar 12-8 berikut ini memberikan ilustrasi bagaimana pengintegrasian bagian-bagian dilakukan. Dalam contoh ini ditunjukkan jumlah minimum bagian dapat dikurangi dari tujuh menjadi empat.



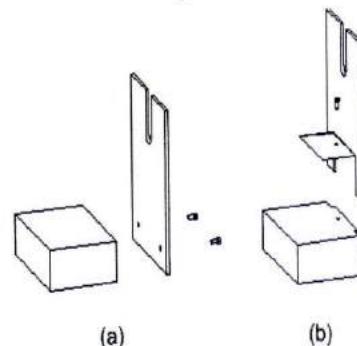
Gambar 12-8 Pengintegrasian bagian dari suatu alat

Telah dikemukakan bahwa dalam suatu desain perakitan agar memperoleh hasil yang memusakan maka perlu dipertimbang rancangan setiap bagiannya selain untuk memperoleh efisiensi perakitan yang tinggi, maka perlu dipertimbangkan pula adalah faktor-faktor: kekuatan, toleransi, kesimetrian, kemudahan dan otomasi. Gambaran dari faktor-faktor tersebut ditunjukkan oleh Gambar 118 – 120.

✓ Design a base for assembly

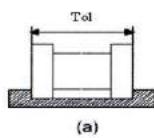


✓ Z-axis assembly

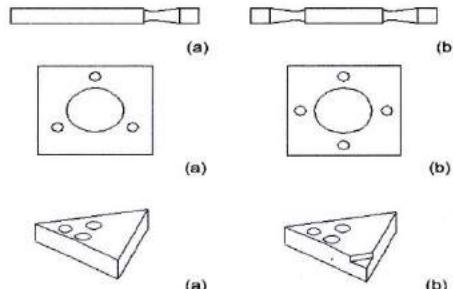


Gambar 12-9 Rancangan yang mempertimbangkan rancangan dasar dan Sumbu – Z

✓ Consider tolerance

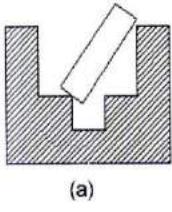


✓ Consider symmetry

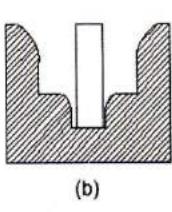


Gambar 12-10 Rancangan yang mempertimbangkan toleransi dan kesimetrisan

✓ Consider ease of assembly



(a)



(b)

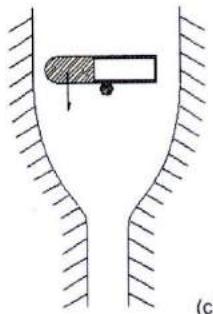
✓ Consider automated assembly



(a)



(b)



(c)

Gambar 12-11 Rancangan yang mempertimbangkan kemudahan dan otomasi perakitan

DAFTAR PUSTAKA

- Childs, P. R. N., 2004. Mechanical Design. Second Edition. Elsevier. Amsterdam
- Giesecke, F. E., A. Mitchell, H. C. Spencer, I. L. Hill, J. T. Dygdon, J. E. Novak. 2001. Gambar Teknik (terjemahan). Jilid 1 dan 2. Edisi XI. Penerbit Erlangga, Surabaya
- _____. 2001. Gambar Teknik (terjemahan). Jilid 2. Edisi XI. Penerbit Erlangga, Surabaya
- Goodhand, M.N., Walton, K., Blunt, L., Lung, H.W., Miller, R.J., Marsden, R., 2016. The Limitations of Using “ R_a ” to Describe Surface Roughness. J. Turbomach. 138, 101003. doi:10.1115/1.4032280
- La Heij J dan L. A. De Bruijn. 1979 Ilmu Menggambar Bangunan Mesin. Edisi II. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.
- Luzadder, W. J. 2000. Menggambar Teknik Mesin untuk Desain, Pengembangan Produk dan Kontrol Numerik (Terjemahan). Edisi VIII. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Marbun, M. 1993. Menggambar Teknik Mesin untuk SMK Teknologi, Mahasiswa dan Teknisi. Edisi II. Penerbit M2S, Bandung.
- Sato , G. T. dan H. N. Sugiarto. 2000. Menggambar Mesin Menurut Standar ISO (Terjemahan). Edisi IX. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.



UTM Press
UNIVERSITAS TRINING JOYO MADURA

9 786026 378934

