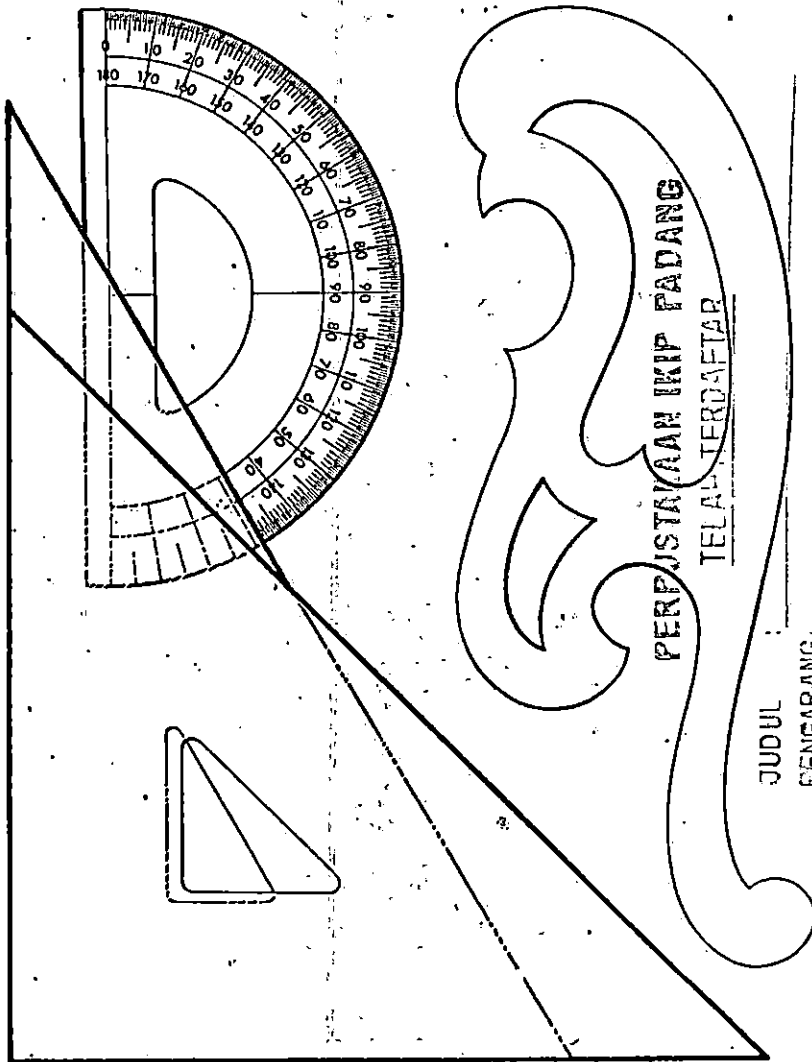


150 /HD/86

PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
KOLEKSI BIDANG ILMU
TEKNIK
NO. 1000 - 10000

DASAR DASAR MENGGAMBAR TEKNIK MESIN 1



PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
TELAK TERDAFTAR

JUDUL
PENGARANG
JENIS
No DAFTAR
ANGGAL

DEKOR

oleh:
DRS. SAID SUGARDI

Dicetak pada UPT Pusat Media Pendidikan
FPTK IKIP Padang
1986

MILIK UPT. PERPUSTAKAAN
- IKIP - PADANG

DAFTAR ISI

BAB I.	PENDAHULUAN	1
	A. Bahasa Gambar	2
	B. Gambar Sebagai Alat Komunikasi	2
	C. Gambar Teknik	3
	D. Normalisasi	4
BAB II.	ALAT ALAT GAMBAR DAN PENGGUNAANNYA	5
	A. Meja Gambar	5
	B. Pensil Gambar	8
	C. Jangka	10
	D. Alat Alat yang Lain	12
	E. Cara Penggunaan Alat-alat Gambar	15
BAB III.	STANDARISASI STANDARISASI GAMBAR TEKNIK	17
	A. Standarisasi Kertas Gambar	17
	B. Standarisasi Huruf Dan Angka	18
	C. Blok Nama / Etiket	22
	D. Standar Garis-garis Gambar Teknik	26
BAB IV.	KONSTRUKSI GEOMETRI	28
	A. Melukis Garis-garis Tegak Lurus	28
	B. Melukis Garis-garis Lurus yang Sejajar...	30
	C. Melukis Garis-garis Paralel	31
	D. Membagi garis menjadi sama panjang	32
	E. Membagi dan memindahkan sudut-sudut	33
	F. Melukis sudut-sudut istimewa	35
	G. Melukis garis singgung pada lingkaran ...	38
	H. Melukis macam-macam segi tiga	48
	I. Melukis macam-macam segi empat	53
	J. Melukis macam-macam segi lima beraturan..	55
	K. Persegi enam (segi enam beraturan).....	57
	L. Segi banyak beraturan	60
	M. Segi dua belas beraturan	65
	N. Macam-macam garis lengkung (elips).....	66
	O. Parabola	76
	P. Hiperbola	80

R. Melukis lengkungan bentuk spiral archimedes.	80
S. Melukis lengkungan bentuk evolvente	81
T. Melukis lengkungan bentuk Cycloida	82
U. Melukis lengkungan bentuk Epicycloida dan Hipocycloida	83

BAB V. TEKNIK PENGUKURAN	85
A. Aturan aturan dasar pemberian ukuran	86
B. Macam-macam teknik penunjukkan ukuran sistem ISO	89
C. Macam-macam susunan ukuran	111

D A F T A R P U S T A K A	128
---------------------------------	-----

MILIK PERPUSTAKAAN KED. PADANG	
DITERIMA TEL	12-1-1986
SUMBER/HARGA	Harik
KOLEKSI	K1
NO. INVENTARIS	150/HA/86-d ¹ (2)
NO. ASIFIKASI	604.2 Sug d ¹

f

KATA PENGANTAR

Buku Menggambar Teknik Mesin Sistim ISO I ini disusun berdasarkan standart ISO yang telah di tetapkan oleh pendidikan teknologi di Indonesia yang di sponsori oleh PMS ITB.

Materi yang di bahas dalam buku ini belum mencakup semua materi yang telah di tetapkan oleh standart ISO, karena dalam buku ini hanya dibahas masalah, instrumen/alat-alat-gambar, standarisasi-standarisasi gambar teknik, konstruksi geometri dan teknik pengukuran. Untuk membahas materi selanjutnya akan di terbitkan buku dasar-dasar menggambar teknik mesin sistim ISO II.

Kami telah mencoba membuat susunan buku yang bersahaja ini sedemikian rupa, sehingga mudah di cerna oleh para pemula. Sedangkan mereka yang telah menggunakan sistim lama, akan menemui perubahan-perubahan pada beberapa bagian dari buku ini.

Buku ini disusun berdasarkan literatur-literatur mengenai menggambar teknik sistim ISO serta pengalaman penulis di dalam membina mata kuliah menggambar teknik mesin pada FPTK IKIP padang.

Kami menyadari bahwa tentu masih ada beberapa hal yang harus di tambah maupun dilengkapi. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun dari para ahli dan pembaca betul-betul kami harapkan demi penyempurnaan buku ini.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada Bapak Drs. Syamsul Arifin, Dekan FPTK - IKIP Padang yang telah memberikan kesempatan serta dorongan dalam menulis buku ini sampai selesai.

Selain dari pada itu ucapan terimakasih disampaikan kepada Bapak Drs. H. Mazni St. Tumanggung, dosen senior menggambar teknik mesin pada FPTK IKIP Padang, yang telah banyak membimbing serta memberikan petunjuk-petunjuk didalam mengajar menggambar teknik mesin. Begitu pula rekan-rekan dosen menggambar teknik mesin sbagai parner diskusi juga kami ucapkan banyak-banyak terima kasih.

Penulis.

BAB I. PENDAHULUAN

A. Bahasa Gambar.

Dengan adanya penemuan-penemuan baru, seperti mesin mesin baru, mesin-mesin otomatis yang modern dan penemuan penemuan dalam bidang teknik lainnya, adalah ditimbulkan-oleh karena kebutuhan manusia. Juga ditemukannya sistim-organisasi, administrasi yang praktis, ekonomis dan efisien, adalah karena kebutuhan seorang usahawan, untuk lebih mudah dan efisien dalam pelaksanaan pengelolaan perusahaannya. Sehingga dari sinilah terbukti akan adanya pepatah lama yang mengatakan "kebutuhan adalah ibu dari penemuan-penemuan".

Semua penemuan-penemuan itu, sebelumnya tercipta - dalam pikiran-pikiran orang-orang ahli, atau para penemu-penemu tersebut, dan tentu saja mereka adalah para ahli - dalam bidangnya masing-masing. Konsep-konsep asli yang - masih ada dalam pikiran mereka itu, biasanya dituliskan - dan digambarkan secara sket diatas kertas, untuk ditunjuk - an dan dikonsultasikan dengan orang lain dan dengan teman - temannya. Atau dipikirkan dan disempurnakan sendiri. Sket sket atau gambar-gambar yang dibuat ini masih sederhana - dan belum sempurna, kemudian mereka membuatnya lebih sempurna dan lebih jelas lagi. Seorang perancang atau konstruk - struktur-konstruktor harus mampu menciptakan ide-idenya - dan dituangkan kedalam gambar sket. Dan mampu pula menghi - tungkan gaya-gaya, tekanan, yang akan diderita atau ditahan oleh alat yang akan dibuat tersebut. Kemudian memberikannya ukuran, berdasarkan perhitungan-perhitungan gaya-gaya tersebut, juga memberikan keterangan-keterangan tentang bahan dari benda yang akan dibuatnya. Seorang perancang juga harus mampu memberikan cara-cara mengerjakannya langkah-langkah kerja atau proses pembuatan alat/barang - tersebut.

B. Gambar Sebagai Alat Komunikasi.

Dalam dunia komunikasi secara oral banyak kesulitan kesulitan yang dihadapi. Hal ini disebabkan karena di dunia ini banyak macam bahasa dan dialek-dialek yang diguna

kan, sehingga orang tidak tau terhadap apa yang dibicarakan oleh orang yang berlainan bahasa. Dan oleh karena itu hal ini pula, maka orang-orang didunia ini dibedakan dan dipisahkan menurut bahasa dan daerah asal.

Orang yang berkomunikasi dengan lesan dengan orang yang berlainan bahasa maka orang tersebut harus menterjemahkannya, terlebih dahulu bahasa orang yang diajak berkomunikasi dengan bahasanya sendiri. Baru setelah itu ia bisa menangkap isi dan maksud serta kehendak dari orang yang berkomunikasi. Orang akan bisa menterjemahkan bahasa orang lain, kalau orang itu telah mempelajari terlebih dahulu bahasa orang yang tersebut. Kesulitan semacam ini sangat dirasakan dalam kalangan teknik, misalnya dalam suatu bengkel, orang memesan sebuah poros yang paling sederhana. Orang tersebut atau pemesan tersebut harus berbicara dengan pembuat, dalam waktu yang sangat lama, agar supaya mendapatkan hasil yang baik. Hal ini bila dikaitkan dengan prinsip tata laksana perbengkelan, sangat tidak efisien. Karena di dalam perusahaan, waktu adalah produk, kehilangan waktu adalah kehilangan produk, berarti pula kehilangan keuntungan.

Kemudian orang-orang teknikberusaha mendapatkan cara berkomunikasi yang lebih universal, yang bisa dimengerti oleh orang-orang industri, bahkan yang dimengerti oleh orang-orang industri di seluruh Dunia. Oleh karena itu orang menggunakan GAMBAR untuk digunakan sebagai alat komunikasi dalam teknik dan industri, dalam pekerjaan mereka.

Perencana meminta untuk mengerjakan sesuatu benda kerja atau barang pada pekerja atau pelaksana, cukup memberikan suatu GAMBAR KERJA. Perencana menuangkan ide-idenya kedalam gambar, dan pelaksana mengerjakan apa yang dikehendaki perencana menurut gambar, jadi perencana menggunakan gambar sebagai alat komunikasi dengan pelaksana.

C. Gambar Teknik.

Ada dua tipe gambar, yaitu gambar seni dan gambar-teknik. Pada gambar gambar seni, pembuat gambar mengekspresikan nilai estetik atau keindahan dan filosofis serta ide-ide abstraknya kedalam gambar lukisan. Pada gambar teknik orang atau pembuat gambar menuangkan ide-ide, atau perencanaan-perencanaan dari suatu benda, atau bangunan yang akan dibuat atau dibangun. Gambar teknik ini telah lama digunakan oleh nenek moyang kita. Hal ini dilihat, pada setiap reruntuhan candi-candi pada bentuk batu-batu dari reruntuhan itu. Batu-batu candi ini mempunyai bentuk-bentuk tertentu dan terencana. Karena kalau disusun kembali akan cocok dan tepat sekali pada tempat-tempatnya. Sehingga bisa diperkirakan bahwa candi-candi itu dibuat berdasarkan gambar-gambar yang cukup sempurna dan teliti.

Perkembangan gambar teknik dimulai dari daratan Eropa, teori Proyeksi benda terhadap bidang imajinasi atau bidang proyeksi, dikemukakan oleh arsitek-arsitek Italia-seperti Albert, Brimelleschi dan lain-lain, pada permulaan abad ke 15. Teori ini dikenal orang sebagai gambar perspektip. Teori tentang proyeksi tegak lurus atau proyeksi ortogonal baru dibuat pada abad ke 19, setelah pengetahuan tentang gambar teknik-tersebar ke seluruh dunia, proyeksi ini disebut proyeksi kwadran I (The first angle projection).

Pada proyeksi kwadran I ini, pandangan atas terletak dibawah pandangan depan, dan pandangan kiri terletak disebelah kanan pandangan depan, atau sebaliknya. Di Amerika - timbulah aliran-aliran pro dan kontra terhadap teori proyeksi ini. Maka timbulah pendapat bahwa, letak pandangan pada proyeksi pada gambar-gambar itu bisa ditempatkan pada yang semestinya atau secara natural, yaitu pandangan kanan diletakkan pada sebelah kanan pandangan depan, pandangan atas diletakkan di atas pandangan depan dan sebaliknya. Maka teori ini disebut proyeksi kwadran III (The third angle projection). Pada waktu itu proyeksi kwadran III merupakan -

standart gambar di Amerika. Sedangkan proyeksi kwadran I tersebut tersebar keseluruh dunia. Kemudian setelah banyak orang pergi ke Amerika untuk belajar maka sistim proyeksi kwadran III ini juga tersebar keseluruh dunia pula, untuk selanjutnya orang menyebut sistim proyeksi kwadran I ini dengan nama proyeksi Erop a dan sistim proyeksi kwadran III dengan nama proyeksi Amerika.

D. Normalisasi.

Gambar sebagai bahasa yang digunakan di seluruh dunia, tidak ubahnya seperti bahasa-bahasa lesan. Maka harus ada atau disusun tata bahasa, strukturnya. Dalam gambar harus dibuat ketentuan-ketentuan dalam penggunaannya. Dan orang yang telah mempelajari ketentuan-ketentuan tersebut tentu bisa menggunakannya, untuk dipakai untuk berkomunikasi dengan orang lain. Maka itu harus dibuat standart tertentu yang seragam, dalam arti seragam bentuk-bentuknya, seragam maksud, maka dibuatlah NORMALISASI. Secara international badan yang menangani tentang normalisasi ini yaitu ISO (International Organization of Standardization). Badan ini mengurus bidang teknik selain untuk listrik dan elektronika, karena untuk bidang elektronika telah ditangani oleh badan yang bernama ICE (International-Electrotechnical Commission).

Indonesia menjadi anggota kedua badan internasional ini yaitu ISO dan ICE yang diwakili oleh YDNI (Yayasan Dana - Normalisasi Indonesia), yang telah ditunjuk oleh Pemerintah dan telah diakui oleh dunia luar secara internasional.

Setiap orang yang membuat gambar harus mengindahkan normalisasi ini, tanpa mengindahkan normalisasi ini, orang lain tidak akan mengerti, apa yang dikehendaki oleh si pembuat gambar.

BAB II
ALAT-ALAT GAMBAR DAN PENGGUNAANNYA

Alat-alat yang biasa digunakan dalam dalam membuat gambar-gambar dalam laboratorium gambar teknik (studio gambar teknik) antara lain adalah:

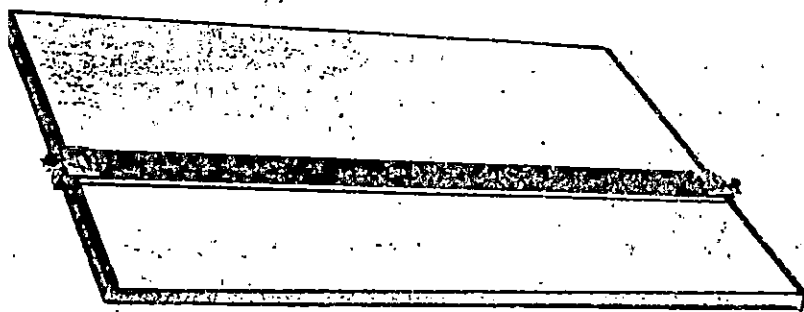
A. Meja Gambar.

Meja gambar dibuat dari kayu yang cocok atau sesuai dengan fungsinya artinya harus bisa halus permukaannya, seratnya halus dan lembut, tidak terlalu keras. Kayu yang cocok untuk membuat meja gambar misalnya kayu yang baik. Macam-macam ukuran meja gambar yang biasa dijumpai:

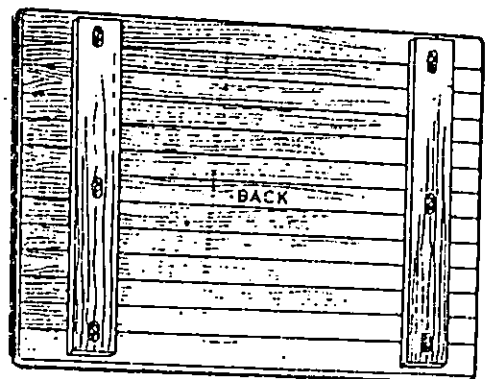
Ukuran	Ukuran meja (dalam mm)
A ₀	950 x 1270
A ₁	650 x 950
A ₂	470 x 650
A ₃	336 x 470

Daun meja gambar II.1, pada sisi-sisi sebelah kiri kanan dan atas, dimana biasanya dipasang mistar T dan ditempelkan plat aluminium atau kayu yang sangat rata dan licin, hal ini dimaksudkan agar mistar T mudah digeser-geser waktu menggambar.

Pada gambar II.2, adalah gambar suatu mesin gambar draughting machine), yang biasa kita jumpai.

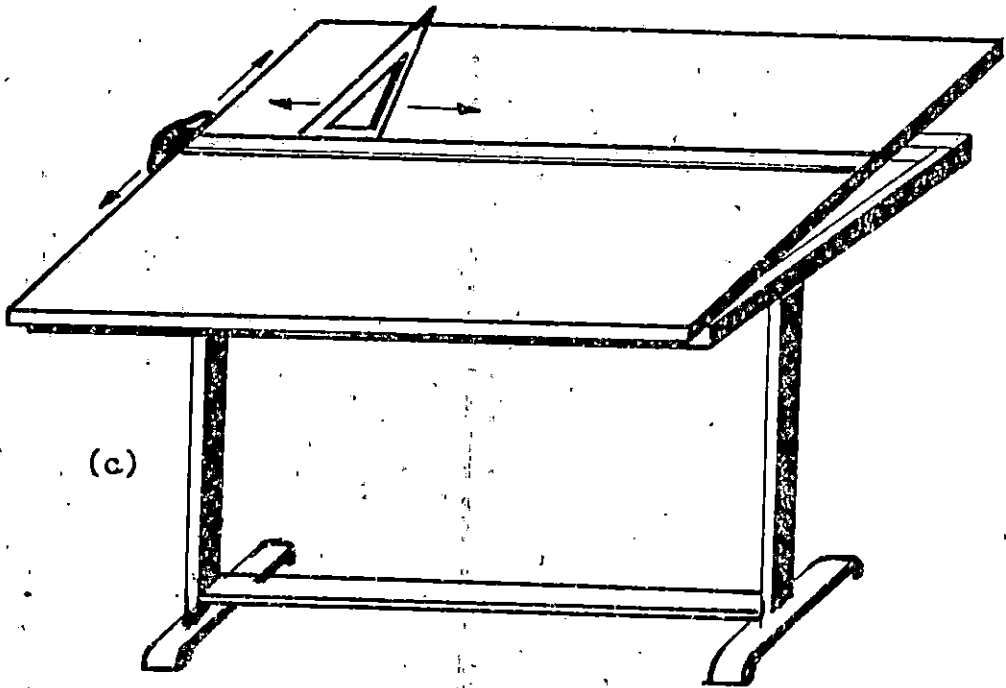


(a)

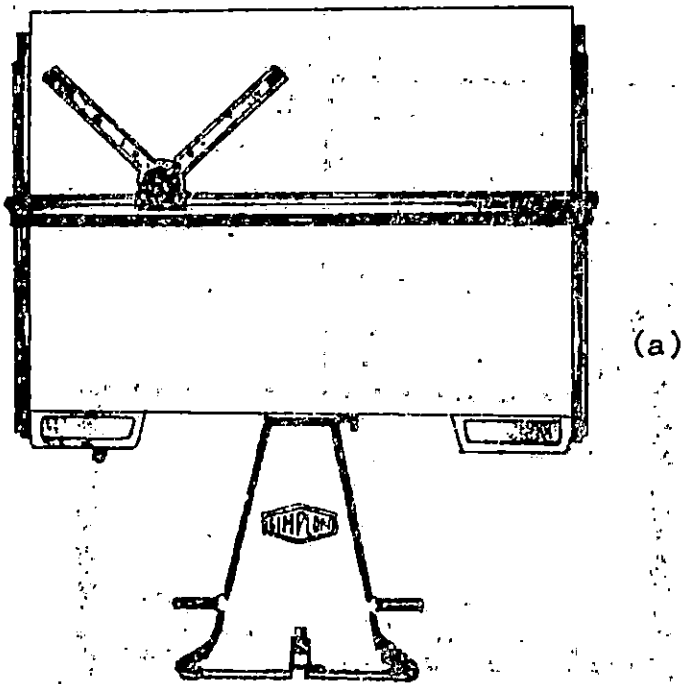


(b)

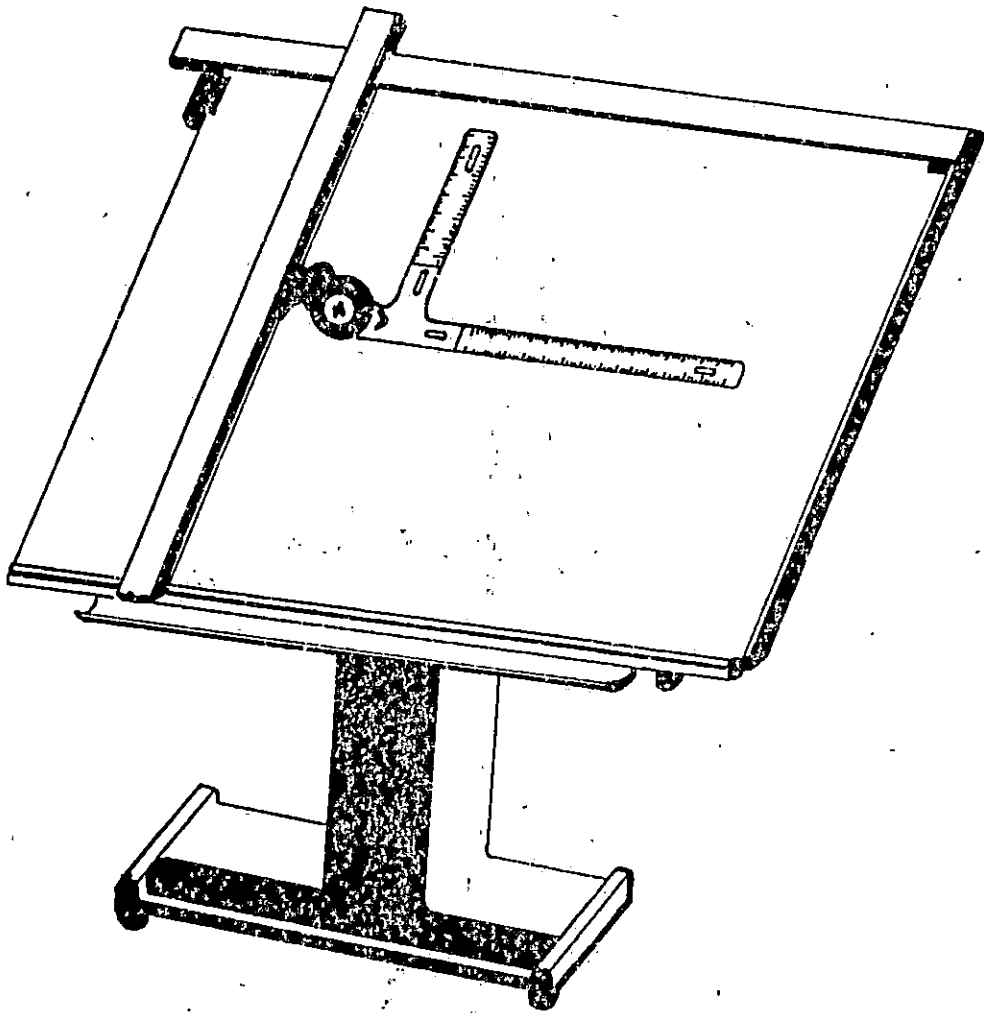
Gambar II.1.a.b: Meja Gambar Portabel.



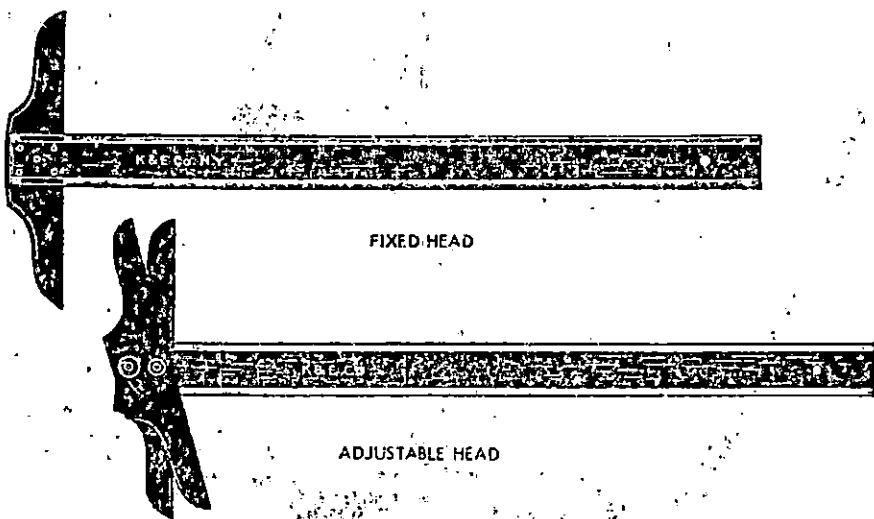
Gambar II.1.c: Meja Gambar Portabel



Gambar II.2.a: Mesin Gambar



Gambar II.2.b: Mesin Gambar



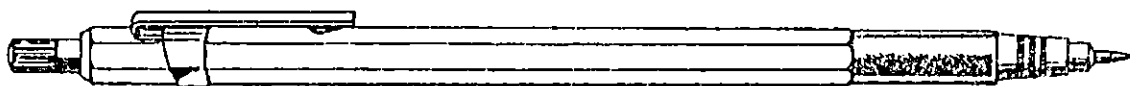
Gambar II.3: Mistar T

MILIK UPE. PERPUS. N.
- IRIP - PADANG -

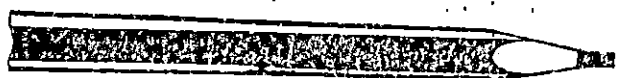
B. Pensil Gambar.

Pensil dipergunakan untuk memulai menggambar maupun untuk menyeket gambar-gambar. Untuk menggambar pensil diperlukan bermacam-macam pensil gambar yang bermutu. Pada akhir-akhir ini potlot (pensil) gambar ada yang dapat diisi kembali (atau pensil mekanis) yang diproduksi oleh perusahaan-perusahaan Rotring maupun Steatler, dan dalam hal ini dipergunakan secara luas dari pada pensil biasa.

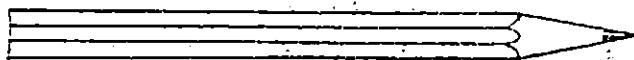
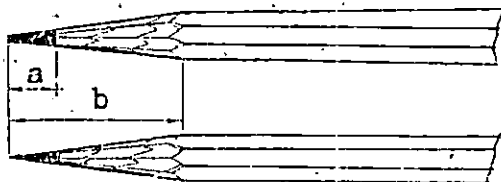
Pensil (potlot) ada yang keras dan ada yang lunak, Apabila memulai menggambar sebaiknya dipilih pensil yang keras, sebab apabila menggunakan pensil yang lunak akan lebih mudah gambar terhapus dan mudah kotor.



Gambar II-4: Pensil Mekanis



(a) Baji



(b) Tirur

$a = 7 \text{ s/d } 10 \text{ mm}$

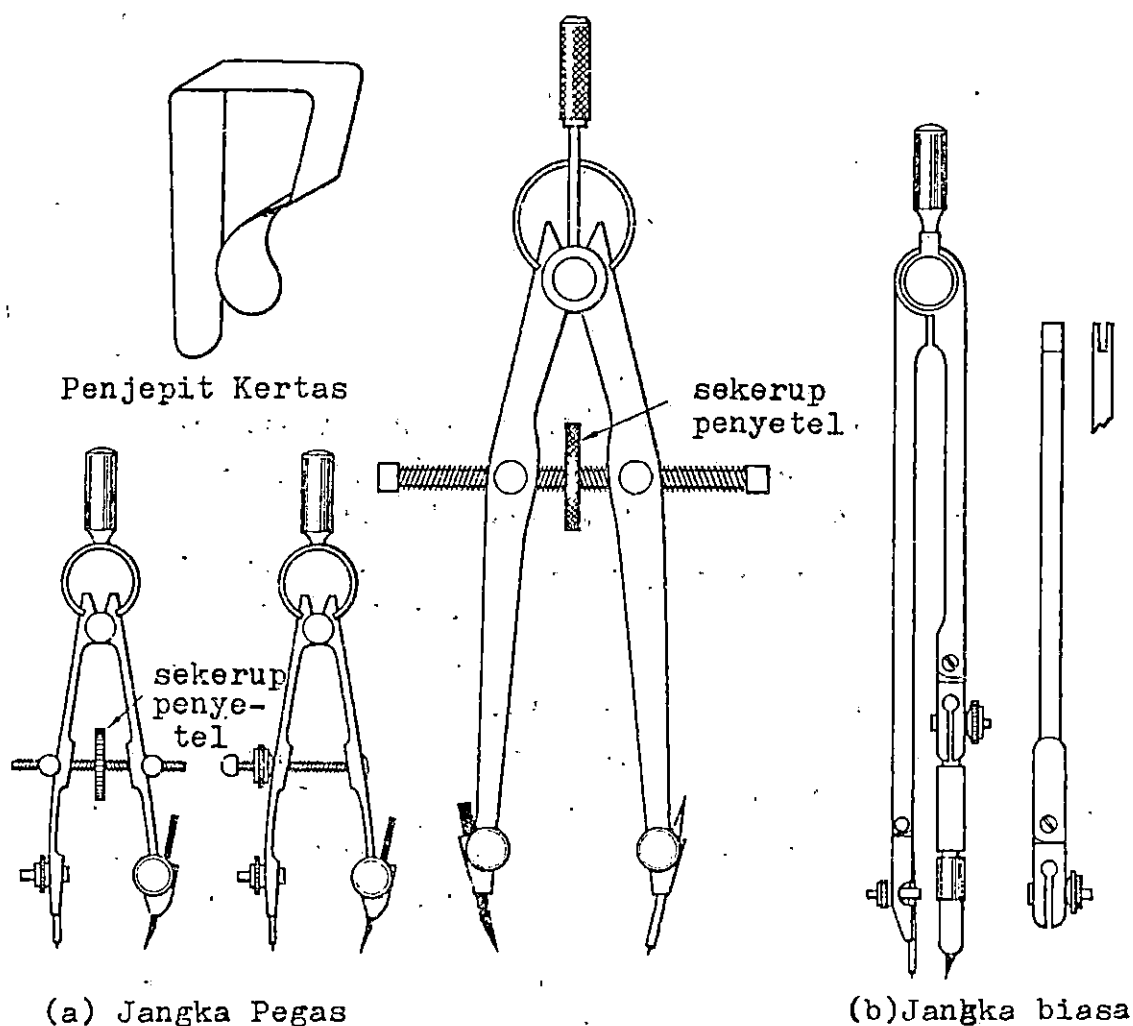
$b = 20 \text{ s/d } 30 \text{ mm}$

Gambar II-5: Bentuk Ujung Pensil
biasa

C. Jangka.

Jangka adalah merupakan suatu alat (instrumen) gambar yang sangat penting didalam menggambar teknik. Biasanya satu set jangka berisi bermacam jangka dan alat-alat-pembantu lainnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar-gambar berikut ini:

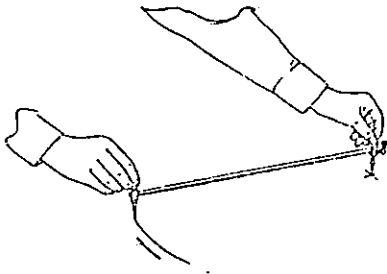
Pada gambar II-6 adalah jangka yang di pergunakan untuk menggambar, tergantung besar kecilnya lingkaran yang akan digambar, jangka besar (a) biasanya untuk menggambar lingkaran dengan diameter sekitar 100 s/d 200mm, jangka menengah (b) biasanya untuk menggambar lingkaran dengan diameter sekitar 20 s/d 100mm



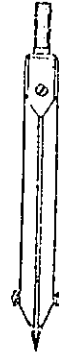
Gambar II-6: Macam-macam Jangka

Pada gambar II-7 adalah jangka batang yang fungsinya untuk membuat lingkaran yang lebih besar lagi setelah menggunakan jangka yang paling besar.

Pada gambar II-8 adalah jangka pembagi yang berfungsi untuk memindahkan ukuran, atau sesuai dengan namanya yaitu untuk membagi suatu garis lurus dalam beberapa bagian yang sama untuk membuat tanda-tanda jarak yang sama.

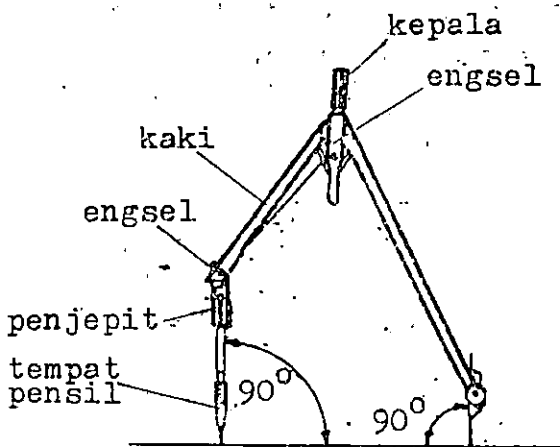


Gambar II-7 :
Jangka Batang.

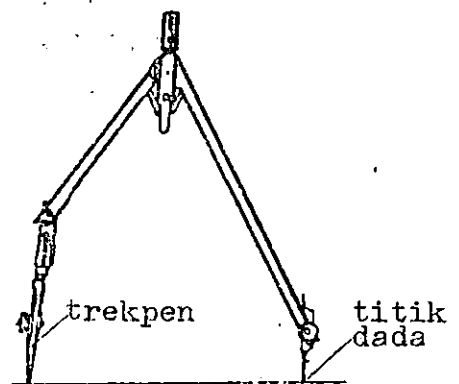


Gambar II-8 :
Jangka Pembagi

Pada gambar II-9 adalah pensil pada jangka dalam posisi 90° , jarum mempunyai dua ujung, ujung yang satu tajam langsing, dan yang lain mempunyai ujung titik tajam halus dengan dada. Pada gambar II-10 adalah kaki dari jangka bagian pensil bisa diganti dengan pen tinta (trekpen), pada waktu digunakan untuk menggambar dengan tinta di kertas.



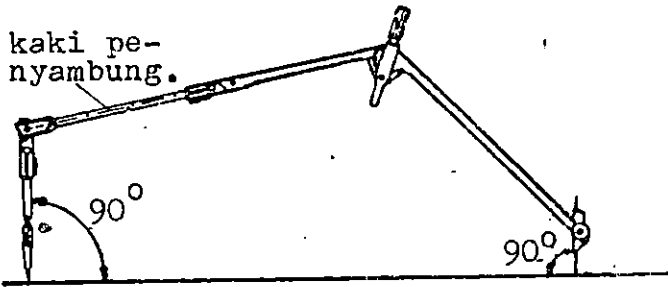
Gambar II-9:
Ujung pensil dalam posisi
 90° .



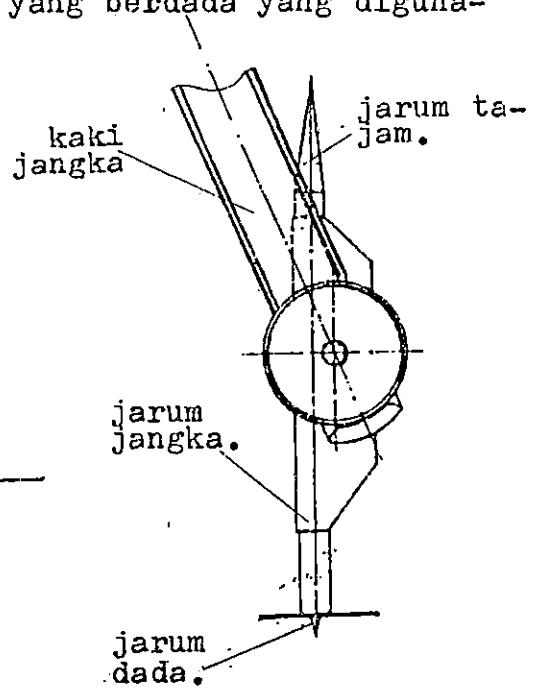
Gambar II-10:
Cara menggunakan trek
pen.

Pada gambar II-11, adalah jangka yang disambung dengan batang penyambung yang dipergunakan untuk membuat lingkaran yang besar.

Pada gambar II-12, adalah apabila kita membuat lingkaran dengan jangka, maka ujung halus yang berdeda yang digunakan.



Gambar II-11:
Penggunaan batang penyambung

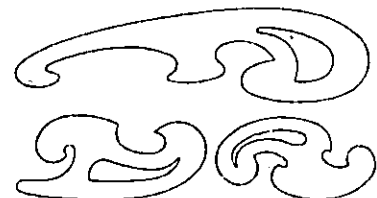


Gambar II-12: Penggunaan jarum halus yang berdeda

D. Alat-alat yang lain.

Pada gambar II-13 adalah sepasang segitiga yang terdiri dari segitiga siku sama kaki, dan sebuah segitiga siku 60, dengan berbagai macam ukuran harus tersedia dalam ruang gambar. Ukuran segitiga ini ditentukan oleh panjang 1, yang berkisar antara 100 sampai 300mm.

Pada gambar II-14 adalah "Mal lengkung" yang berfungsi untuk menggambar garis-garis lengkung yang tidak dapat dibuat dengan jangka, maka dipergunakan mal lengkung ini.



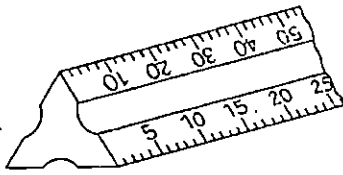
Gb. II-14 Mal Lengkung

Gambar II-5 adalah Mistar skala yang berbentuk segi tiga, mistar skala ini dipergunakan untuk menskalakan-gambar-gambar (diperbesar atau diperkecil).

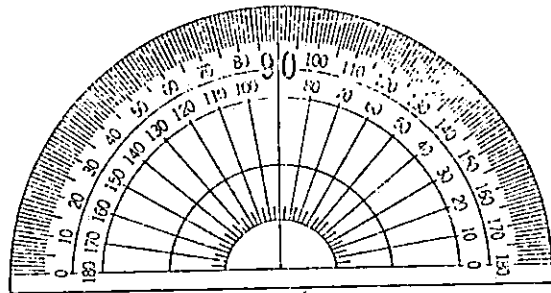
Gambar II-16 adalah "Busur derajat", alat ini untuk mengukur atau membuat sudut dari 0 sampai 180°.

Gambar II-17 adalah alat "Pelindung Penghapus", dengan menggunakan alat pelindung ini diharapkan gambar-gambar yang dihapus bisa bersih dan tepat pada sasaran.

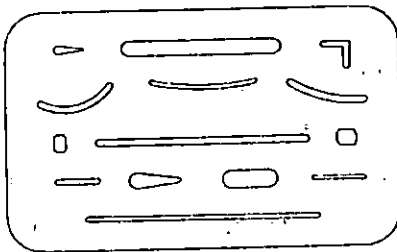
Gambar II-18 adalah alat "Mal bentuk" yang dipergunakan untuk membuat bentuk-bentuk, misalnya lambang-lambang toleransi, mur, baut dan lain-lainnya.



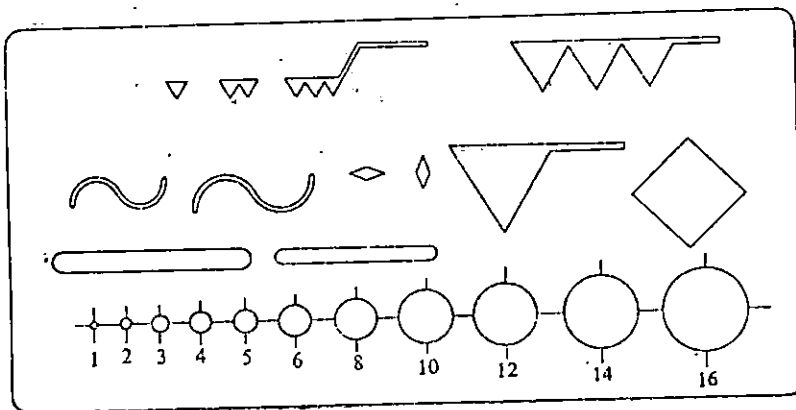
Gb. II-15: Mistar Skala



Gb. II-16: Busur derajat

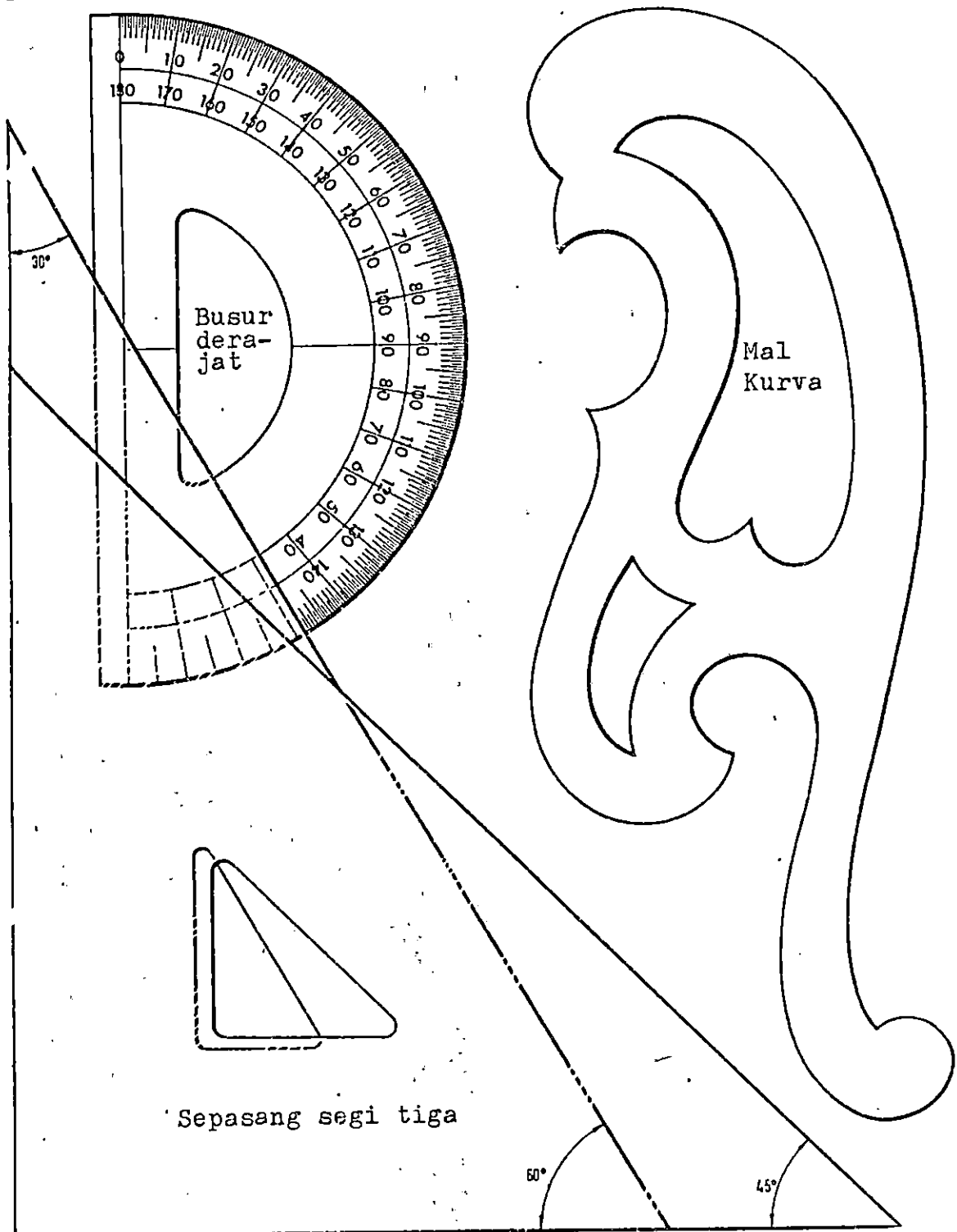


Gb. II-17: Pelindung Penghapus



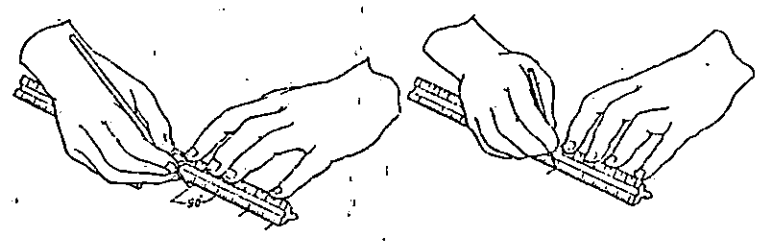
Gambar II-18. Mal Bentuk

Untuk lebih jelasnya dibawah ini diperlihatkan gambar sepasang segi-tiga, mal curva dan busur derajat (lihat gambar II-19)

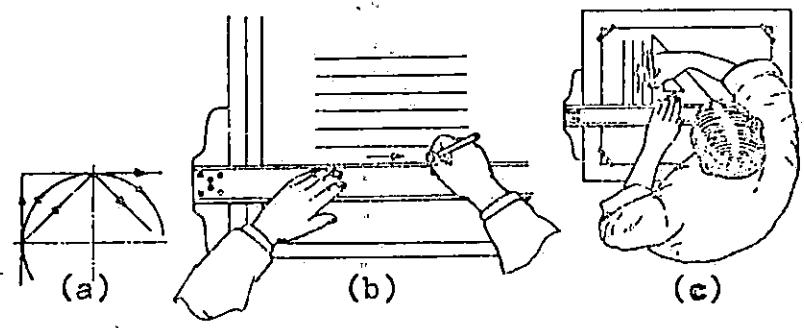


Gambar II-19: Mistar segi-tiga
Mal Kurva dan busur derajat.

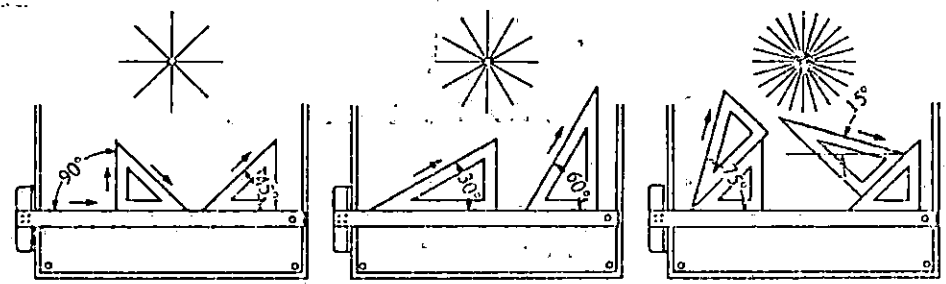
E. Cara Penggunaan Alat-Alat Gambar.



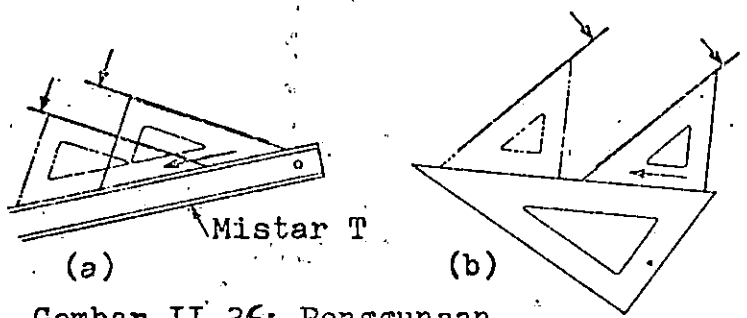
Gambar II-20: Penggunaan Mistar Skala



Gambar II-21: Penggunaan Mistar T



Gambar II-25: Penggunaan segi-tiga



Gambar II-26: Penggunaan segi-tiga

BAB III
STANDARISASI STANDARISASI GAMBAR TEKNIK

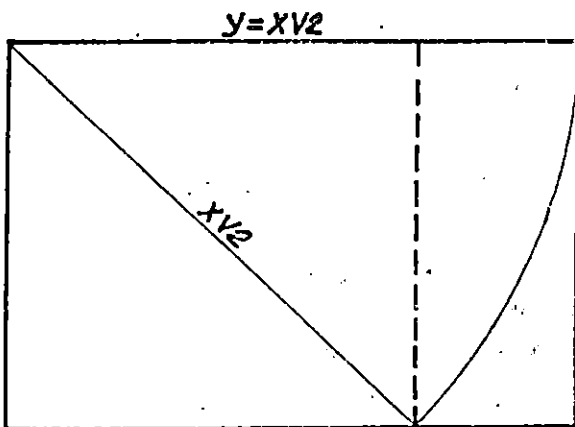
604-2
Fig
d₁

A. Standarisasi Kertas Gambar.

Ada bermacam-macam kualitas kertas gambar, ada yang halus, kasar, tebal dan tipis. Kertas gambar yang akan menyebabkan gambar akan lebih cepat kotor apabila kita tidak berhati-hati didalam menggambar. Oleh karena itu kertas gambar yang baik adalah kertas gambar yang halus, putih dan cukup tebal untuk mendapatkan kertas gambar yang sebaik-baiknya. Untuk kertas gambar biasa pada umumnya dipergunakan untuk menggambar dengan pensil.

Untuk menyelesaikan gambar yang memakai tinta dipakai kertas kalkir, kertas kalkir ini ada yang tipis dan ada pula yang tebal. Di pasaran kertas kalkir biasanya dinyatakan dengan beratnya (miligram).

Ukuran dasar kertas gambar adalah $1M^2$, untuk memperoleh ukuran panjang dan lebar yang serasi, perbandingan panjang dan lebar dari kertas gambar adalah $V2 : 1$.



$$P : L = V2 : 1$$

$$\text{Sedangkan } P \cdot L = 1M^2$$

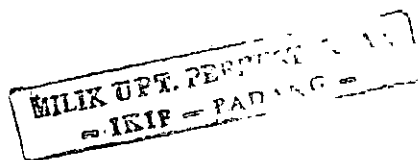
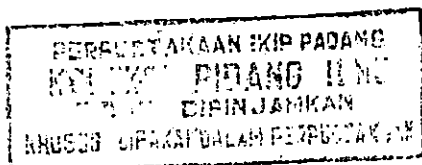
Dengan menyelesaikan persamaan diatas akan diperoleh:

$$L = 0,841M = 841 \text{ MM.}$$

$$P = 1,189 M = 1189 \text{ MM.}$$

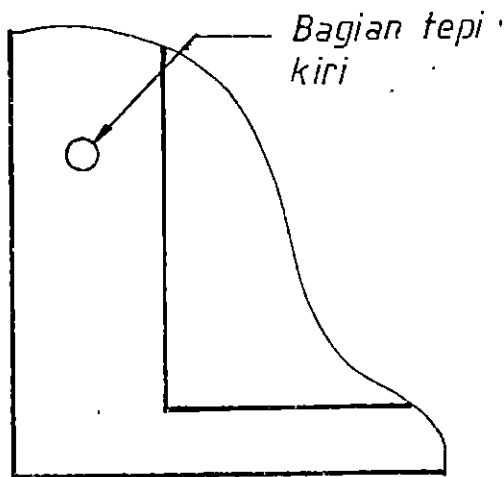
Ukuran panjang dan lebar ini adalah ukuran kertas A_0 . Jadi ukuran kertas A_0 adalah $1189 \times 841 \text{ mm}$.

Dengan membagi kertas A_0 pada arah panjangnya, maka akan diperoleh ukuran kertas gambar A_1 . Dan A_2 akan di dapat - bila A_1 dibagi dua dengan cara yang sama, begitulah seterusnya kita memperoleh ukuran-ukuran A_3 , A_4 dan selanjutnya.



Daftar ukuran kertas gambar (dalam mm):

Ko de	Ukuran kertas		Ukuran garis tepi			
	Panjang	Lebar	Kiri	Kanan	Atas	Bawah
A0	1189	841	20	10	10	10
A1	841	594	20	10	10	10
A2	594	420	20	10	10	10
A3	420	297	20	10	10	10
A4	297	210	20	5	5	5

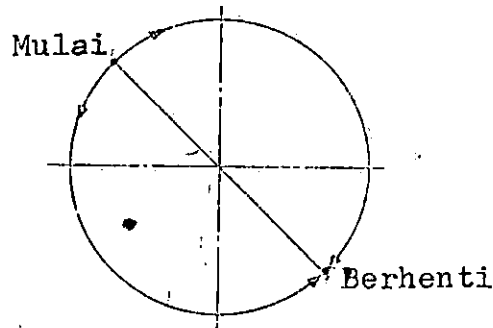


Semua ukuran kertas gambar - pada bagian tepi kiri adalah 20 mm. Maksudnya, agar pada bagian tepi kiri tersebut dapat dilubangi untuk keperluan penyimpanan pada map jepit (snelhechter).

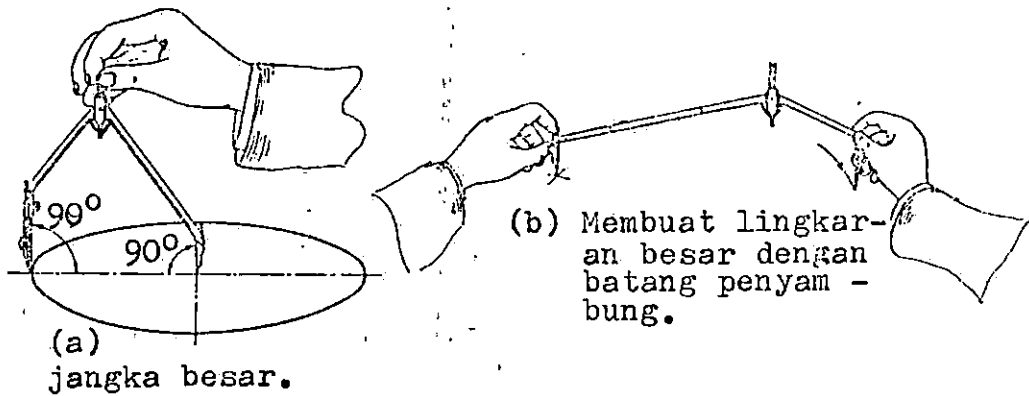
B. STANDARISASI HURUP DAN ANGKA.

Pada gambar teknik mesin, bentuk dari hurup/angka gambar menurut Normalisasi ISO dapat dilihat pada hurup-standart gambar III-1, III-2 dan III-3. Hurup dan angka ini mempunyai kemiringan 15° bila diukur dari garis tegak. Sedang posisi yang tegak lurus dapat dilihat pada standarisasi hurup tegak (lihat gambar III-2 dan III-3).

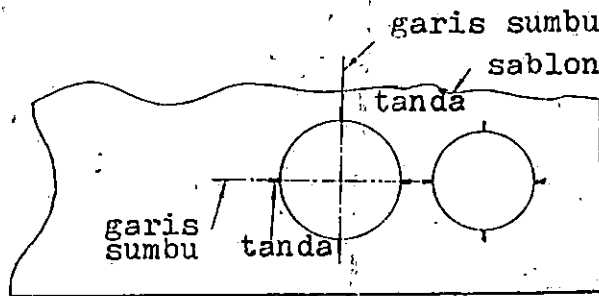
Tinggi hurup besar	3,5	5	7	10	14
Tinggi hurup kecil	2,5	3,5	5	7	10
Jarak antar hurup	0,7	1	1,4	2	2,8
Jarak minimum setiap baris	5	7	10	14	20
Jarak min. setiap suku kata	1,5	2,1	3	4,2	6
Tebal hurup/angka.	0,35	0,5	0,7	1	1,4



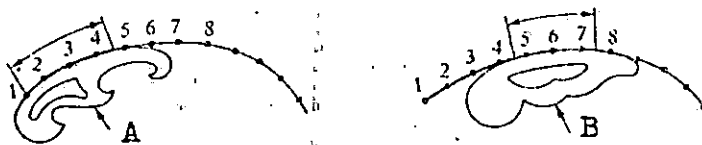
Gambar II-27: Cara membuat lingkaran yang besar



Gambar II-27: Cara menggambar lingkaran



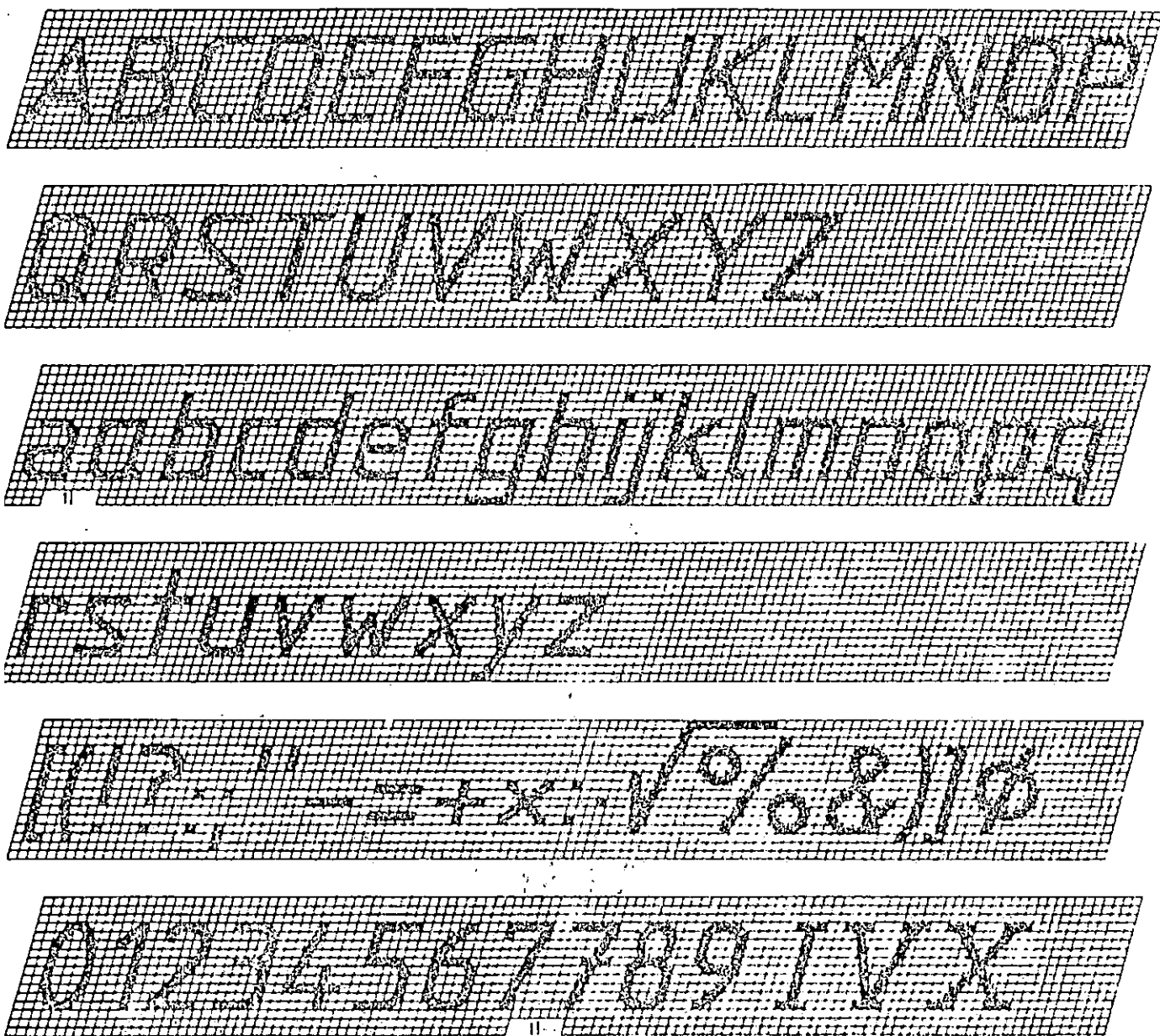
Gambar II-28: Sablon lingkaran Tanda-tanda harus berimpit dengan garis sumbu.



Gambar II-29: Penggunaan Mal Kurva

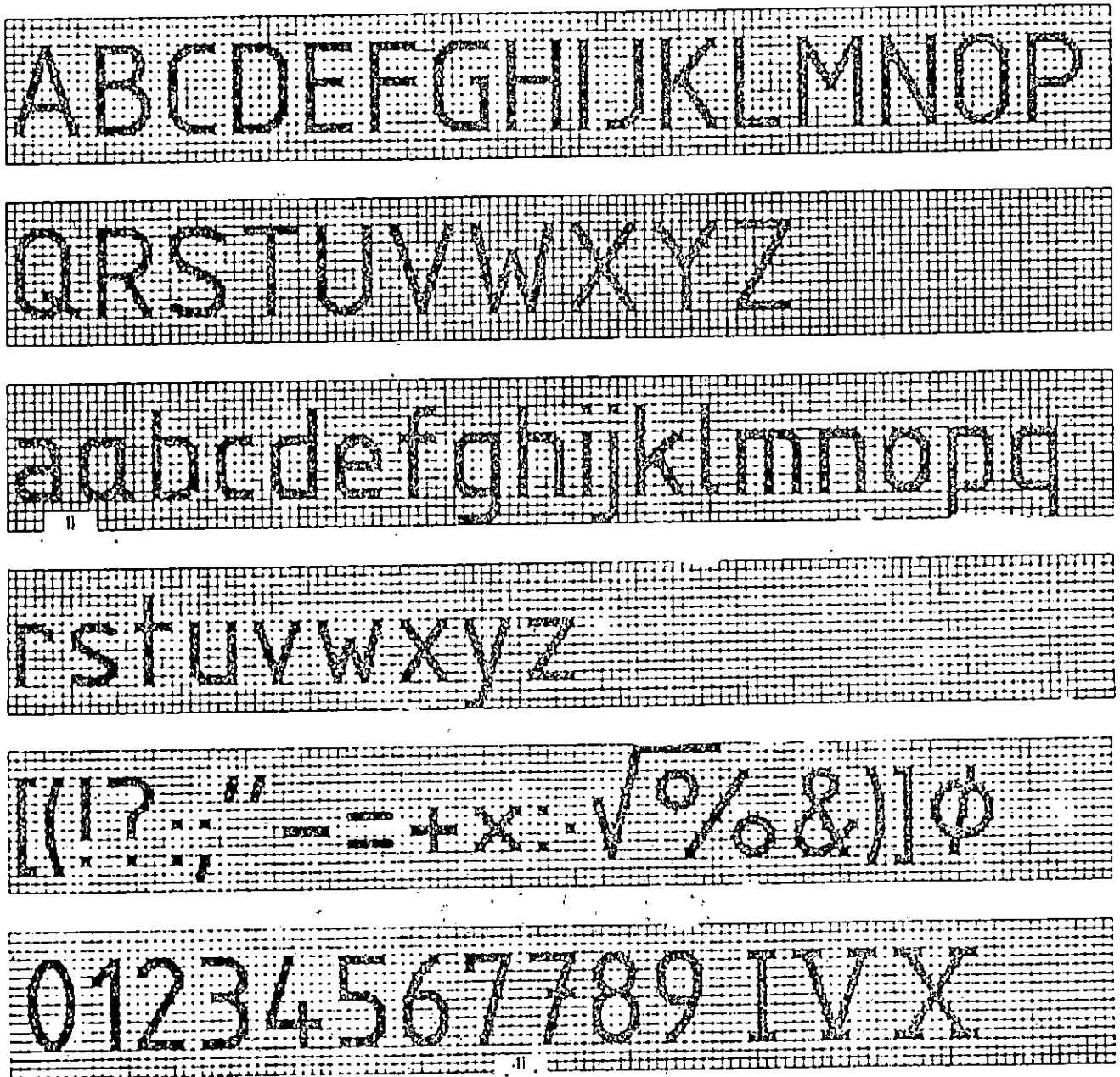
Pada tabel atau standart hurup dibawah ini adalah standart hurup type B miring tebal.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar III-1, dibawah ini.



Gambar III-1: type B miring tebal

Pada gambar III-2 ini adalah standart hurup tegak type B tebal.



Gambar III - 2
STANDART HURUP TEGAK TYPE B

Pada gambar III-3 ini adalah standart hurup tegak type A



Gambar III-3
Standart Hurup Tegak Type A

Untuk mempermahir membuat hurup-hurup standart ISO ini, diharapkan didalam membuat hurup dan angka dengan tangan bebas, jangan pakai alat bantu lainnya misalnya mistar maupun sblon, walaupun sudah banyak sablon-sablon standart di pasaran-pasaran. Apabila menggunakan sablon sebaiknya untuk tujuan-tujuan yang khusus. Selain itu sebelum kita membuat hurup dan angka, diperhatikan terlebih dahulu standart hurup berapa yang akan dipergunakan.

- 3) Nomor gambar / No.Bp . 7 mm s/d 9 mm.
- 4) Skala gambar 3 mm s/d 4 mm.
- 5) Digambar 3 mm s/d 4 mm.
- 6) Diperiksa/dilihat/disetujui/visa dan tulisan-tulisan - nama-nama bagian dan lain-lain adalah menggunakan standard hurup 3 mm s/d 4 mm. Dst.

Gambar III-5 adalah gambar etiket yang lebih sempurna dibandingkan dengan etiket pada gambar III-4, sebab pada etiket gambar III-5 ini telah dilengkapi oleh bahan apa yang dipergunakan dan jumlah detailnya.

Bahan: Besi tuang		Jumlah: 90			
RODA — GIGI		Skala: 1:4	Digambar	24-12-85	lro
			Diperiksa		
			Visa		
			Dilihat		
FPTK IKIP PADANG		07-84312092-M3			

Gambar III-5
Etiket tunggal pada gambar kerja

Gambar III-6 Etiket gambar yang telah menggunakan toleransi serta tanda pekerjaan.

Toleransi: ±0.2	Tanda Pekerjaan: NB/ [NB/] ▽ [▽]	Jumlah: 15	Bahan: Besi tuang			
POROS — BERTINGKAT			Skala: 1:1	Digambar	3-6-1985	Indah
				Diperiksa		
				Visa		
				Dilihat		
FPTK IKIP PADANG			01-8431292-M1			

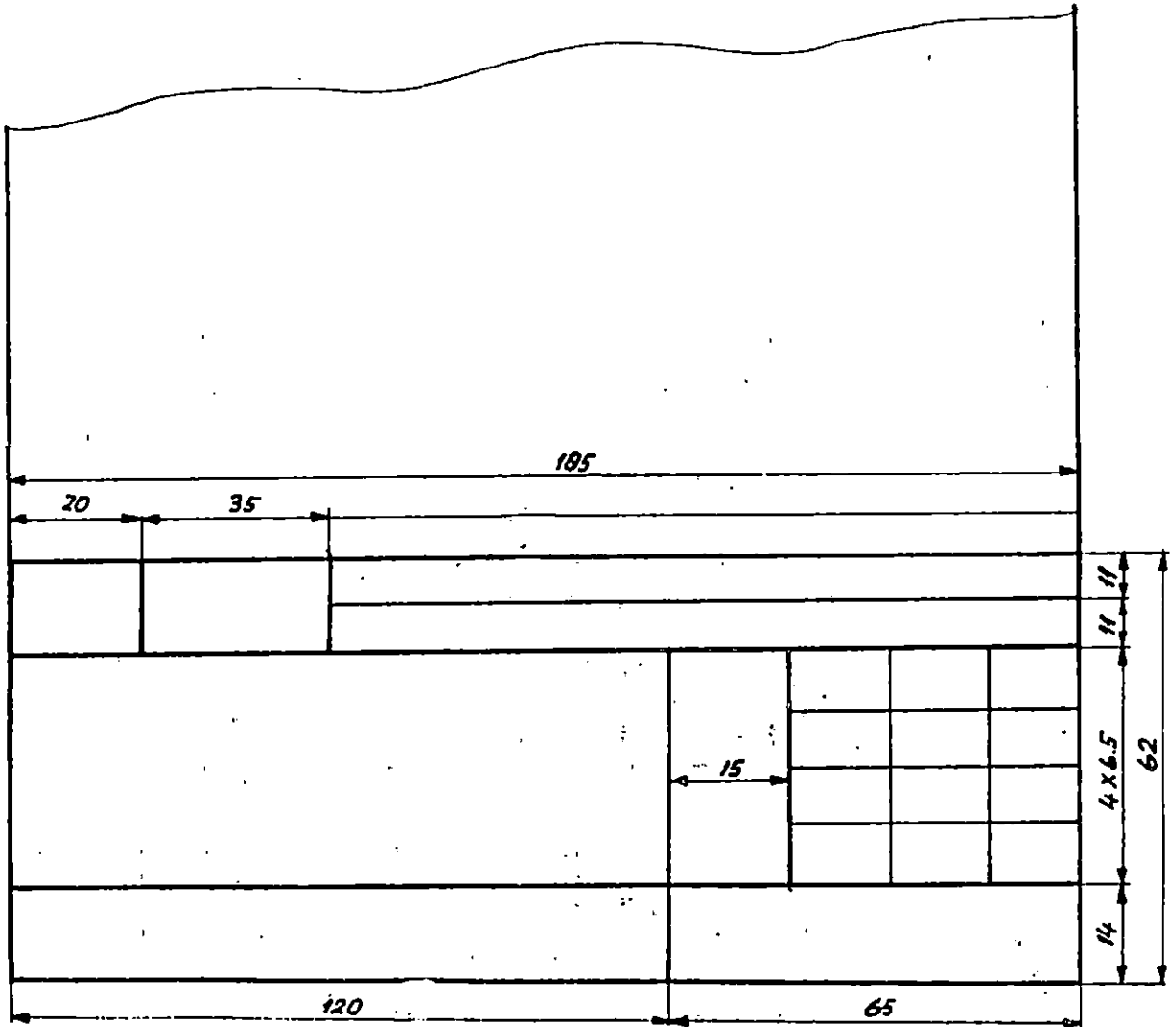
Gambar III-6 Etiket gambar dengan toleransi dan tanda pekerjaan.

Pada gambar III-7 adalah gambar etiket yang dipergunakan untuk etiket gambar assembling atau gambar-gambar susunan. Pada etiket ini lebih sempurna dibandingkan dengan etiket etiket sebelumnya. Misalnya kita akan membuat gambar assembling atau gambar susunan suatu RAGUM MESIN maka etiketnya sebaiknya seperti pada gambar III-7. Apabila kita menggambar pada satu kertas gambar contoh A1-A2 dll, kita letakan pada sudut kanan bawah, tapi kalau gambarnya kita potong-potong menjadi A4 atau A3 dan dibukukan, etiket ini diletakan pada lembaran paling depan, lalu baru gambar susunan dan seterusnya gambar-gambar detailnya.

1	Poros utama	9	St. 60	$\phi 20 \times 325$		
1	Penahan	8	St. 42	$\phi 36 \times 10$		
1	Tabung ulir	7	St. 60	$\phi 26 \times 85$		
1	Tutup olie	6	St. 37	$\phi 40 \times 22$		
1	Roda penstabil putaran	5	St. 37	$\phi 180 \times 40$		
1	Tutup body	4	Bdt. 42	$172 \times 110 \times 22$		
1	Body	3	Bt. 18	$232 \times 220 \times 120$		
1	Tiang	2	St. 60	$\phi 35 \times 440$		
1	Landasan	1	Bt. 18	$300 \times 180 \times 80$		
lah	Nama Bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Keterangan	
I	Perubahan	Pengganti dari: Diganti dengan:				
MESIN BOR			Skala	Digambar	Juni '85	Sri. S
			1 : 1	Diperiksa		
			(1 : 2)	Visa		
			(5 : 1)	Dilihat		
FPTK IKIP PADANG			05-71510- IIIM			






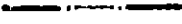

Gambar III-7 : Etiket untuk gambar assembling.

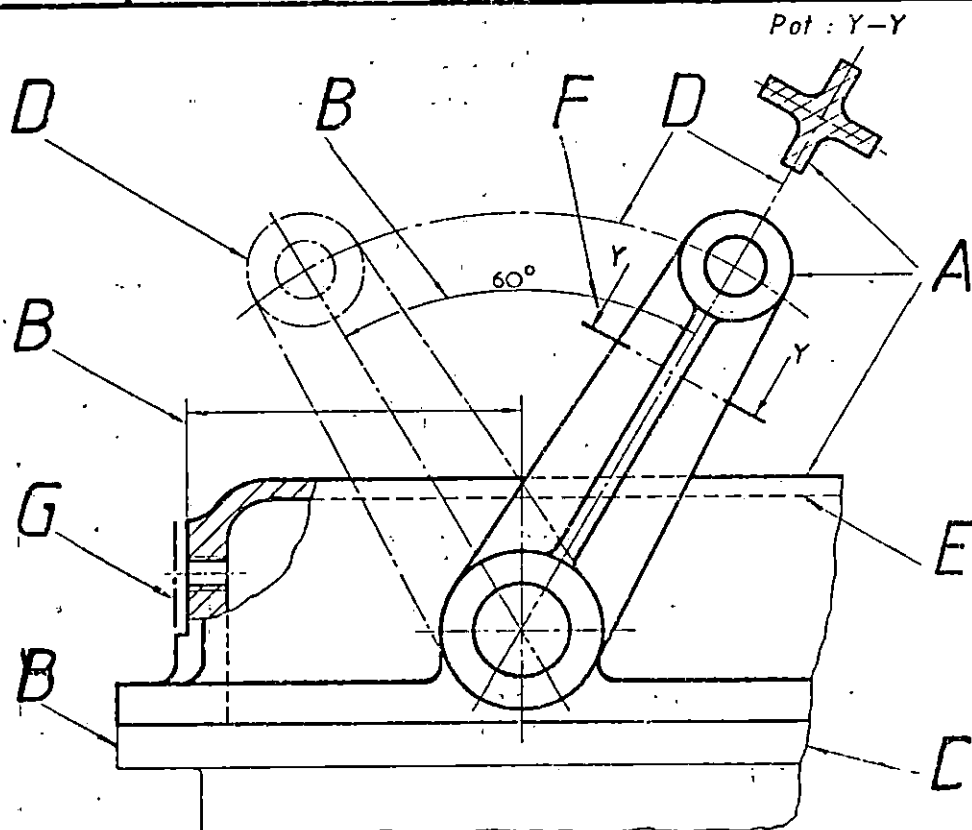
Gambar III-8 adalah ukuran-ukuran dasar dari pada etiket yang telah distandardkan oleh ISO dan dipergunakan oleh Sekolah-sekolah Teknik di seluruh Indonesia dan FPTK-IKIP Padang menggunakan etiket macam ini.



Gambar III-8 : Ukuran-ukuran
Etiket

D. Standar Garis-garis Gambar Teknik

Macam garis	Tebal	Bentuk	Contoh Penggunaan
Garis tebal (A)	0,6-0,8		1. Garis benda yang nampak
Garis tipis (B)	0,1-0,2		1. Garis ukuran, 2. batas ukuran, 3. arsiran, 4. garis luar yang berdekatan, 5. Garis untuk penampang yang diputar.
Garis tipis bebas (C)	0,1-0,2		1. Batas pemotongan setempat yang tidak tepat pada garis sumbu.
Garis strip titik (D)	0,1-0,2		1. Garis sumbu, 2. Garis bagian yang terletak didepan penampang irisan.
Garis putus putus / garis bayangan. (E)	0,3-0,4		Garis benda yang tidak nampak.
Garis strip titik, dengan ujung tebal. (F)	0,1-0,2 0,6-0,8		Batas penampang potongan
Garis strip titik, tebal (G)	0,6-0,8		Penunjukkan permukaan yang akan mendapatkan pekerjaan lanjutan.



Gambar III-9 : Contoh Penggunaan Garis-garis Gambar

Macam-macam pertemuan/sambungan garis benda dan strip-strip .

BETUL		SALAH
	Sambungan benda dan garis strip-strip	
	Sambungan garis strip strip.	
	Membuat sudut garis strip strip.	
	Membuat sudut tiga garis strip-strip.	
	Pertemuan strip-strip dengan garis benda	
	Membuat garis radius strip strip.	
	Membuat garis radius strip strip.	
	Pertemuan lingkaran garis benda dan strip-strip.	
	Pertemuan lingkaran garis strip - strip.	

Gambar III-10 : Sambungan2 Garis.

BANK UP
 IKIP - PAR

BAB IV KONSTRUKSI GEOMETRI

Konstruksi geometri adalah merupakan suatu lukisan yang sangat luas, pada waktu menggambar teknik mesin sering dijumpai lukisan-lukisan yang didasari konstruksi geometri, maka dalam hal ini hanya di bahas dasar-dasar konstruksi geometri yang banyak di pergunakan untuk menggambar teknik mesin. Selain dari pada itu lukisan-lukisan geometri merupakan pendekatan untuk perencanaan gambar-gambar kerja, dimana pemilihan bahan tidak menghendaki ketelitian, dan faktor penghematan waktu lebih dipentingkan.

Unsur-unsur geometri disini yang dimaksud adalah -bidang-bidang segi tiga, segi empat, segi lima dan segi banyak (poligon), garis-garis, lingkaran, sudut-sudut, dll. Konstruksi geometri digunakan untuk membuat lukisan pada gambar-gambar yang dibuat untuk memberikan bentuk-bentuk yang baik dan betul. Para juru gambar yang tidak yang tidak menguasai tentang konstruksi geometri, maka pada waktu menggambar tidak efisien waktunya dan tentunya gambarnya tidak akan baik, karena si juru/tukang gambar hanya akan main coba-coba atau mengira-ira saja. Untuk ukuran-ukuran bentuk gambar yang sesungguhnya dari pengerjaan logam, model-model kayu, pengerjaan plat-plat, dll. ketelitian dari pada konstruksi sering di butuhkan dalam pengerjaan atau pembuatannya. Agar didalam menggambar lukisan -lukisan geometri dapat tepat maka perlu ketelitian, maka disarankan menggunakan alat-alat yang tepat, ujung pensil yang runcing dan yang agak keras seperti pensil H, 2H dan 3H. Untuk lebih jelasnya pelajari konstruksi-konstruksi geometri dibawah ini.

A. Melukis Garis Tegak Lurus

Gambar IV-1 adalah cara membagi dua garis/busur A-B.

Caranya:

1. Pasangkan jarum jangka ke sebuah lingkaran pada setengah A-B.

2. Dengan pusat A, gambar busur diatas dan dibawah garis.
3. Dengan pusat B, gambar busur yang memotong lebih lebih dulu busur itu dengan menetapkan kedua titiknya yaitu C dan D.
4. Hubungkan titik C dan D.
5. Dimana titik CD membagi garis (busur) ditengah-tengah posisi, tanda panah adalah tempat pembagian.

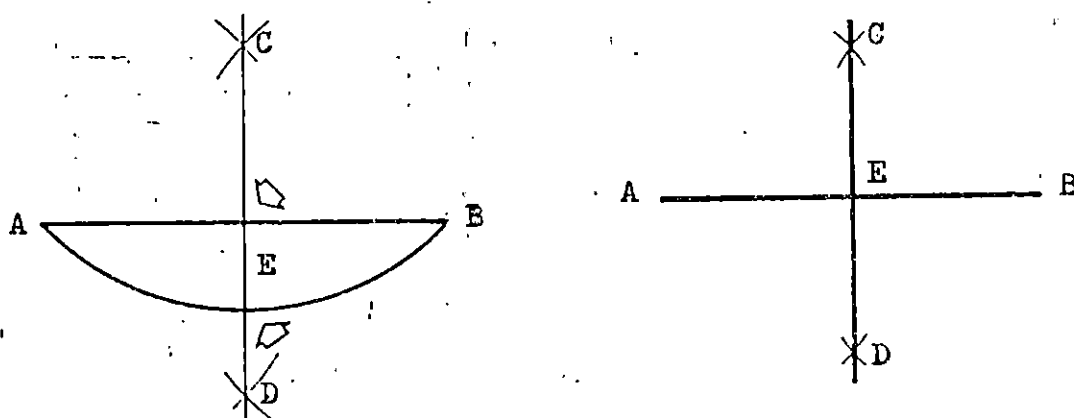
Gambar IV-2 adalah cara membuat garis yang tegak lurus (berpotongan) pada garis A-B yang menghasilkan titik C.

Caranya : Metoda (a) yaitu metoda geometri.

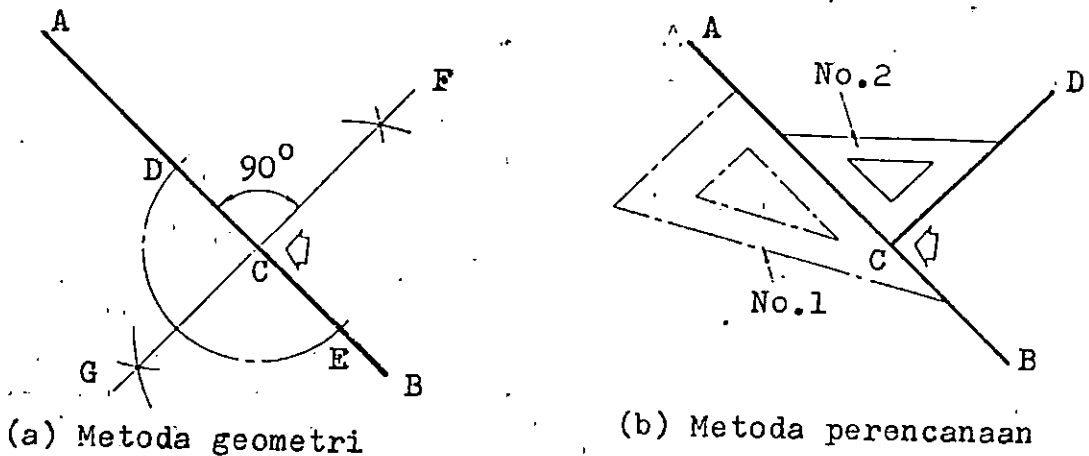
1. Buka jangka (buat lingkaran) dengan jari-jari yang ditentukan dan titik C sebagai pusat, lukis busur D-E yang memotong garis A-B.
2. Bagi jarak antara D dan E seperti pada gambar V-1.
3. Garis bagi F-G adalah tegak lurus pada A-B di titik C.

Metoda (b) yaitu metoda perencanaan.

1. Letakan dengan hati-hati sisi mistar gambar yang nomor satu (1) berimpit dengan garis A-B.
2. Ambil mistar gambar nomor dua (2) dengan mistar nomor satu (1) yang membentuk sudut 90° di titik C.
3. Gambar yang diinginkan tegak lurus dengan garis C-D.



Gambar IV-1 : Membagi dua garis lurus sama panjang.

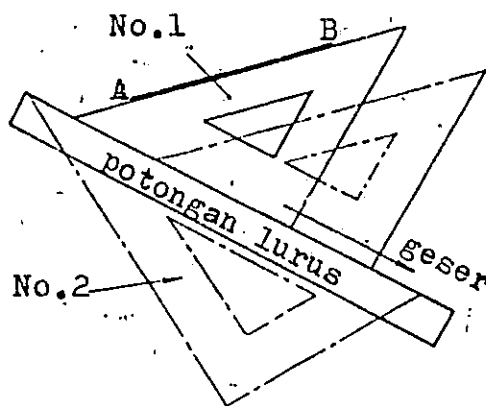


Gambar IV-2 : Membuat garis tegak lurus (berpotongan).

B. Membuat Garis-garis Lurus yang Sejajar.

Gambar IV-3 adalah cara membuat garis-garis lurus yang sejajar terus dan membentuk garis lurus A-B. Caranya: (metoda perencana)

1. Letakkan tepi mistar gambar No. 1 dengan hati-hati berimpit dengan garis A-B.
2. Letakkan tepi mistar gambar No.2 berlawanan dengan mistar gambar No. 1.
3. Bidang miring mistar No.1 dengan posisi yang diinginkan dan lukis garis paralel, dengan betul pada siku-siku No.2 tanpa bergeser.



Gambar IV-3 : Garis-garis lurus sejajar.

C. Meggambar Garis Paralel

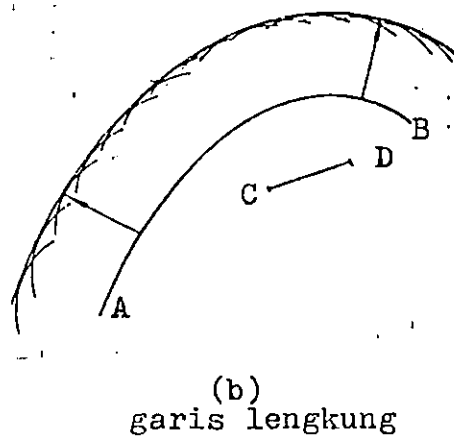
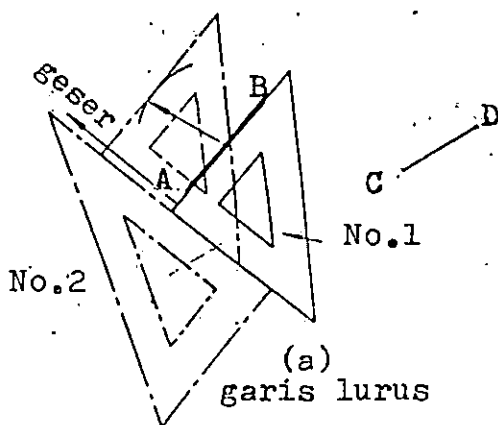
Gambar IV-4 adalah cara menggambar garis paralel pada garis yang ada dengan jarak yang telah ditentukan.

Caranya: (a) Garis lurus.

1. Perhatikan garis A-B yang ada pada jarak C-D yang telah ditentukan.
2. Ukur jarak C-D dengan jangka dan letakkan diatas garis A-B sebagai pusat dan lukis busur.
3. Gunakan cara 1 dan 3, lalu lukis garis paralel yang bersinggungan dengan busur.

(b) Garis lengkung:

1. Perhatikan garis A-B yang ada pada jarak C-D yang telah ditentukan.
2. Ukur jarak C-D dengan jangka dan letakkan diatas garis A-B sebagai pusat, lalu lukis garis yang sedikit menyinggung busur.
3. Gunakan sebuah kurve (mal lengkung), lukis garis yang sedikit menyinggung busur tersebut.



Gambar IV-4 : Garis Paralel.

D. Membagi Garis Menjadi Sama Panjang

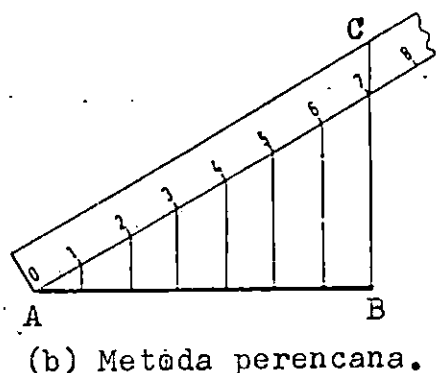
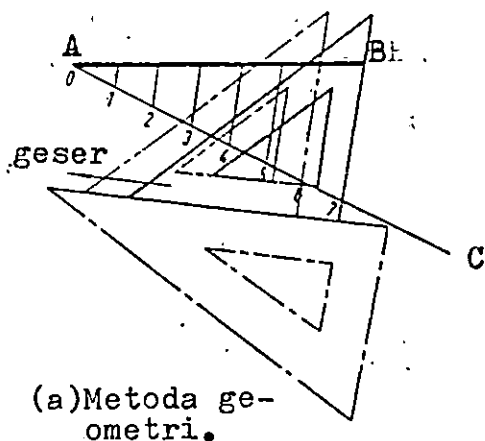
Gambar IV-5 adalah cara membagi garis A-B menjadi beberapa bagian yang sama panjang (sebagai contoh - membagi garis A-B menjadi 7 bagian yang sama).

Caranya: (a) Metoda Geometri.

1. Tariklah sebuah garis A-C sembarang, dari titik A a tau titik B.
2. Gunakan jangka atau jangka bagi dari titik A, yang-menghasilkan 7 bagian yang sama pada garis A-C, untuk pembagian 7 titik selanjutnya, untuk mengurangi keraguan mulai dari yang bawah sampai terakhir gunakan garis batas.
3. Hubungkan titik ke 7 ke titik B. .
4. Lukis garis paralel (yang sejajar) dengan garis 7-B tersebut dan seterusnya 6, 5, 4, 3, 2 dan 1 ditarik garis sejajar 7-B.

(b) Metoda Perencana.

1. Dari awal sampai akhir pada garis A-B, buat garis tegak lurus B-C.
2. Gunakan mistar untuk membagi 7 bagian diantara bagian bagian itu sampai akhir diberi garis pada titik A , dan tegak lurus pada B-C.
3. Beri tanda pada posisi pembagian dan tarik garis tegak lurus pada garis A-B sehingga pembagian garis - menjadi 7 bagian yang sama.



Gambar IV-5 : Membagi garis menjadi bagian sama.

E. Membagi dan memindahkan sudut-sudut

Gambar IV-6 adalah cara membagi sudut atas dua-bagian yang sama.

Caranya:

1. Sudut B-A-C adalah sebuah sudut yang akan dibagi.
2. Dari titik sudut dengan pusat A, lingkarkan jangka dengan jari² sembarang yang memotong garis A-B dan garis A-C pada titik D dan E.
3. Dengan titik pusat D dan E, gunakan jangka yang jaraknya setengah D-E, lalu lukis busur yang saling memotong pada titik O.
4. Hubungkan O-A. Garis O-A membagi dua sudut B-A-C. Dengan metoda ini sudut B-A-C dapat dibagi beberapa bagian menjadi 4, 8, 16 bagian dan seterusnya, tetapi tidak dapat dibagi pada bagian angka yang ganjil.

Gambar IV-7 adalah cara membagi sudut atas dua bagian sama yang tidak diketahui titik sudutnya.

Caranya:

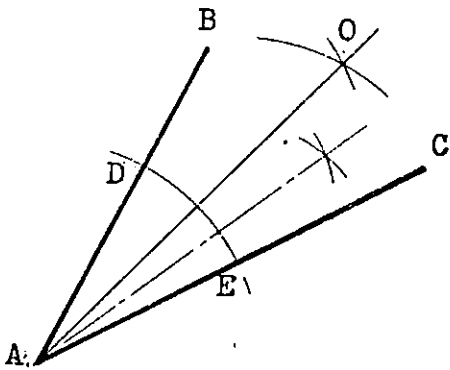
1. Dari titik A, yang terletak sembarang pada salah satu kaki sudut, kita tarik garis yang sejajar dengan kaki sudut lainnya.
2. Jangkakan dari titik A dengan jari-jari sembarang yang akan menghasilkan titik-titik potong B-C.
3. Melalui B dan C kita tarik garis lurus hingga memotong kaki sudut lainnya di titik D.
4. Dengan titik pusat B dan D kita lingkarkan jangka kedua arah hingga menghasilkan titik-titik potong E dan F.
5. Garis yang melalui E dan F adalah garis bagi sudut tersebut.

Gambar IV-8 adalah cara memindahkan sudut yang sama, sudut A akan dipindahkan pada titik P.

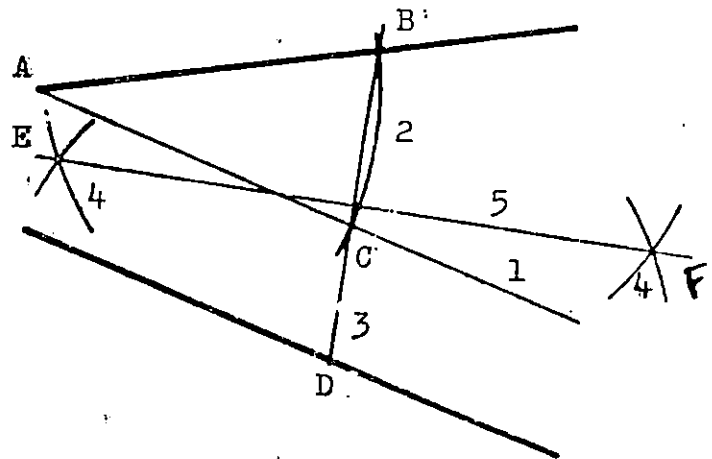
Caranya:

1. Tarik garis L melalui titik P.
2. Lingkarkan jangka dari titik sudut yang akan dipindahkan (titik A), hingga memotong kaki-kaki sudutnya di B dan C.

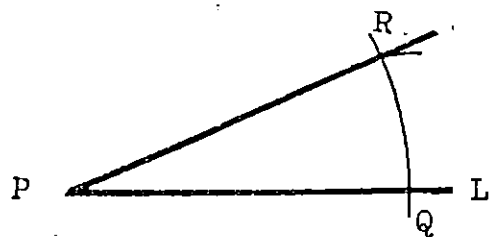
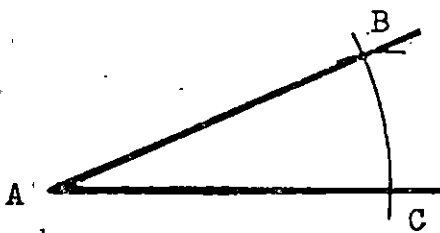
3. Dengan tidak merubah jangka di lingkarkan lagi dari titik P hingga menghasilkan busur yang memotong garis L di titik Q.
4. Hubungkan P-R, maka sudut A telah di pindahkan ke titik P.



Gambar IV-6 :
Membagi sudut sama
besar.



Gambar IV-7 : Membagi sudut
yang tidak diketahui titik
sudutnya.



Gambar IV-8 : Memindahkan sudut.

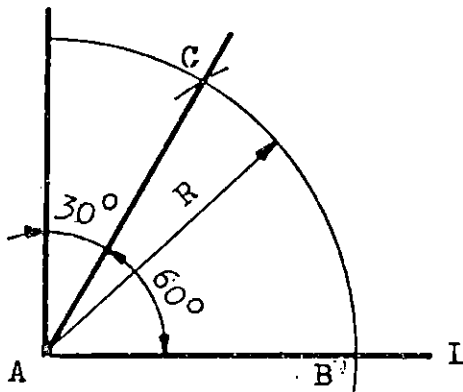
F. Melukis Sudut-sudut Istimewa

Melukis sudut 45° , dapat di lukis dengan membagi dua sudut 90° sama besar.

Gambar IV-9 adalah cara melukis sudut 60° dan 30° dengan menggunakan jangka.

Caranya:

1. Lingkarkan jangka dari titik A dengan jari-jari R yang memotong garis lurus L di titik B.
2. Ukurkan jarak R dari titik B pada busur lingkaran tersebut hingga menghasilkan titik C.
3. Hubungkan A-C, maka sudut C-A-B adalah sudut 60° .
4. Sudut 30° adalah penyiku dari sudut 60° .



Gambar IV-9 : Melukis sudut 60° dan 30° .

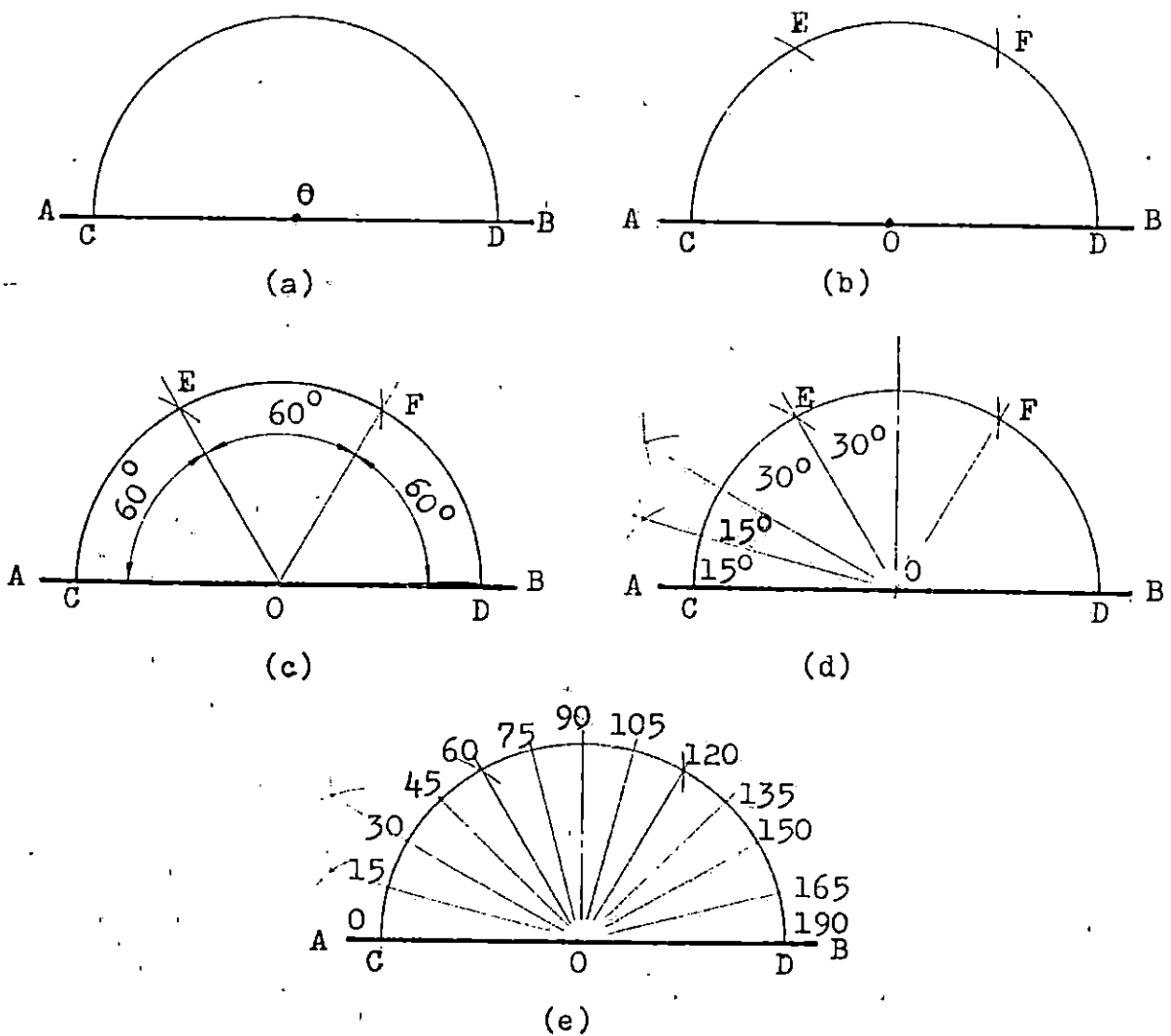
Gambar IV-10 adalah cara melukis (membentuk) sudut-sudut dari 15° s/d 180° .

Caranya :

1. Lukis garis dasar A-B.
2. Menentukan salah satu titik sebagai pusat pada garis A-B, dan gunakan jangka dengan jari-jari O-C, lukis setengah lingkaran C-D.
3. Gunakan jari-jari O-C, ukur jaraknya dengan hati-hati disekitar setengah lingkaran, mulai dari titik C. Ujung pensil jangka akan mendapatkan E dan seterusnya ke F.
4. Hubungkan titik O langsung ke titik E dan F sehingga

membagi setengah lingkaran menjadi tiga buah sudut yang masing-masing 60° .

5. Bagi tiap-tiap sudut 30° menjadi 6 buah sudut sebesar 5° .
6. Bagi tiap-tiap sudut 30° menjadi 12 bagian sudut sebesar 2.5° .
7. Sudut-sudut mulai dari 0° s/d 180° perbesarannya ukuran sudut-sudutnya 15° .

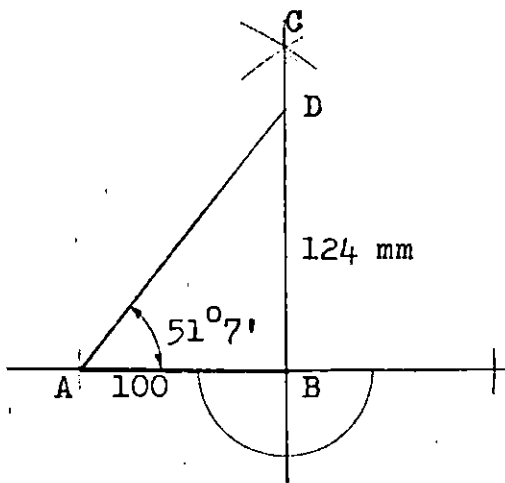


Gambar IV-10 : Membuat sudut-sudut dari 15° s/d 180° .

Gambar IV-11 adalah cara melukis ketelitian sudut dengan mempergunakan tabel garis singgung Trigonometri.

Caranya :

1. Misalnya sudut yang di inginkan adalah $51^{\circ} 7'$.
2. Lukis garis dasar dan tentukan ukuran panjangnya $A-B = 100$ mm seteliti mungkin.
3. Gunakan metoda pada gambar IV-2 (membuat garis tegak - lurus/berpotongan), atau dengan memasang garis tegak - lurus $B-C$.
4. Dari pembacaan tabel singgung untuk $51^{\circ} 7' = 1.2400$.
 $1.2400 \times$ panjang dasar 100 mm = 124 mm.
5. Menentukan titik D sepanjang dan tegak lurus serta yang teliti dengan ukuran 124 mm dari titik B .
6. Hubungkan $A-D$.
7. Konstruksi sudut $D-A-B$ adalah $51^{\circ} 7'$.



Gambar IV-11:
Melukis ketelitian sudut dengan mempergunakan tabel garis singgung - trigonometri.

F. Mencari Titik Pusat sebuah lingkaran

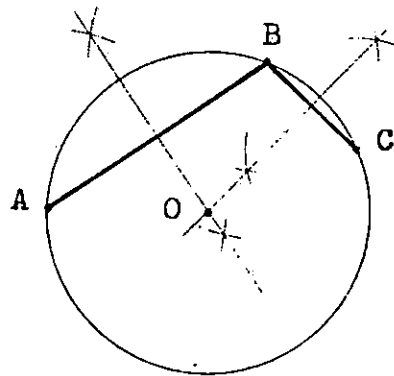
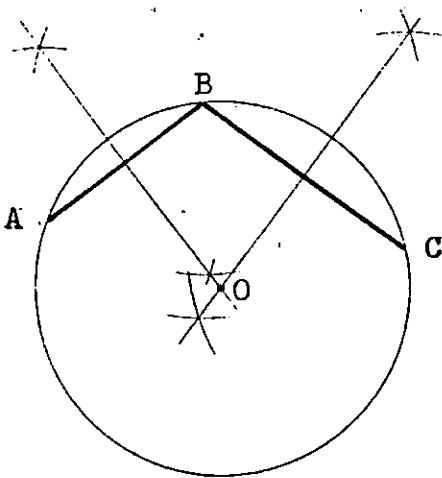
Gambar IV-12 adalah cara menentukan titik pusat busur lingkaran, sebab titik pusat busur lingkaran be-
diketahui.

Caranya :

1. Lukis tali busur $A-B$ dan $B-C$ seperti yang telah ditunjukkan pada gambar.
2. Bagi dua tali busur dengan garis tegak lurus dan perhatikan garis bagi yang saling memotong di O .
3. Titik O adalah pusat lingkaran yang dicari.

Gambar IV-13 adalah cara melukis sebuah lingkaran atau busur lingkaran yang melalui 3 buah titik ABC. Caranya :

1. Hubungkan titik A-B dan B-C.
2. Garis tegak lurus membagi A-B dan B-C dan perhatikan garis bagi yang saling memotong di O.
3. Dengan pusat O, lukis dengan jangka jarak atau jari-jari O-A dan lukis lingkaran yang melalui 3 buah garis.



Gambar IV-12: Mencari titik pusat pada lingkaran.

Gambar IV-13 : Melukis lingkaran/busur melalui 3 titik.

G. Melukis Garis Singgung pada Lingkaran

Gambar IV-14.a, adalah cara melukis sebuah garis singgung pada sebuah lingkaran yang melalui sebuah titik pada lingkaran. (metoda geometri)

Caranya:

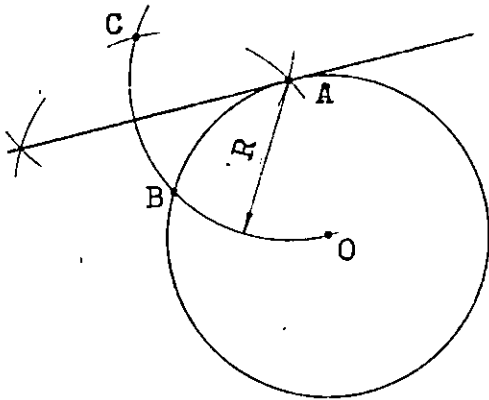
1. Tentukan titik A pada lingkaran dengan pusat O.
2. Dengan pusat A dan lukis dengan jangka, dengan jari-jari A-O pada lingkaran, lukis sebuah busur yang memotong lingkaran di titik B.
3. Dengan jari-jari yang sama dan pusat B, lukis sebuah busur yang memotong busur baru di lukis (dengan pusat A) pada titik C.
4. Bagi busur B-C dengan menggunakan sistim melukis garis tegak lurus (pada gambar IV-I).

5. Garis bagi yang tegak lurus akan membentuk garis singgung pada lingkaran dan melalui titik A.

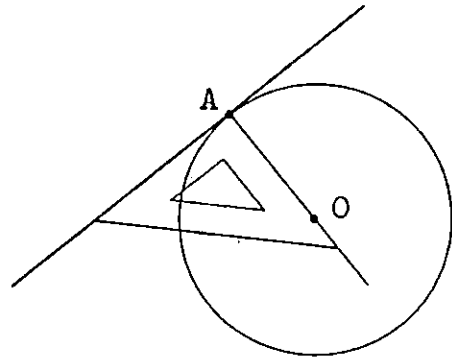
Gambar IV-14.b, adalah cara melukis sebuah garis singgung dengan cara metoda perencana.

Caranya :

1. Tentukan titik A pada lingkaran dengan pusat O .
2. Tempatkan sudut empat perseg panjang pada siku-siku dengan seksama pada titik A. Salah satu sisi sampingnya melalui pusat O.
3. Sisi yang lainnya dari perseg panjang pada siku-siku menyinggung lingkaran pada titik A.
4. Lukis garis lurus (garis singgung) yang disamping dan diperpanjang menurut yang diinginkan.



(a) Metoda geometri.



(b) metoda perencana.

Gambar IV-14 : Cara melukis garis singgung pada lingkaran.

Gambar IV-15 adalah cara membuat tiga buah lingkaran yang saling bersinggungan satu sama lain. R_1 , R_2 dan R_3 adalah jari-jari dari pada lingkaran I, II dan III.

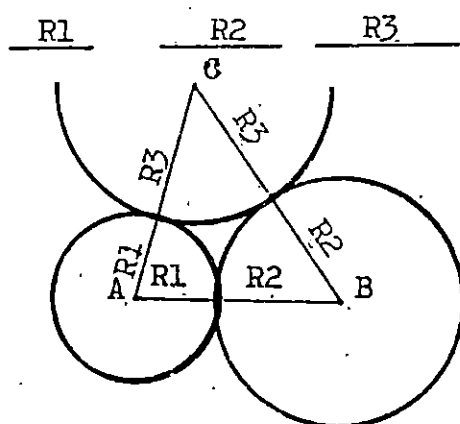
Caranya :

1. Buat garis A-B yang panjangnya adalah $R_1 + R_2 = A-B$.
2. Buat garis B-C yang panjangnya adalah $R_2 + R_3 = B-C$.
3. Buat garis C-A yang panjangnya adalah $R_3 + R_1 = C-A$.
4. Buat segi-tiga A-B-C perpanjangan dari A-B, B-C dan C-A.
5. Buat lingkaran di titik A dengan jari-jari R_1 .
6. Buat lingkaran di titik B dengan jari-jari R_2 .
7. Buat lingkaran di titik C dengan jari-jari R_3 .
8. Lihat pada gambar bahwa lingkaran-lingkaran tersebut saling bersinggungan.

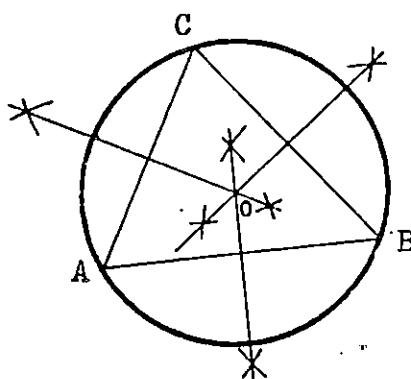
Gambar IV-16 adalah cara melukis sebuah lingkaran yang melalui tiga buah titik A-B-C yang telah ditentukan terlebih dahulu.

Caranya :

1. Tarik garis dari A ke C, dari C ke B dan dari B ke A, sehingga terjadi segi-tiga A-B-C.
2. Sisi-sisi dari segi tiga dibagi dua bagian yang sama panjang.
3. Ketiga garis bagi bertemu pada satu titik yaitu titik O.
4. Titik merupakan pusat daripada lingkaran yang melalui titik A, B dan C.



Gambar IV-15 : Tiga buah lingkaran yang saling bersinggungan



Gambar IV-16 : Lingkaran yang melalui tiga buah titik A-B-C.

Gambar IV-17 adalah cara melukis gambar sebuah lingkaran di dalam sebuah segi-tiga serta tiap-tiap sisi dari segitiga itu adalah bersinggungan dengan lingkaran (mengukir lingkaran).

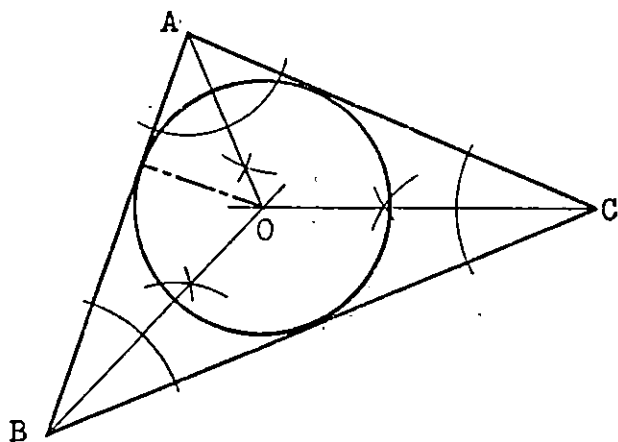
Caranya :

1. Lukis sebuah segi-tiga A-B-C.
2. Bagi tiap-tiap sudut.
3. Garis bagi tiap-tiap sudut akan menghasilkan titik pusat O yang mana adalah pusat dari sebuah lingkaran.
4. Dengan pusat O pasang jangka ke jarak lingkaran tegak lurus pada setiap sisinya batas lingkaran.

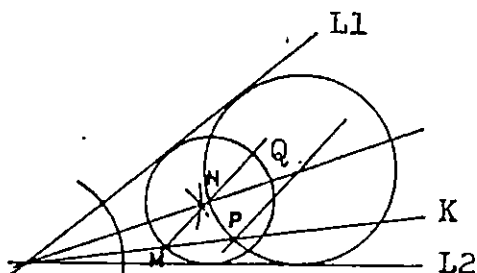
Gambar IV-18 adalah cara menggambar lingkaran yang menyinggung dua buah garis yang berpotongan dan melalui - buah titik.

Caranya :

1. Hubungkan titik P dengan titik potong dari kedua garis.
2. Buat lingkaran yang bersinggungan dengan garis L1 dan garis L2, lingkaran tersebut memotong garis K di titik M.
3. Tarik garis dari titik M ke titik N.
4. Tarik garis sejajar M-N, yang berpotongan dengan garis bagi sudut di Q, dan titik P di garis K.
5. Buat lingkaran dengan jari-jari P-Q dengan pusat lingkaran di titik Q, lingkaran tersebut memotong garis K pada titik P dan bersinggungan dengan dua buah garis - L1 dan L2 dst apabila menginginkan lingkaran yang lebih banyak.



Gambar IV-17 :
Melukis sebuah lingkaran di dalam sebuah segi-tiga.



Gambar IV-18 :
Melukis lingkaran yang menyinggung dua buah - garis yang berpotongan.

Gambar IV-19 adalah cara melukis lingkaran yang melalui sebuah titik P dan bersinggungan dengan sebuah lingkaran.

Caranya :

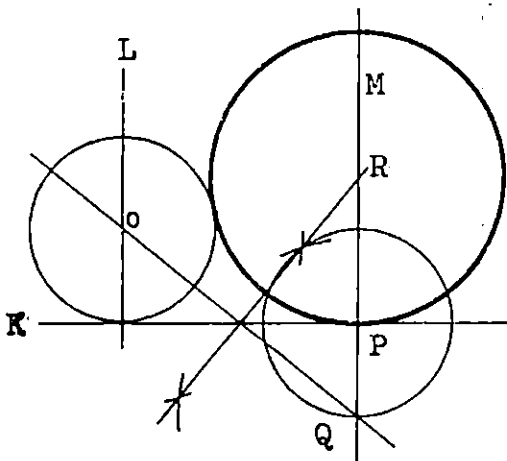
1. Hubungkan titik P dengan dengan lingkaran sehingga garis tersebut merupakan garis singgung lingkaran. Garis tersebut di sebut garis K.
2. Tarik garis L yang tegak lurus garis K dan melalui titik O.

3. Tarik garis tegak lurus garis K melalui titik P.
4. Buat lingkaran pada titik pusat P dan lingkaran tersebut berpotongan dengan garis M di titik Q.
5. Hubungkan Q-O, dan bagi dua bagian sana panjang, garis bagi tersebut berpotongan dengan garis M di titik R dengan dengan jari-jari P-R, lingkaran tersebut melalui titik P dan menyinggung lingkaran.

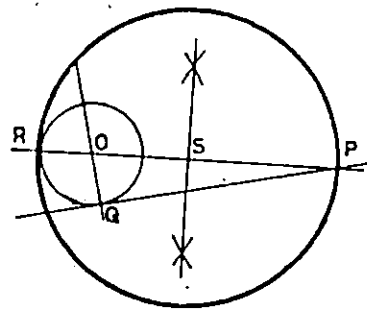
Gambar IV-20 adalah cara melukis lingkaran yang melalui titik P dan menyinggung lingkaran.

Ceranya :

1. Tarik garis singgung lingkaran melalui melalui titik P ke Q, garis O-Q tegak lurus P-Q.
2. Hubungkan P-O sehingga memotong lingkaran di titik R.
3. Garis P-R di bagi dua sama panjang, dimana S adalah titik pusat.
4. Buat lingkaran dengan titik pusat S dan jari-jari R-S;
5. Lingkaran tersebut akan melalui titik P dan menyinggung lingkaran.



Gambar IV-19 :
Melukis lingkaran yang bersinggungan dengan -
lingkaran luar



Gambar IV-20 :
Melukis lingkaran yang menyinggung
lingkaran dalam.

Gambar IV-21.a, adalah cara melukis pasangan garis singgung luar. Dimana jari-jari lingkaran adalah R dan r , dan jarak antara titik pusat $O_1-O_2 = c$.

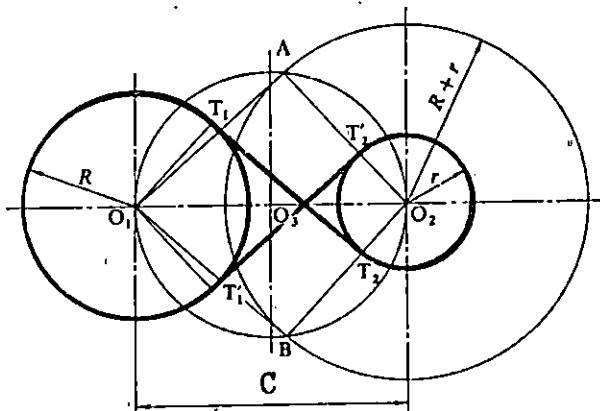
Caranya :

1. Buatlah lingkaran dengan jari-jari $(R-r)$ pada titik pusat O_1 .
2. Tentukanlah titik A pada lingkaran ini,
3. Lukislah busur lingkaran dengan O_2 dengan titik pusat O_3 ($c/2$), yang memotong lingkaran dengan jari-jari $(R-r)$ pada titik A dan pada titik B .
4. Hubungkan O_1 dengan A dan B , dan perpanjanglah garis-garis penghubung ini, sehingga masing-masing memotong lingkaran besar pada T_1 dan T_1' .
5. Tariklah garis sejajar dengan dengan $A-O_2$ dan $B-O_2$ melalui T_1 dan T_1' . Garis-garis T_1-T_2 dan $T_1'-T_2'$ adalah pasangan garis singgung.

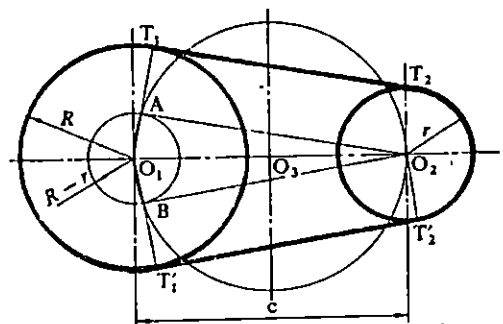
Gambar IV-21.b, adalah cara melukis pasangan garis singgung dalam (menyilang) pada dua buah lingkaran.

Caranya :

Caranya adalah sama dengan gambar IV-a, hanya perbedaannya lingkaran yang di gambar berjari-jari $(R+r)$ pada titik pusat O_2 .



(b) Garis singgung dalam



(a) Garis singgung luar

Gambar IV-21 : Garis singgung luar dan dalam pada dua buah lingkaran.

Gambar IV-22 adalah cara melukis busur lingkaran yang menyinggung dua buah lingkaran dengan jari-jari R_1 dan R_2 . Disini ada dua pasang busur lingkaran singgung se tampak pada gambar IV-22.a.b.

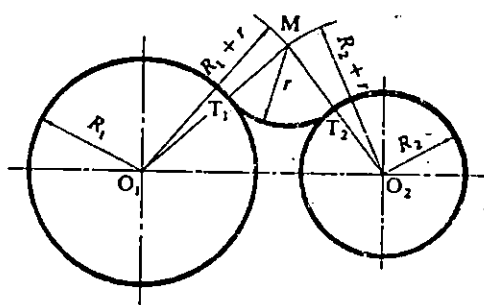
Caranya : (Gambar IV-22.a)

1. Lukislah busur lingkaran dengan jari-jari $R_1 + r$ dan $R_2 + r$, yang masing-masing dengan titik pusat O_1 dan O_2 . Kedua busur lingkaran ini akan berpotongan pada titik M .
2. Lukislah busur lingkaran yang diinginkan, dengan titik M sebagai titik pusat dari jari-jari r .

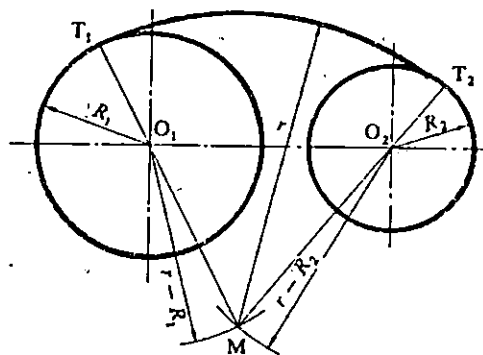
Gambar IV-22.b adalah cara melukis busur lingkaran yang menyinggung dua buah lingkaran dengan jari-jari R_1 dan R_2 .

Caranya :

Caranya adalah sama dengan gambar IV-22a, hanya perbedaannya terletak pada pengambilan jari-jari busur lingkaran. Jari-jari busur lingkaran disini adalah $r - R_1$ dan $r - R_2$. Setelah ditemukan titik M , maka busur lingkaran singgung dapat diselesaikan dengan mudah.



(a)



(b)

Gambar IV-22 : Sebuah busur menyinggung dua buah lingkaran.

Gambar IV-23 adalah cara menentukan panjang garis lurus yang mendekati panjang busur lingkaran.

Caranya :

1. Tentukan titik bagi C dari busur lingkaran A-B, dan perpanjanglah B-A dengan A-D = A-C.
2. Lukislah garis singgung busur pada titik A, dan gambarlah busur lingkaran dengan jari-jari B-D pada titik pusat D, yang memotong garis singgung di E.

Maka $AE = AB$.

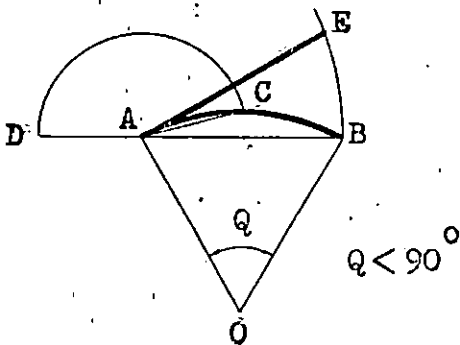
Apabila sudut busur A-O-B lebih besar dari 90° , kesalahannya akan lebih besar. Dalam hal ini bagilah busur lingkaran tersebut dalam beberapa bagian dengan sudut yang lebih kecil dari pada 90° , kemudian tentukanlah panjang busur lingkaran seperti pada gambar IV-23. Maka panjang keseluruhannya dari busur lingkaran tersebut adalah jumlah dari bagian-bagian panjang busur lingkaran.

Gambar IV-24 adalah cara melukis panjang garis lurus pada busur lingkaran.

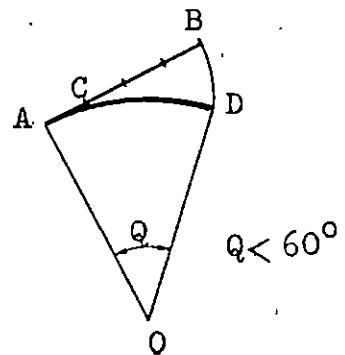
Caranya :

1. Lukislah garis singgung busur pada titik A.
2. Lukislah panjang A-C sama dengan seperempat A-B.
3. Lukislah dengan titik pusat C dan C-B sebagai jari-jari busur lingkaran yang memotong busur lingkaran yang diketahui pada titik D. Maka $AD = AB$.

Apabila sudut busur lebih besar dari 60° , maka lukislah dengan membaginya dalam dua atau empat bagian dengan cara seperti pada gambar IV-24 diatas.



Gambar IV-23 : Panjang garis yang sama dengan panjang busur.



Gambar IV-24 : Panjang busur yang sama dengan panjang garis lurus.

Gambar IV-25 adalah cara melukis panjang garis lurus yang mendekati keliling lingkaran, tetapi dalam hal ini mempunyai ketelitian yang cukup tinggi.

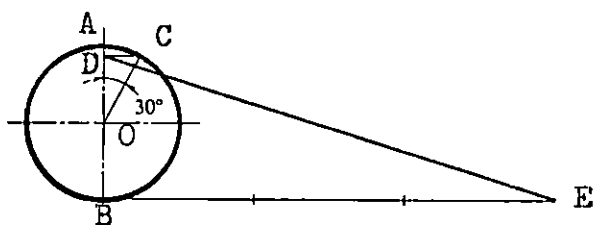
Caranya :

1. Ambil titik C pada pusat lingkaran, dimana sudut $A-O-C = 30^\circ$.
2. Lukislah garis C-D tegak lurus pada garis A-B.
3. Lukislah garis singgung pada lingkaran di titik B, dan tentukanlah titik E dengan garis $B-E = 3 \times A-B$.
4. Hubungkanlah titik D dengan titik E, maka panjang garis D-E adalah pendekatan panjang keliling yang di ketahui.

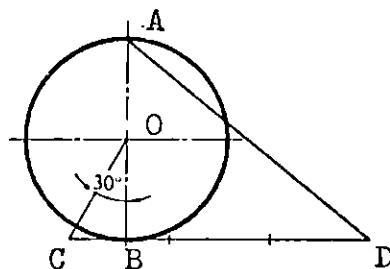
Gambar IV-26 adalah cara melukis panjang garis lurus yang mendekati panjang keliling setengah lingkaran, cara seperti ini adalah merupakan pendekatan dengan ketelitian yang cukup tinggi,

Caranya :

1. Tentukan titik C pada garis singgung yang melalui titik B, di mana sudut $B-O-C = 30^\circ$.
2. Buatlah garis $C-D = 3 \times O-A$. Dimana O-A adalah jari-jari lingkaran.
3. Hubungkanlah titik D dengan titik A, maka garis A-D adalah kurang lebih panjang setengah keliling lingkaran yang di ketahui.



Gambar IV-25 : Panjang garis lurus yang sama dengan keliling lingkaran.



Gambar IV-26 : Panjang garis lurus yang sama dengan setengah keliling lingkaran.

Gambar IV-27 adalah cara melukis lingkaran yang bersinggungan dengan dua buah lingkaran satu di luar dan yang satunya di dalam.

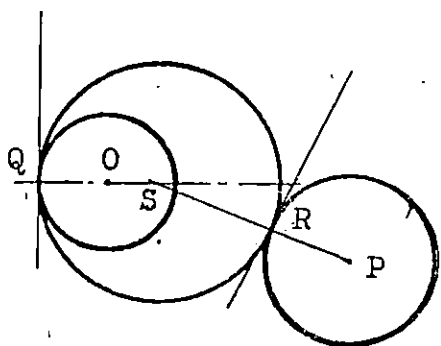
Caranya :

1. Tarik garis singgung lingkaran yang tegak lurus sumbu mendatar.
2. Tarik garis singgung lingkaran pada lingkaran yang lain.
3. Perpanjangan garis Q-O dan garis P-R berpotongan pada titik S.
4. Buat lingkaran pada titik S dengan jari-jari S-Q dan lingkaran tersebut bersinggungan dengan dua lingkaran.

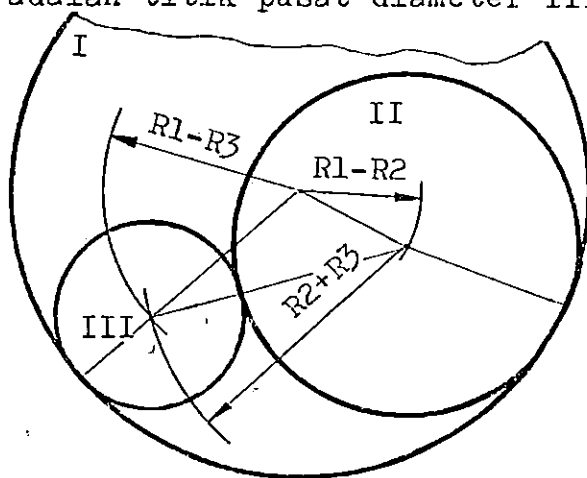
Gambar IV-28 adalah cara melukis garis singgung dua buah lingkaran di dalam lingkaran besar.

Caranya:

1. Tentukan panjang jari-jari R_1 pada diameter I, R_2 pada diameter II dan R_3 pada diameter III.
2. Lukis diameter I dengan jari-jari R_1 .
3. Lukis diameter II dengan titik pusat pengurangan $R_1 - R_2$ yang letaknya sembarang.
4. Dengan titik pusat diameter II, lingkarkan jangka dengan sembarang sepanjang $R_2 + R_3$.
5. Dengan titik pusat diameter I, lingkarkan jangka sepanjang $R_1 - R_3$.
6. Pertemuan $R_1 - R_2$ dan $R_2 + R_3$ adalah titik pusat diameter III.



Gambar IV-27 : Garis singgung dua buah lingkaran yang satu di luar dan satu di dalam.



Gambar IV-28 : Garis singgung dua buah lingkaran di dalam lingkaran besar.

H. Melukis Macam-macam Segi-tiga

Kerangka gambar segi-tiga mempunyai tiga buah garis lurus, kebanyakan garis horizontal biasanya digunakan sebagai alas dan sudut di tiap-tiap ujungnya adalah sebagai sudut alas. Dua buah garis lainnya diketahui sebagai sisi-sisi dan sudut di titik puncaknya diketahui sebagai sudut tegak. Tinggi atau titik tingginya adalah tegak lurus dari alasnya ke titik puncak atau ke titik sudut atas. Pada tiap-tiap segi-tiga mempunyai tiga buah sudut dengan jumlah 180° , untuk lebih jelasnya lihat gambar IV-29.

Bentuk-bentuk segi-tiga :

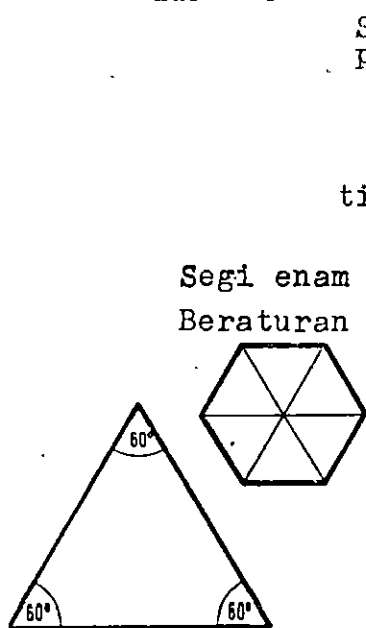
1. Segi-tiga sama sisi.

Gambar IV-30 adalah segi-tiga sama sisi yang mempunyai tiga buah sisi dengan panjang yang sama dan masing-masing sudutnya 60° .

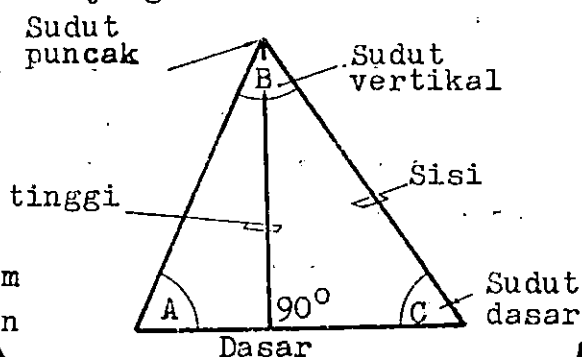
Catatan : bahwa segi-enam mempunyai jaringan-jaringan segi-tiga sama sisi.

2. Segi-tiga sama kaki.

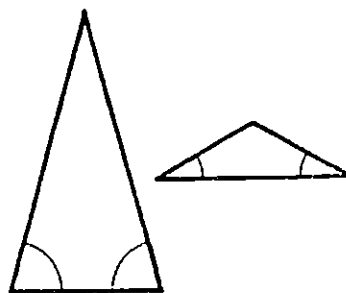
Gambar IV-31 adalah segi-tiga sama kaki yang mempunyai dua buah sisi yang sama dan dua buah sudut yang sama.



Gambar IV-30 :
Segi tiga sama sisi



Gambar IV-29 : Segi tiga



Gambar IV-31 :
Segi tiga sama kaki

3. Segi tiga sembarang.

Gambar IV-32 adalah segi tiga sembarang yang semua sisinya dan sudut-sudutnya tidak sama.

4. Segi tiga siku-siku.

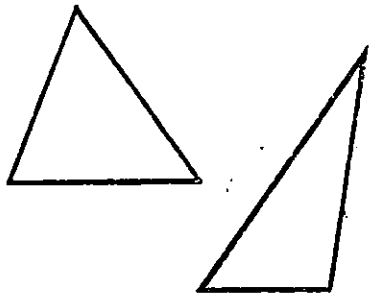
Gambar IV-33 adalah segi tiga siku-siku yang mempunyai satu sudutnya 90° . Sisi depannya yang siku di sebut garis miring (hypotenusa). Segi tiga siku-siku penting sekali, sebab itu adalah dasar dari semua perbandingan trigonometri. Dalil pythagoras, pelajaran matematika kuno sifat dari pada luas gambar segi empat diatas garis miring adalah sama jumlahnya dengan luas gambar segi empat diatas kedua sisinya.

5. Sudut tumpul.

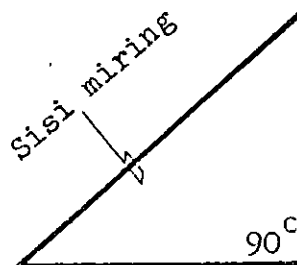
Gambar IV-34 adalah sudut tumpul yang mempunyai satu sudutnya sebesar 90° .

6. Sudut tajam.

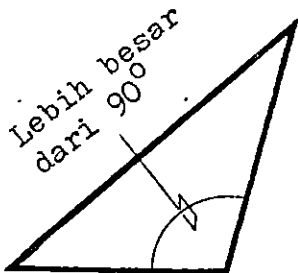
Gambar IV-35 adalah sudut tajam yang mempunyai tiga buah sudut, yang tiap-tiap sudutnya kecil dari 90° .



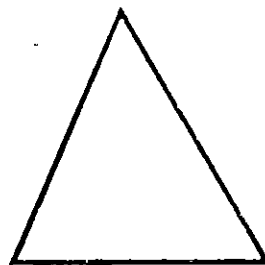
Gambar IV-32 :
Segi tiga sembarang.



Gambar IV-33 :
Segi tiga siku-siku.



Gambar IV-34 :
Sudut tumpul



Gambar IV-35 :
Sudut tajam.

Macam-macam lukisan segi tiga :

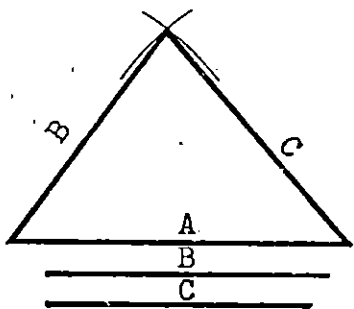
Gambar IV-36 adalah cara melukis konstruksi sebuah segi tiga yang mempunyai tiga ukuran panjang sisi-sisinya. Caranya :

1. Lukis garis A.
2. Dengan salah satu ujung A sebagai pusat, pasangkan jangka dengan panjang ukuran B dan lukis sebuah busur.
3. Dengan salah satu ujung A lainnya sebagai pusat, pasangkan jangka dengan panjang ukuran C, lukiskan dengan memotong busur.
4. Hubungkan ujung-ujung A yang saling memotong busur.

Gambar IV-37 adalah cara melukis konstruksi segi tiga yang mempunyai dua sisi A-B dan A-C serta sudut antaranya.

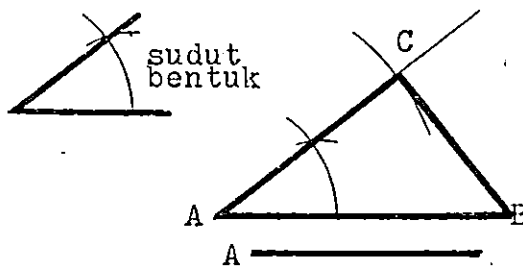
Caranya :

1. Lukis sisi A-B sebagai garis pusat.
2. Pada titik A buatlah sudut dan gunakan busur derajat jika diperlukan, kalau tidak pakai busur derajat bisa dilukis dengan jalan teknik pemindahan sudut.
3. Sepanjang garis ke dua di tandai dengan menggoreskan ukuran panjang A-C dengan menggunakan jangka.
4. Hubungkan B-C dengan jangka.



Gambar IV-36 :

Konstruksi segi tiga dengan panjang sisi-sisinya A-B-C.



Gambar IV-37 :

Konstruksi segi tiga dengan panjang sisi A-B, A-C serta sudut yang sudah diketahui.

gambar IV-38 adalah cara melukis konstruksi segi tiga sama sisi.

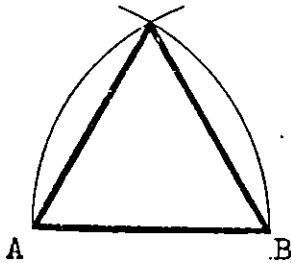
Caranya :

a. Metoda geometri

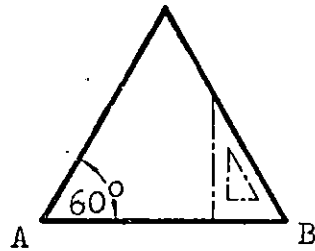
1. Lukis dasar A-B.
2. Dengan pusat A dan B, pasang jangka pada panjang AB, dan lukislah memotong busur.
3. Hubungkan ujung-ujung A-B dan saling memotong A-B.

b. Metoda perencana.

1. Lukis dasarnya.
2. Dengan sudut 30° - 60° pada siku-siku, lukis garis 60° ujung pada dasar yang saling berpotongan di titik - puncak.



(a) Metoda geometri



(b) Metoda perencana

Gambar IV-38 : Melukis Konstruksi segi tiga sama sisi.

Gambar IV-39 adalah cara melukis segi siku-siku yang mempunyai garis miring A-B dan salah satu sudutnya 90° .
Caranya :

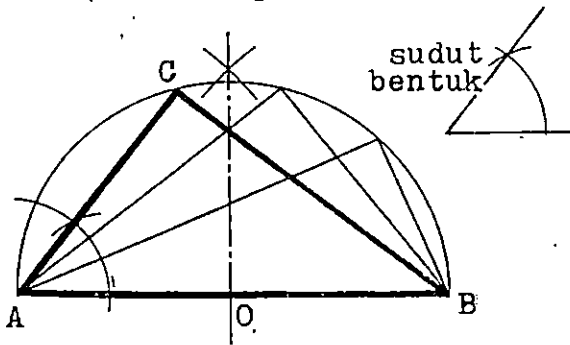
a. Metoda geometri.

1. Lukis garis A-B dan menghasilkan titik pusat O dengan membagi dua secara tegak lurus.
2. Dengan pusat O dan jari-jari O-A, lukis setengah lingkaran antara A dan B.
3. Dengan titik pusat A, buat sudut dan garis berikutnya di titik C diatas sebuah lingkaran.
4. Hubungkan titik C ke titik B.

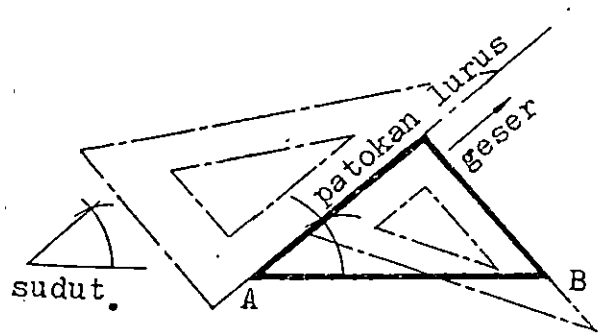
Catatan : setiap gambar segi tiga dengan diameter sebuah lingkaran sebagai alas, garis kelilingnya adalah sudut siku.

b. Metoda perencana.

1. Lukis garis A-B.
2. Buat sudut di titik A.
3. Buat potongan tepi diatas garis tanda sudut dan bidang miring dari sudut siku-siku sepanjang potongan tepi yang bersamaan dengan titik B.
4. Lukis garis tanda di segi tiga.



(a)Metoda geometri.



(b) Metoda perencana.

Gambar IV-39 : Melukis segi siku-siku yang mempunyai garis miring A-B dan salah satunya 90° .

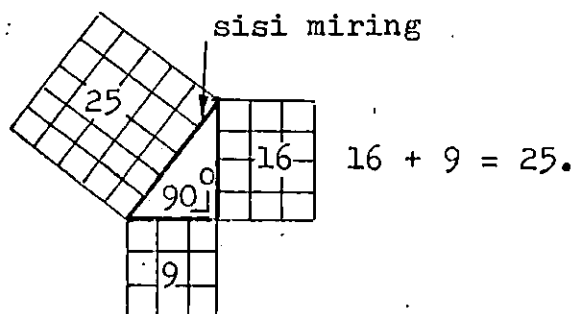


Gambar IV-40 adalah cara melukis bentuk persegi diatas garis miring sudut siku-siku segi tiga adalah sama jumlahnya persegi diatas kedua sisi-sisinya.

Caranya :

1. Lukis sudut siku-siku segi tiga, sisi-sisi siku-sikunya mempunyai 3 satuan dan 4 satuan panjang, itu akan menghasilkan 5 satuan panjang di garis miring.
2. Buat persegi diatas masing-masing sisinya dan ini membagi sampai 1 satuan persegi.
3. Jumlah persegi itu akan dilihat nomornya atau persegi di atas garis miring, dan oleh karena luasnya adalah sama dengan jumlah 2 persegi lainnya.

Gambar IV-40 :
Melukis bentuk persegi diatas garis miring siku-siku.



I. Melukis Macam-macam Segi empat

Gambar IV-41 adalah cara melukis sebuah segi empat sama sisi.

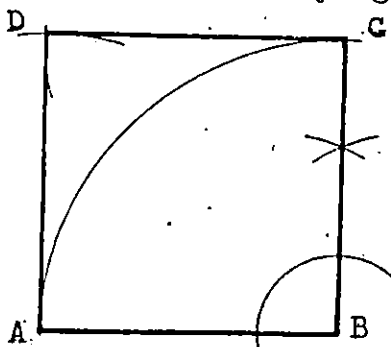
Caranya :

1. Lukislah garis A-B yang telah ditentukan panjangnya.
2. Tarik garis tegak lurus di titik B dan buat busur - lingkaran dengan titik B sebagai pusatnya dengan jari-jari A-B.
3. Busur tersebut memotong garis tegak lurus pada titik C.
4. Buat busur lingkaran di titik C dan A dengan jari-jari A-B.
5. Busur lingkaran tersebut berpotongan pada titik D.
6. Hubungkan titik-titik A-B-C-D. Maka segi empat tersebut adalah sama sisi.

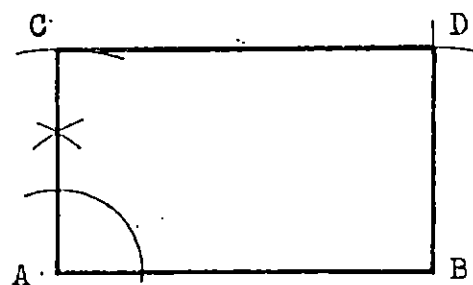
Gambar IV-42 adalah cara melukis empat persegi - panjang A-B dan sisi pendek.

Caranya :

1. Lukislah garis A-B dengan panjang yang telah ditentukan, dan tarik garis tegak lurus A-B pada titik A.
2. Lukislah busur lingkaran pada titik A dan titik B dengan jari-jari B-D yaitu sisi pendek.
3. Tarik garis sejajar / garis A-B melalui titik C. Garis tersebut memotong busur lingkaran yang lain pada titik D.
4. Hubungkan titik-titik A-B-C-D, maka segi empat tersebut adalah yang diminta.



Gambar IV-41 :
Segi empat sama sisi.



Gambar IV-42 :
Empat persegi panjang.

Gambar IV-43 adalah cara melukis segi empat belah ketupat.

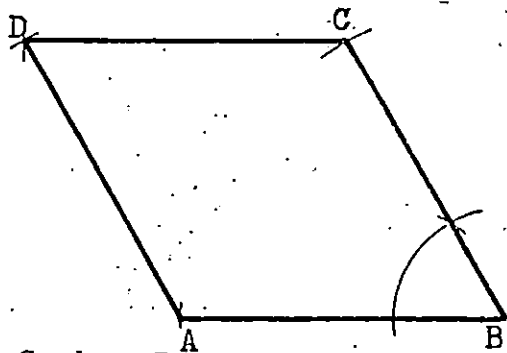
Caranya :

1. Lukislah garis A-B dengan panjang yang telah ditentukan.
2. Buatlah sudut pada titik B, misalnya sudut 50° .
3. Buat busur lingkaran pada titik B dengan jari-jari A-B sehingga memotong garis tersebut pada titik C.
4. Buatlah busur lingkaran pada titik C dan titik B dengan jari-jari yang sama, dan diperoleh titik D.
5. Hubungkan titik A-B-C-D. Maka membentuk segi empat belah ketupat.

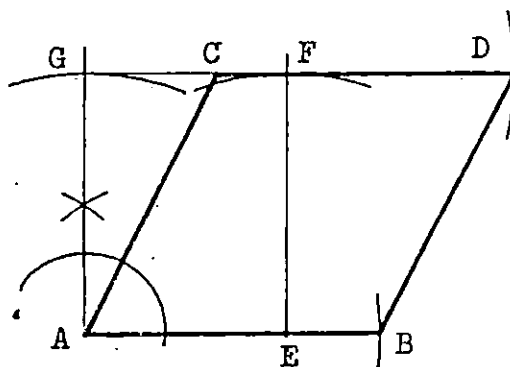
Gambar IV-44 adalah cara melukis belah ketupat yang telah diketahui sisi tingginya.

Caranya :

1. Buat garis lurus A-B, dan tarik garis tegak lurus A-B pada titik A, dan dengan melalui titik E pada garis A-B.
2. Buatlah busur lingkaran pada titik A dan titik E dengan jari-jari sama dengan tinggi dari belah ketupat dan busur lingkaran memotong garis pada titik P dan F.
3. Tarik garis tegak lurus pada G dan melalui F.
4. Titik C yang terletak diantara F dan G, hubungkan titik A dengan titik C.
5. Buat busur lingkaran di C dengan jari-jari C-A, memotong perpanjangan G-F pada titik D.
6. Buat busur lingkaran dengan jari-jari yang sama dengan jari-jari yang sama memotong garis A-E pada titik B, hubungkan titik B dengan titik D. Maka belah ketupat A-B-C dan D ketemu.



Gambar IV-43 :
Segi empat belah ketupat



Gambar IV-44 :
Belah ketupat

J. Melukis Macam-macam Segi Lima Beraturan

Gambar IV-45 adalah cara melukis yang diketahui salah satu sisinya.

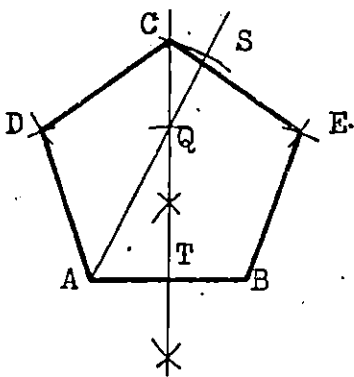
Caranya :

1. Garis A-B adalah sisi dari segi lima beraturan, garis tersebut dibagi dua sama panjang dan tarik garis tegak lurus melalui titik T.
2. Ukurkan T-Q sama panjang dengan garis A-B.
3. Hubungkan titik A dengan titik Q dan dari titik Q ukurkan Q-S sama panjang A-T.
4. Buat busur lingkaran pada titik A dengan jari-jari A-S sehingga memotong garis T-Q pada titik C.
5. Buat busur lingkaran pada titik C, titik A dan titik B dengan jari-jari A-B, maka memperoleh titik D dan titik E. Titik-titik A-B-C-D dan E dihubungkan, dalam hal ini akan membentuk atau merupakan segi lima beraturan yang diinginkan.

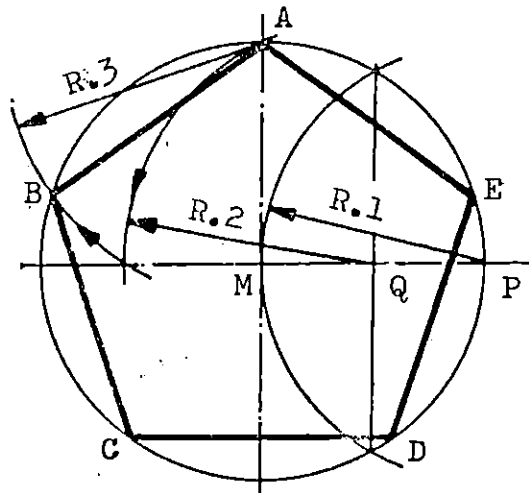
Gambar IV-46 adalah cara melukis segi lima yang berada di dalam lingkaran.

Caranya :

1. Buatlah busur-busur lingkaran yang berurutan dengan jari-jari R_1 , R_2 dan R_3 dari titik-titik P, Q dan A, maka akan dihasilkan satu sisi segi lima (sisi A-B).
2. Jangkakan sisi A-B yang sudah terlukis secara berurutan pada lingkaran M. Maka segi lima A-B-C-D-E didapat.



Gambar IV-45 : Melukis segi lima beraturan yang diketahui salah satu sisinya.



Gambar IV-46 : Melukis segi lima beraturan yang berada dalam lingkaran.

Gambar IV-47 adalah cara melukis segi lima yang berada di dalam lingkaran.

Caranya :

1. Buat garis dari titik O dengan sudut tertentu dari sumbu O-P.
2. Bagilah garis O-Q menjadi lima bagian sama panjang.
3. Hubungkan titik Q dengan titik P.
4. Buat garis-garis sejajar P-Q dari titik-titik bagi ke - sumbu O-P.
5. Buat busur lingkaran dengan jari-jari O-P pada titik O,
6. Buat busur lingkaran di titik P dengan jari-jari yang sama.
7. Kedua busur lingkaran tersebut berpotongan di titik T.
8. Tarik garis dari titik T ke titik 2 sehingga memotong - lingkaran di titik S.

Jarak O-S adalah salah satu sisi segi lima tersebut.

Gambar IV-48 adalah cara melukis segi lima beraturan yang telah diketahui salah satu sisinya.

Caranya :

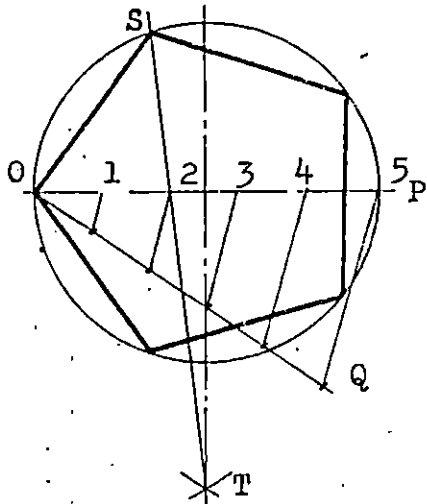
1. Garis A-B adalah salah satu sisi yang telah diketahui.
2. Bagilah garis A-B sama panjang.
3. Tarik garis tegak lurus A-B melalui titik C.
4. Buat busur lingkaran di titik A dengan jari-jari sama dengan A-B.
5. Tarik garis tegak lurus di A dan memotong busur lingkaran di titik D.
6. Hubungkan titik B dengan titik D dan memotong garis di titik 4.
7. Jarak titik 4 dan 6 dibagi dua dan memperoleh titik 5.
8. Titik 5 adalah pusat lingkaran segi lima.

Untuk membuat segi lima beraturan, kita ukurkan sisi A-B pada lingkaran tersebut.

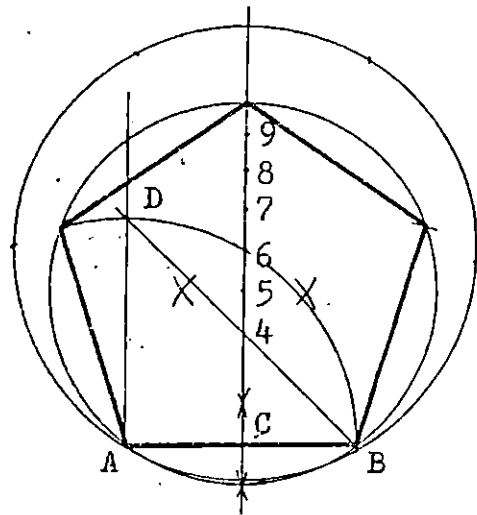
Prinsip ini bisa juga untuk membuat segi banyak, dengan jalan membuat lingkaran-lingkaran di titik-titik 6, 7, 8 9 dan seterusnya.

Titik-titik tersebut dibuat dengan mengukur jarak - 4 - 5, 5 - 6 dan seterusnya.

Misalnya membuat segi 9. Maka titik 9 adalah pusat lingkaran segi 9. Ukurkan sisi A-B pada lingkaran yang berpusat di titik 9 tadi.



Gambar IV-47 :
Melukis segi lima beraturan yang berada dalam lingkaran.



Gambar IV-48 :
Melukis segi lima beraturan yang sudah diketahui salah-satu sisinya.

K. Persegi Enam (Segi Enam Beraturan)

Persegi enam mempunyai sisi-sisi yang beraturan yang biasa terjadi dalam gambar mesin karena ini bentuk yang biasa dipergunakan pada kepala-kepala baur dan mur, salah satu dari enam sudut-sudutnya adalah sebagai standar kaki sudutnya.

Gambar IV-49 adalah cara melukis segi enam beraturan yang mempunyai panjang sisi-sisinya.

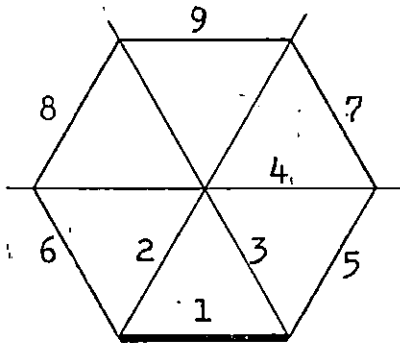
Caranya :

1. Lukislah salah satu sisi dengan panjang yang diketahui.
2. Gunakan siku-siku dengan sudut $60^{\circ} - 30^{\circ}$, dan lukis 6 segi tiga dengan elemen-elemen yang sama.

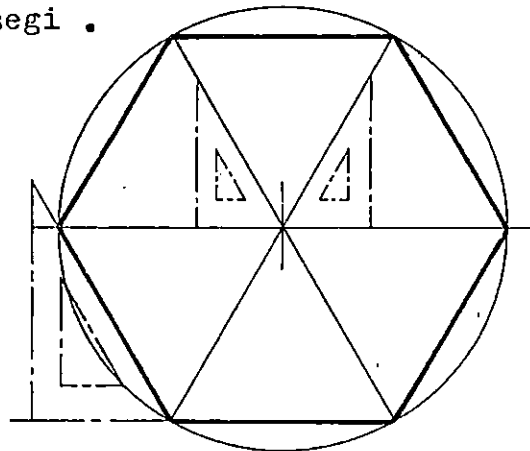
Gambar IV-50 adalah cara menggambar/melukis sebuah segi enam dengan ukuran sudut-sudut yang melintang. (dengan lingkaran menyinggung di luar segi enam).

Caranya :

1. Lukis diameter lingkaran yang sama ke jarak sudut yang berpotongan.
2. Gunakan siku-siku dengan sudut $60^{\circ} - 30^{\circ}$, dan bagi lingkaran menjadi 6 bagian yang sama.
3. Gunakan siku-siku $60^{\circ} - 30^{\circ}$, lukis garis-garis dalam 6 bagian yang menghasilkan persegi .



Gambar IV-49 :
Melukis segi enam yang diketahui salah satu sisinya



Gambar IV-50 :
Melukis segi enam dengan ukuran sudutnya yang melintang.

Gambar IV-51 adalah cara melukis segi enam beraturan dengan ukuran sisi picak yang melintang (menyinggung lingkaran di dalam).

Caranya :

1. Lukis lingkaran dengan diameter yang sama jaraknya kesudut yang berpotongan.
2. Lukis konstruksi garis singgung horizontal keatas dan di bawah lingkaran.
3. Dengan menggunakan siku-siku $60^{\circ} - 30^{\circ}$, lukis dua buah garis horizontal dengan sudut 60° melalui pusat lingkaran. Lanjutkan garis itu yang memotong bagian atas dan bawah garis singgung dan bentuknya menjadi dua buah segi tiga A dan B yang sama.
4. Lengkapi elemen-elemen segi tiga yang sama dengan siku-siku sudut $60^{\circ} - 30^{\circ}$.

Gambar IV-51 adalah cara melukis segi enam beraturan, didalam lingkaran dengan menggunakan jangka.

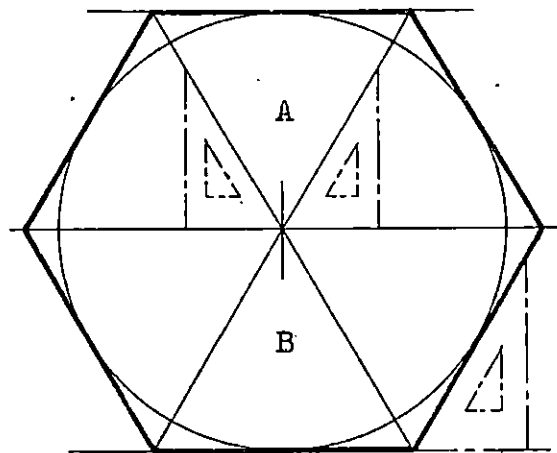
Caranya :

1. Lukislah lingkaran dengan A-B, titik O sebagai pusat lingkaran tersebut.
2. Tarik garis tegak lurus A-B melalui titik O, sehingga merupakan sumbu tegak dari lingkaran, dan memotong lingkaran di titik C dan D.
3. Buat busur lingkaran di titik C dan D dengan jari-jari yang sama yaitu setengah sumbu A-B.
4. Busur lingkaran tersebut memotong lingkaran di titik E, F, G dan H. Hubungkan titik-titik tersebut sehingga membentuk segi enam beraturan.

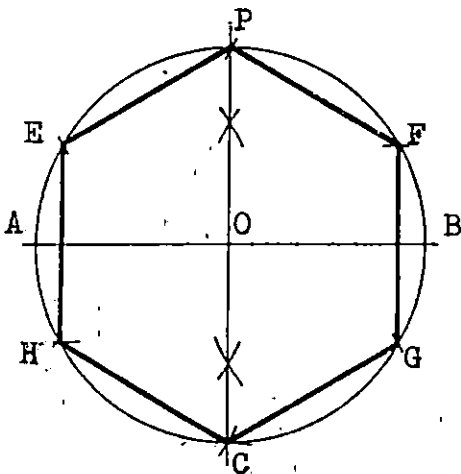
Gambar IV-52 adalah cara melukis segi enam beraturan yang berada di luar lingkaran, dan sudah diketahui salah satu sisinya dan menggunakan jangka.

Caranya :

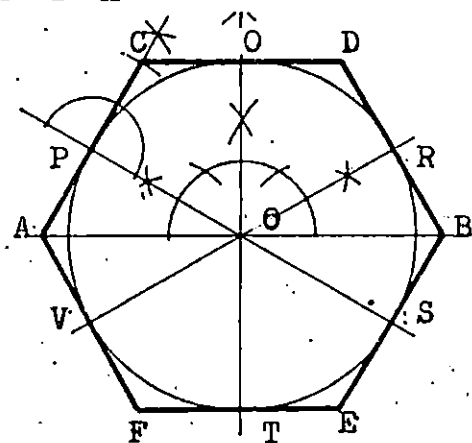
1. Buat lingkaran yang telah ditentukan pusatnya adalah O.
2. Buat garis A-B melalui pusat lingkaran dan garis O-T tegak lurus A-B melalui titik O.
3. Buat sudut 30° diatas dan dibawah sumbu A-B dan memotong lingkaran di titik P, R, S dan V.
4. Tarik garis tegak lurus O-P memotong garis A-B di titik A.
5. Buat lingkaran dengan jari-jari A-O memotong perpanjangan A-P di titik C.
6. Dengan cara yang sama pada di agonal O-R , O-S dan O-V untuk memperoleh titik D, E, F.
7. Hubungkan titik-titik tersebut, dalam hal ini merupakan segi enam beraturan yang di inginkan.



Gambar IV-51 : Segi enam dengan menyinggung lingkaran di dalam.



Gambar IV-52 : Segi enam dengan menyinggung lingkaran - di luar pakai jangka.



Gambar IV-53 : Segi enam dengan lingkaran di dalam.

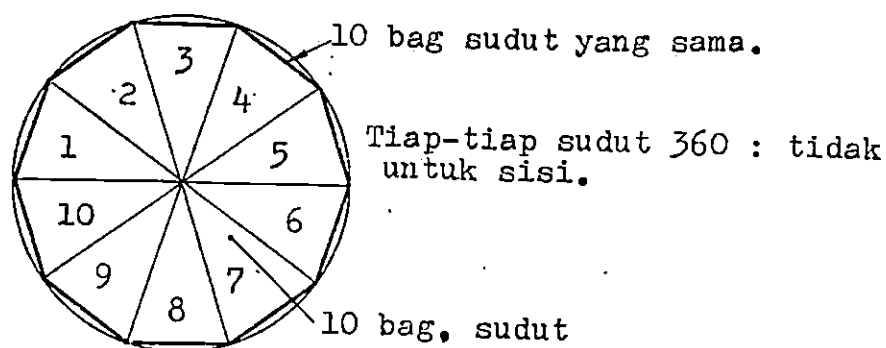
L. Segi Banyak Beraturan

Segi banyak beraturan mempunyai banyak sisi sisi nya yang kadang-kadang di butuhkan dalam gambar teknik - mesin, sebagai metoda geometri pada konstruksi persegi banyak dapat ditemukan dalam buku-buku pegangan. Hal ini su lit untuk di ingat semua, oleh karena itu yang terbaik un tuk di pelajari dengan prinsip yang sederhana penggunaan-

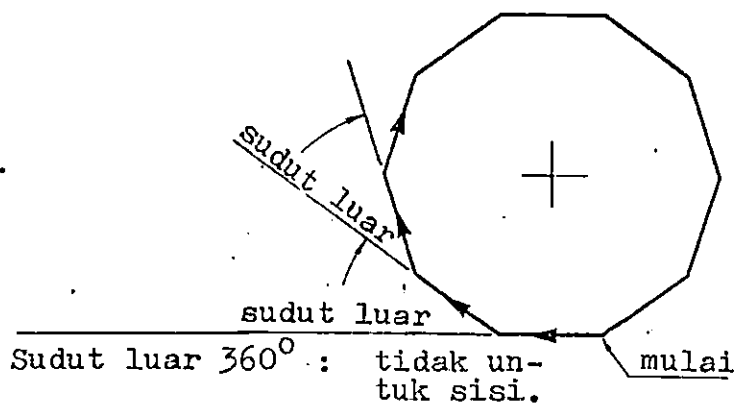
nya pada persegi banyak lainnya dan dapat di ingat untuk penggunaan di waktu di butuhkan.

Gambar IV-54 adalah adalah persegi banyak yang lengkap yang bentuk lingkarannya 360° untuk tiap-tiap bentuk sisi pada pusat sudutnya yang dapat di bagi 360° menjadi sisi yang sama.

Gambar IV-55 adalah p persegi banyak yang sudut luar-nya adalah 360° menjadi nomor-nomor atau sisi-sisi. Bayangan keliling persegi banyak, tiap-tiap sudutnya pada keliling di sisi selanjutnya di rubah-rubah oleh sudutnya. Untuk melengkapi keliling 360° waktu merubah dengan di buat dalam - berbagai arah pada sisi-sisi persegi banyak. Sudut ini dike- tahu sebagai sudut luar dan menjadikan 360° menjadi bagian sisi-sisinya.



Gambar IV-54 : Persegi banyak dengan lingkaran 360° .

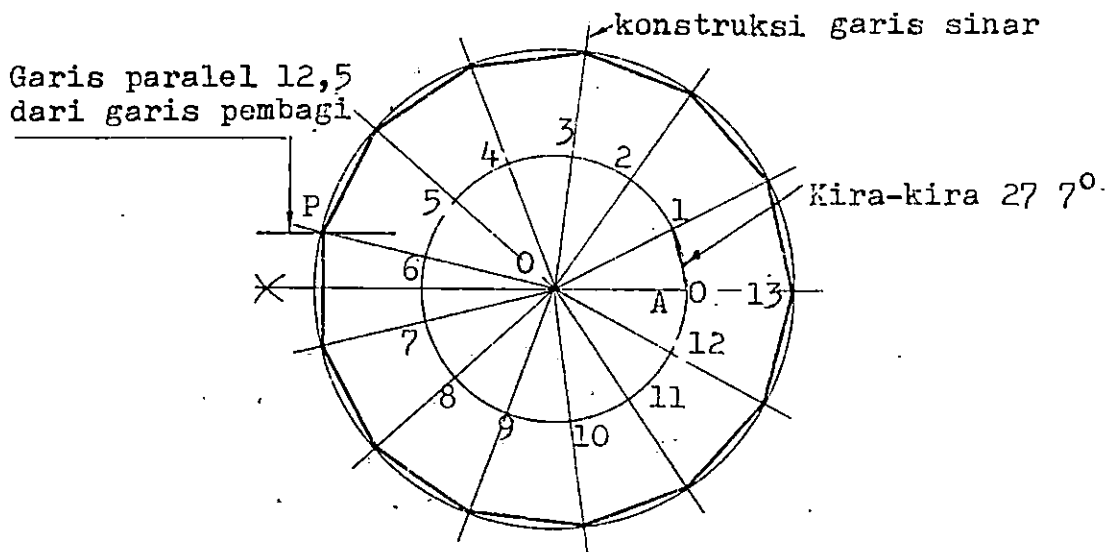


Gambar IV-55 : Persegi banyak dengan sudut luar 360° menjadi nomor-nomor sisi.

Gambar IV-56 adalah cara melukis segi banyak beraturan dengan beberapa sisi dan masing-masing panjang sisinya. Sebagai contoh di lukis persegi banyak dengan 13 sisi, tiap sisinya dengan panjang 25 mm.

Caramya :

1. Dengan titik pusat O, lukislah lingkaran dengan jari-jari yang sesuai dan letaknya seteliti mungkin dengan sudut yang sama untuk membagi 360° menjadi 13 (pendekatan $27,7^\circ$).
2. Gunakan tali dengan jarak A-B pada garis bagi dan engatur bagian luar jika di perlukan, putar lingkaran 13 kali dengan tepat.
3. Hubungkan pusat O ke 13 titik dengan garis konstruksi radial.
4. Bagi dengan teliti salah satu sudutnya dan lukis garis - paralel ke garis bagi, separuh panjang sisi persegi banyak (12,5 mm). Dengan jari-jari garis O-P lukis lingkaran, hubungkan bagian-bagian titiknya dengan garis radial dan lingkaran ke konstruksi persegi yang di kehendaki.



Gambar IV-56 : Segi banyak beraturan dengan beberapa sisi dan masing-masing panjang sisinya.

Gambar IV-57 adalah cara melukis segi banyak (segi n) dengan membagi diameter segi n sesuai dengan segi banyak yang di inginkan. Sebagai contoh di lukis segi 9 ($n=9$).

Caranya :

1. Bagilah diameter lingkaran A-O-B menjadi 9 bagian sama - panjang.
2. Garis tengah A-B dan C-D di perpanjang keluar lingkaran sepanjang $1/9$ diameter hingga menghasilkan titik F dan G.
3. Hubungkan titik F dan G yang memotong lingkaran di titik E.
4. Titik E di hubungkan dengan titik pembagian 3', maka panjang E-3' merupakan salah satu sisi segi sembilan beraturan yang di inginkan.

Catatan:

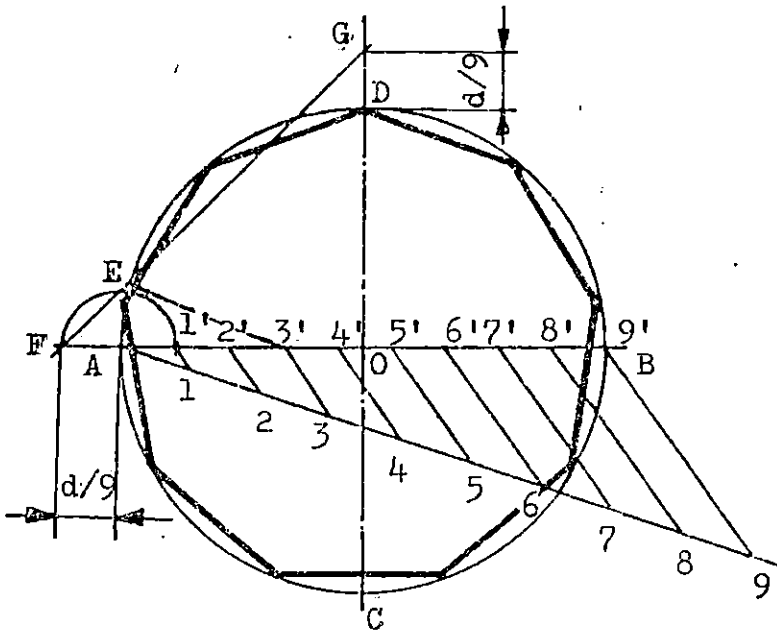
Hubungan titik E selalu dengan nomor 3' untuk setiap lukisan segi banyak. Perpanjangan diameter A-B dan C-D (A-F dan D-G) mengikuti angka segi banyak tersebut. Misalnya untuk segi ti ga belas perpanjangannya adalah $1/13$.

Gambar IV-58 adalah cara melukis segi banyak beratur an yang menggunakan rumus: $2(n-2)(90^\circ/n)$. Misalnya kita akan melukis segi tujuh beraturan adalah $5/7 \times 180^\circ$.

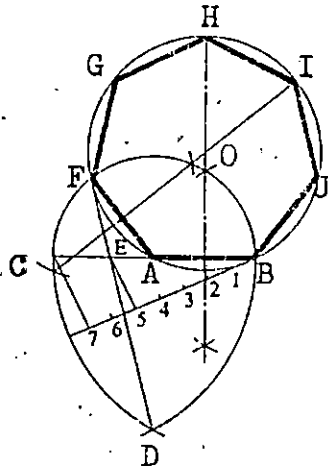
Caranya :

1. Lukislah jari-jari A-B, perpanjanglah B-A sehingga titik C, dimana $B-C = 2 A-B$.
2. Tentukanlah titik E pada garis B-C, dimana $B-E = 5/7BC$, dan hubungkanlah titik D dan E, sehingga perpanjangannya memotong setengah lingkaran pada titik F. Sudut F-A-B adalah - sudut dalam dari segi tujuh beraturan yang dicari.
3. Gambarlah garis bagi tegak lurus dari garis A-B dan A-F, yang saling berpotongan di O. Maka O adalah titik pusat lingkaran keliling dari segi tujuh beraturan tersebut.
4. Dengan jari-jari O-A dan titik pusat O gambarkanlah lingkaran tersebut, dan bagilah lingkaran ini dengan A-B, yang menghasilkan titik-titik G, H, I dan J.

Jika titik-titik ini berurutan dihubungkan dengan garis lurus, maka segi tujuh beraturan akan terbukti.



Gambar IV-57 : Melukis segi banyak (n) beraturan.



Gambar IV-58 : Melukis segi banyak (n) beraturan.

M. Segi dua belas beraturan

Gambar IV-59 adalah cara membagi keliling lingkaran menjadi dua belas bagian yang sama dengan menggunakan sepasang segi-tiga (dibantu dengan mistar T).

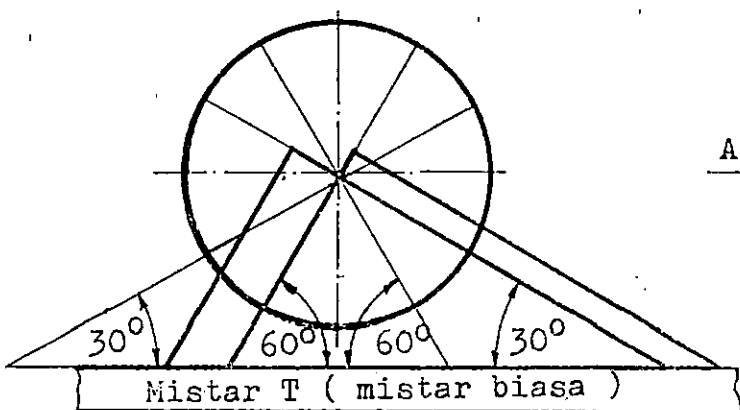
Caranya :

1. Lukislah diameter dengan segi-tiga dengan sudut 60° menempel pada mistar T atau mistar biasa ke kiri, dan sebuah diameter dengan cara yang sama, tetapi sudut 60° menghadap ke kanan.
2. Lukislah diameter dengan mistar segi-tiga dengan sudut 30° yang ditempelkan pada mistar T atau mistar biasa, sekali menghadap ke kiri dan sekali menghadap ke kanan.
3. Garis-garis diameter dan garis-garis sumbu lingkaran ini akan membagi lingkaran dalam dua belas bagian sama.

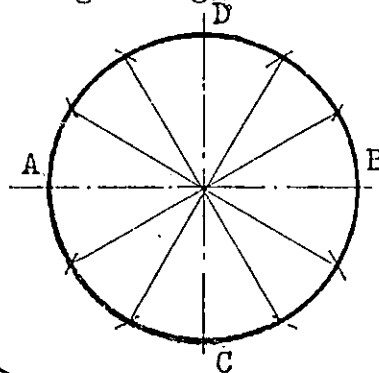
Gambar IV-60 adalah cara membagi keliling lingkaran menjadi dua belas bagian yang sama hanya dengan menggunakan jangka saja.

Caranya :

1. Gambarlah sumbu-sumbu A-B dan C-D, dan dengan titik potong O dari ke dua garis sumbu tadi sebagai titik pusat, lukislah lingkaran yang akan di bagi dalam 12 bagian yang sama.
2. Dengan jari-jari lingkaran tersebut buatlah busur-busur kecil dengan titik pusat berturut-turut A, B, C dan D yang memotong lingkaran. Maka titik-titik potong ini merupakan titik-titik pembagi lingkaran.



Gambar IV-59 : Membagi lingkaran menjadi 12 bagian sama dengan mistar.



Gambar IV-60 : Membagi lingkaran 12 bag. sama dengan jangka.

N. Macam-macam Garis Lengkung (elips, parabola dan hyperbola)

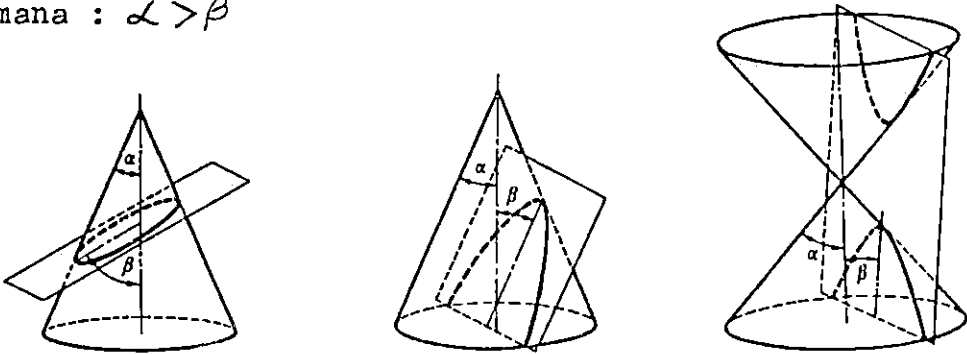
Apabila sebuah kerucut dipancang miring oleh sebuah bidang datar, maka akan terjadi bermacam-macam garis - potongan. Garis-garis potongan ini dapat berbentuk lingkaran apabila memotongnya sejajar dengan bidang dasar, kalau di potong miring akan terjadi bermacam-macam antara - lain : elips, parabola dan hyperbola.

Sudut antara sumbu kerucut dan garis pembentuk disebut α , dan sudut antara sumbu kerucut dan bidang potong di sebut β . Hubungan antara α dan β menentukan bentuk potongan kerucut sebagai berikut :

Gambar IV-61.a adalah sebuah kerucut yang di- potong miring yang berbentuk ELIPS dimana: $\alpha < \beta$

Gambar IV-61.b adalah sebuah kerucut yang di potong miring berbentuk PARABOLA dimana : $\alpha = \beta$

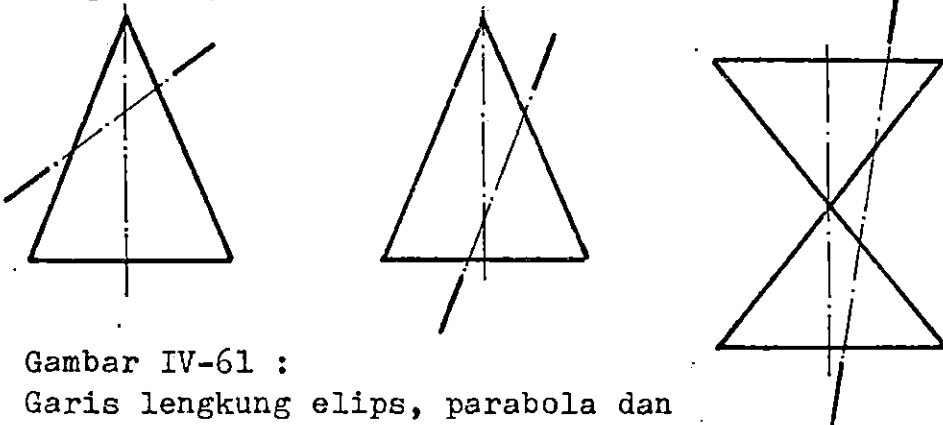
Gambar IV-61.c adalah sebuah kerucut yang di potong sejajar garis sumbu kerucut yang berbentuk HYPERPOBA, dimana : $\alpha > \beta$



a. Elips ($\alpha < \beta$)

b. Parabola ($\alpha = \beta$)

c. Hyperbola ($\alpha > \beta$)



Gambar IV-61 :

Garis lengkung elips, parabola dan hyperbola.

Dalam gambar teknik mesin bentuk penarikan elips pada pokoknya sebagai pokoknya senagai akibat proyeksi pandangan. Kadang-kadang bentuk elips banyak dipergunakan pada bentuk-bentuk pesawat terbang atau badan-badan kapal selam. Untuk rencana yang di maksudkan dan ini terutama pada perencanaan gambar harus lebih diperbaiki untuk menghasilkan bentuk yang mirip dan tepat. Oleh sebabitu rencana yang mempunyai metoda yang sesuai dan ketelitian yang di butuhkan dan juga metoda-metoda yang mungkin penyelesaian gambarnya sangat sederhana dan mudah di buat menjadi benda yang sebenarnya.

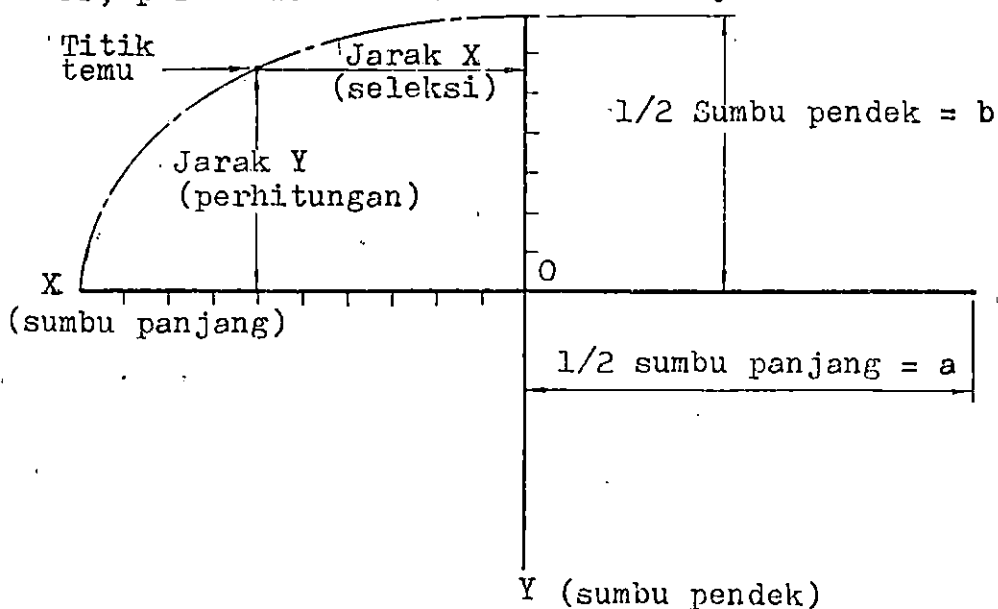
Di bawah ini akan kami sajikan beberapa metoda/cara membuat/melukis elips, dan para juru gambar atau para perencana untuk memilih metoda yang tepat.

Gambar IV-62 adalah cara melukis elips dengan rumus matematika elips yaitu :

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Rumus dasar elips adalah : $Y = \sqrt{\frac{b^2}{a^2} (a^2 - X^2)}$

Jika garis sumbu mayor dan minor diketahui, nilai Y dapat di hitung, untuk mendapatkan nilai X. Besaran yang benar untuk memasang titik-titik itu dapat di hitung dan cara menempatkan gambar, perhatikan tabel untuk X dan Y.



Gambar IV-62 : Melukis elips secara matematika.

Contoh perhitungan elips dengan metoda matematika:

Lukis dua elips dengan sebuah ukuran yang lengkap yaitu garis sumbu mayor/panjang 200mm & garis sumbu minor 80 mm.

Rumus elips adalah : $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

Dimana :

$a = 100$ mm (1/2 garis sumbu mayor/panjang).

$b = 40$ mm (1/2 garis sumbu minor/pendek).

$X = 10$ mm, 20 mm, 30 mm, s/d 100 mm.

Y dapat di hitung dengan rumus :

$$Y = \sqrt{\frac{b^2}{a^2} (a^2 - X^2)}$$

Lukis susunan tabel berisi nilai-nilai X dan Y .

TABEL SUSUNAN UNTUK ELIPS (mm)											
X	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Y	40	39,80	39,19	38,16	36,66	34,64	32,00	28,57	24	17,44	0

Contoh perhitungan :

Perhitungan Y dimana $X = 10$ mm. dan $X = 40$ mm.

$$Y = \sqrt{\frac{b^2}{a^2} (a^2 - X^2)}$$

$$Y = \sqrt{\frac{40^2}{100^2} (100^2 - 10^2)}$$

$$Y = \sqrt{\frac{1600}{10000} (10000 - 100)}$$

$$Y = \sqrt{\frac{1600 \times 9900}{10000}}$$

$$Y = \sqrt{1584}$$

$$Y = 39,80 \text{ mm}$$

$$Y = \sqrt{\frac{b^2}{a^2} (a^2 - X^2)}$$

$$Y = \sqrt{\frac{40^2}{100^2} (100^2 - 40^2)}$$

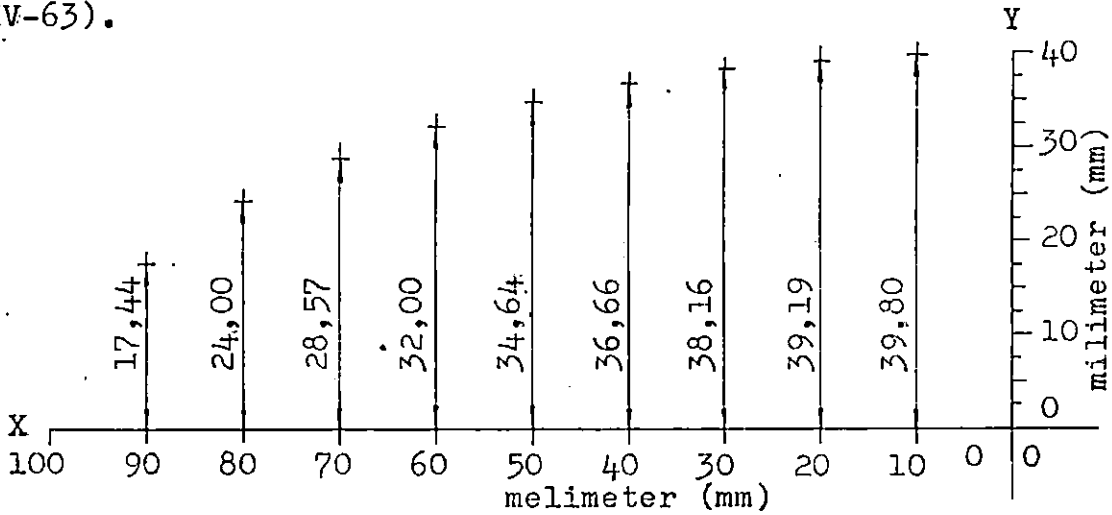
$$Y = \sqrt{\frac{1600}{10000} (10000 - 1600)}$$

$$Y = \sqrt{\frac{1600 \times 8400}{10000}}$$

$$Y = \sqrt{1344}$$

$$Y = 36,66$$

Tabel tersebut diatas (tabel susunan untuk elips) menghasilkan nilai X dan Y untuk penyusunan 1/4 bagian dari elips, yang lengkap berisikan bentuk yang simetris (lihat gambar - IV-63).



Gambar IV-63 : Contoh lukisan 1/4 elips berdasarkan perhitungan matematika.

Gambar IV- 64 adalah cara melukis elips dengan menggunakan metoda lingkaran konsentris.

Caranya :

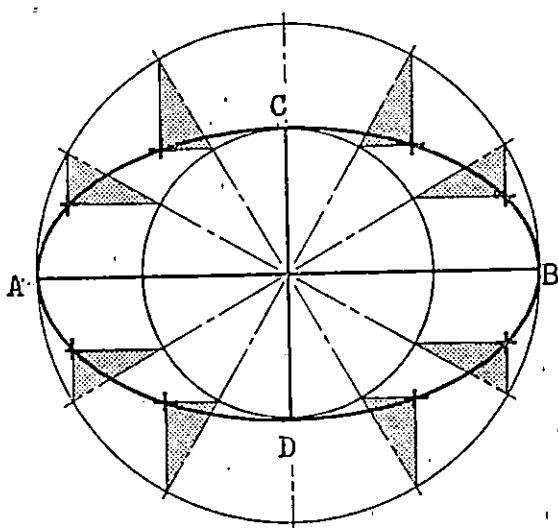
1. Lukis garis sumbu mayor dan minor A-B dan C-D, ini digunakan sebagai diameter dari gambar lingkaran.
2. Membagi lingkaran menjadi bagian yang sama (dalam hal ini 12 bagian sama) atau gunakan sepasang mistar yang 30° - 60° .
3. Dimana titik bagian tadi di tarik kedalam dan keluar untuk lingkaran yang kecil dan lingkaran yang besar, dan masing-masing saling memotong pada titik-titik tersebut.
4. Hubungkan titik-titik tersebut dengan mistar mal yang cocok sampai menjadi bagian yang lengkap.

Gambar IV-65 adalah cara melukis elips dengan menggunakan seutas tali, dimana sumbu elips sudah ditentukan.

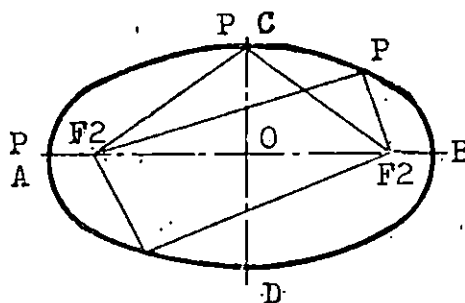
Caranya :

1. Buatlah sumbu mayor A-B dan sumbu minor C-D.

2. F_1 dan F_2 adalah titik pusat elips (fokus), titik pusat tersebut terletak pada sumbu mayor $A-B$ dan pada sumbu minor $C-D$.
3. Lukislah lingkaran dengan titik pusat D memotong sumbu mayor (panjang) di F_1 dan F_2 , jari-jari lingkaran adalah $A-O$, atau $1/2$ sumbu mayor.
4. Ikatkan ujung tali pada F_1 dan F_2 , apabila titik P terletak pada titik A maka panjang tali $A-F_1 + A-F_2$ panjang tali adalah tetap. Apabila titik P terletak pada titik D maka $F_1-D + F_2-D = A-F_1 + A-F_2$.
Titik P sembarang maka $F_1-P + F_2-P = F_1-D + F_2-D = F_1+F_2-A$.



Gambar IV-64 :
Melukis elips dengan metoda
lingkaran konsentris,



Gambar IV-65 :
Melukis elips dengan seutas
tali.

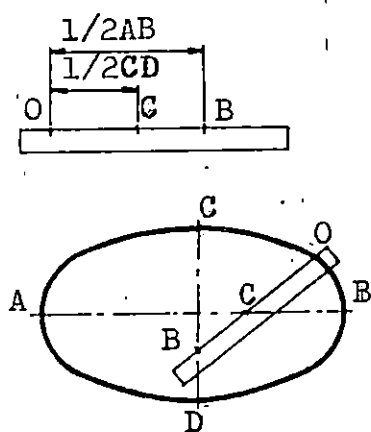
Gambar IV-66 adalah cara melukis elips dengan menggunakan mistar, sumbu panjang dan sumbu pendek telah diketahui. Caranya :

1. $A-B$ adalah sumbu panjang / mayor, $C-D$ adalah sumbu pendek.
2. Ukurkan setengah sumbu panjang maupun setengah sumbu pendek ($1/2 A-B$ dan $1/2 C-D$) pada mistar.
3. Titik O sebagai titik pangkal. Kemudian mistar dipasang pada sumbu elips dan titik C harus bergerak pada sumbu panjang ($A-B$), sedangkan titik B harus bergerak pada sumbu pendek ($C-D$).
4. Jalankan titik O dan akan membuat suatu elips yang diinginkan.

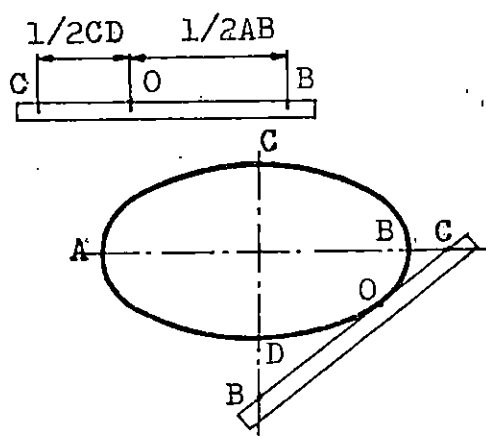
Gambar IV-67 adalah cara membuat elips dengan menggunakan mistar juga tetapi caranya lain, yaitu titik O di tempatkan antara titik C dan titik B.

Caranya :

1. Letakkan mistar pada sumbu elips dimana titik C harus bergerak pada sumbu panjang, dan titik B bergerak pada sumbu pendek (C-D).
2. Apabila mistar tersebut digerakkan, maka titik O akan membuat sebuah elips yang di inginkan.



Gambar IV-66:
Melukis elips dengan menggunakan mistar.



Gambar IV-67 :
Melukis elips dengan menggunakan mistar.

Gambar IV-68 adalah cara melukis elips yang terdapat dalam segi empat, atau dengan cara isometrik. Karena segi empat tersebut mempunyai sudut 30° dengan garis mendatar.

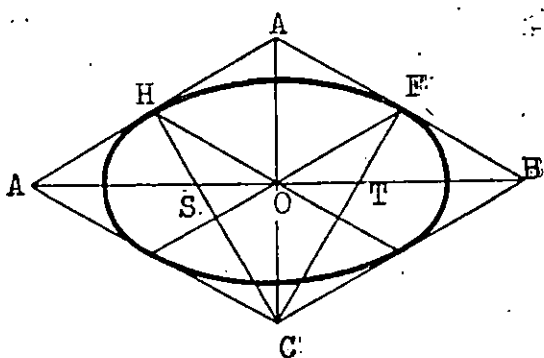
Caranya :

1. Lukislah sumbu segi empat dan juga garis di agonalnya.
2. Tarik garis C-F memotong O-B pada titik T.
3. Tarik garis C-H memotong O-D pada titik S.
4. Buat lingkaran pada titik T dengan dengan jari-jari C-H di titik C.
5. Buat lingkaran pada titik T dengan jari-jari T-F.
6. Buat lingkaran pada titik A dengan jari-jari C-F, maka akan terbentuklah elips yang di inginkan.

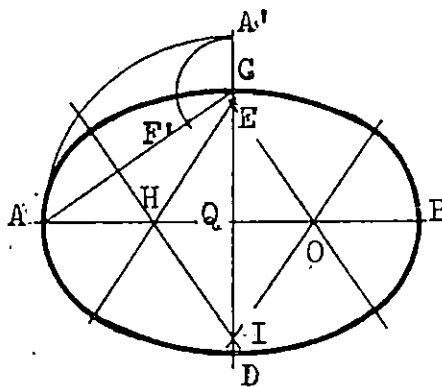
Gambar IV-69 adalah cara melukis sebuah elips dengan empat pusat lingkaran. Sumbu panjang (mayor) A-B dan sumbu pendek (minor) C-D.

Caranya :

1. Hubungkan titik A dengan C, kemudian buat lingkaran dengan jari-jari Q-A dengan pusat lingkaran pada titik Q.
2. Buat lingkaran pada titik C dengan jari-jari C-A' dan memotong garis C-A di F.
3. Buat garis tegak lurus A-F dan melalui pertengahan A-F, garis tersebut memotong garis Q-A pada titik H dan memotong garis Q-D pada titik I.
4. Ukurkan garis Q-O sama dengan garis Q-H pada garis Q-B. Ukurkan Q-E sama dengan Q-I pada garis Q-A. Titik-titik H, I, O dan E adalah pusat busur lingkaran untuk membuat elips.



Gambar IV-68 :
Melukis elips dengan cara isometrik.



Gambar IV-69 :
Melukis elips dengan empat pusat lingkaran.

Gambar IV-70 adalah cara melukis elips dengan garis singgung elips yang melalui sebuah titik P di luar elips.

Caranya :

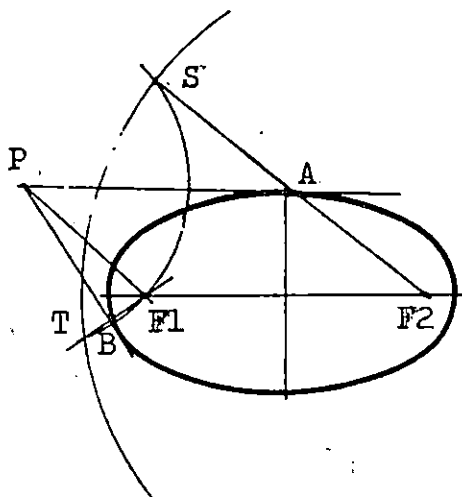
1. Buat busur lingkaran dengan jari-jari sama dengan sumbu mayor dengan pusat busur lingkaran pada titik fokus F₂.
2. Lukislah busur lingkaran dengan pusat busur lingkaran tersebut pada titik P dan dengan jari-jari P-F₁, busur lingkaran tersebut berpotongan dengan busur lingkaran yang lain pada titik S dan titik T.

3. Tariklah garis dari titik S ke titik F2 dan garis tersebut memotong elips di titik A.
4. Tariklah garis dari titik T ke titik F1 memotong elips pada titik B.
5. Tariklah garis dari titik A ke titik P dan tariklah dari titik B ke titik P. Garis tersebut merupakan garis singgung.

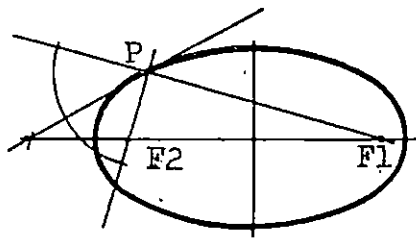
Gambar IV-71 adalah cara melukis elips dengan garis singgung elips yang melalui titik P, sedang titik P berada pada elips.

Caranya :

1. Tariklah garis dari F2 dan tariklah garis F1-P keluar sehingga membentuk sebuah sudut luar dari segi tiga F1-P-F2.
2. Bagilah sudut luar segi tiga tersebut menjadi dua bagian yang sama.
3. Garis bagi tersebut adalah merupakan garis singgung elips yang melalui titik P.



Gambar IV-70 :
Garis singgung elips yang melalui sebuah titik P di luar elips.



Gambar IV-71 :
Garis singgung elips yang melalui titik P yang berada pada elips.

Gambar IV-72 adalah cara melukis elips yang terdapat di dalam sebuah segi empat siku-siku.

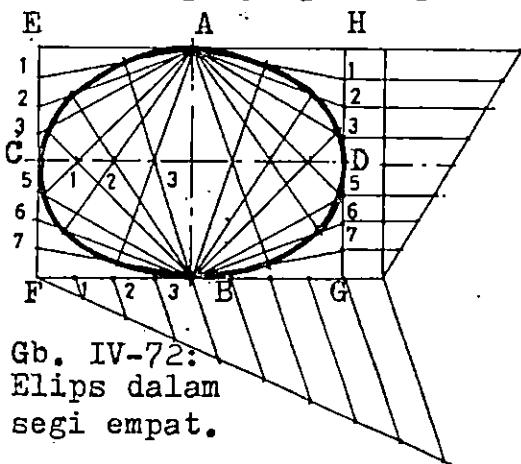
Caranya :

1. Garis A-B adalah sumbu minor dan garis C-D adalah sumbu mayor.
2. Buatlah segi empat E-F-G-H.
3. Bagilah sumbu mayor garis C-D menjadi bagian yang sama panjang .
4. Bagilah sumbu minor garis A-B menjadi bagian yang sama panjang pula.
5. Tarik garis dari titik tersebut ke titik A dan titik B.
6. Garis 1-A berpotongan dengan garis 3-B, garis 2-A berpotongan dengan garis 2-B dan seterusnya.
7. Hubungkan titik-titik potong dan akan membentuk sebuah elips.

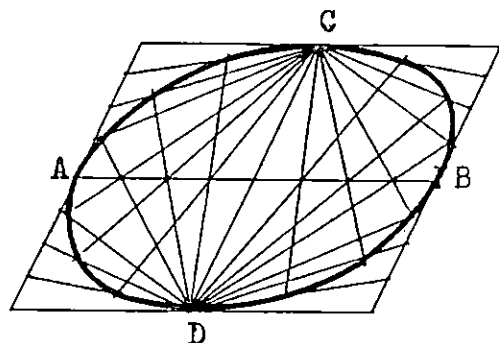
Gambar IV-73 adalah cara melukis elips yang terletak di dalam belah ketupat.

Caranya :

1. Buatlah garis sumbu pada segi empat tersebut. Garis A-B adalah sumbu mayor dan garis C-D adalah sumbu minor.
2. Bagilah sumbu mayor (garis A-B) menjadi dalam n bagian yang sama panjang.
3. Bagilah sumbu minor (garis C-D) menjadi dalam n bagian yang sama panjang pula.
4. Hubungkanlah titik-titik bagi ke titik C dan titik D seperti pada gambar.
5. Hubungkanlah titik-titik potong, maka akan terbentuk garis elips yang diinginkan.



Gb. IV-72:
Elips dalam
segi empat.



Gambar IV-73:
Elips dalam belah ketupat.

Gambar IV-74 adalah cara melukis elips dengan busur-busur lingkaran. Dimana sumbu mayor adalah garis A-B dan sumbu minor adalah garis C-D.

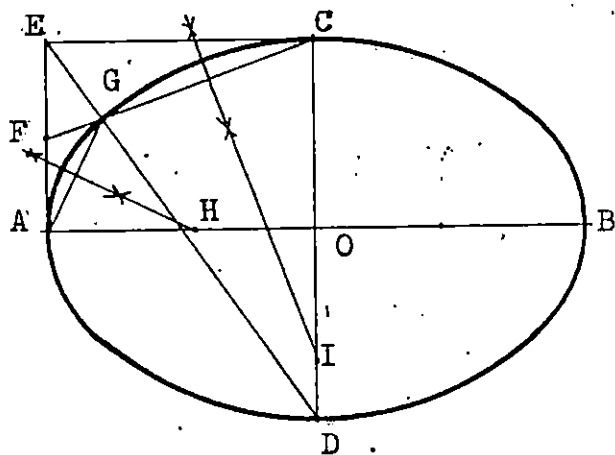
Caranya :

1. Buatlah segi empat A-O-C-E, dimana A-F adalah $1/2$ A-E.
2. Hubungkan titik F dengan titik C dan titik E dengan titik D.
3. Garis D-E memotong garis C-F pada titik G. Garis bagi A-G memotong A-O di H dan buatlah busur A-G.
4. Garis bagi C-G memotong garis O-D pada titik I dan buatlah busur G-C. Dan seterusnya sehingga terbentuk sebuah elips.

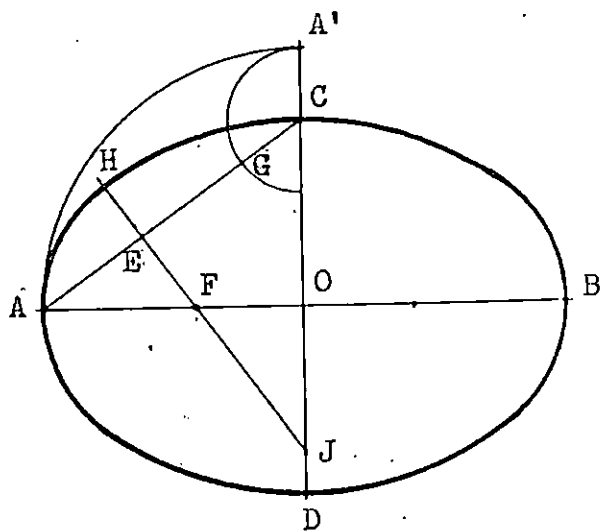
Gambar IV-75 adalah lain yaitu dengan pendekatan.

Caranya :

1. Tariklah diagonal segi empat tersebut yaitu dari titik A ke C.
2. Lingkarkan O-A ke O-A', ukurkan C-G sama panjang dengan C-A'. Garis A-G dibagi menjadi dua sama panjang. Garis bagi A-G memotong sumbu O-D pada titik J.
3. Buatlah busur lingkaran dengan titik pusat di J dengan jari-jari J-H. Untuk sisi-sisi yang lainnya sama caranya.



Gambar IV-74 :
Melukis elips dengan busur-busur lingkaran.



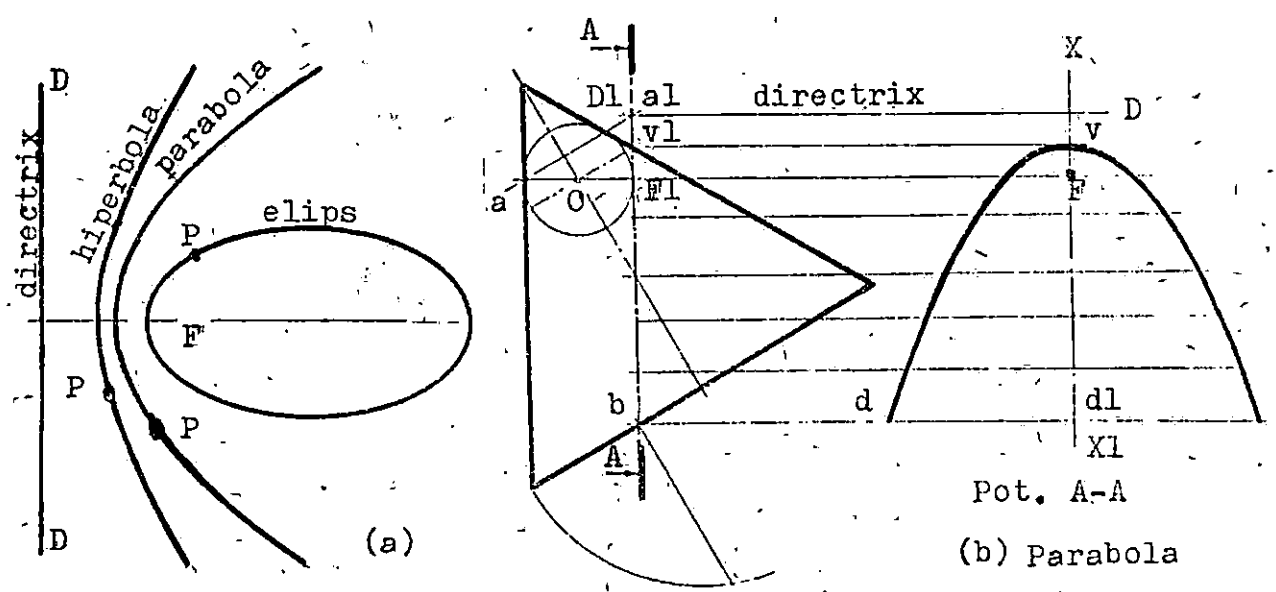
Gambar IV-75 :
Cara melukis elips dengan pendekatan.

O. Parabola

Parabola adalah garis lengkung yang mana beflaku un-
 tuk pemotongan datar paralel pada sisi miring sebuah keru-
 cut. Parabola juga merupakan garis lengkung yang menghasil-
 kan titik-titik yang bergerak sepanjang jalan/garis kecil,
 menahan pada jarak yang sama dari sebuah titik tang-
 kap fokus dan mendapatkan garis lurus langsung. Reflektor
 pembangkit dari parabola mampu memindahkan sinar paralel -
 dari panas, cahaya dan tenaga dari titik sumber pemindahan
 keadaan fokus. Perubahan reflektor parabola juga bisa me-
 mampatkan dengan sinar lemah paralel dari tenaga yang jarak
 nya jauh dan memusatkan pada titik api dimana dapat menemu-
 kan dan mengukur. Reflektor-reflektor parabola dapat meman-
 carkan lampu sorot, lampu sorot depan, pesawat pemanas lis-
 trik, cermin teleskop, radio dan antena radar.

Gambar IV-76.a adalah betuk kerucut yang di potong
 miring akan menghasilkan bentuk potongan antara lain elips,
 parabol dan hiperbola.

Gambar IV-76.b adalah kerucut yang di potong miring
 dan bentuk potongannya akan membentuk parabola.

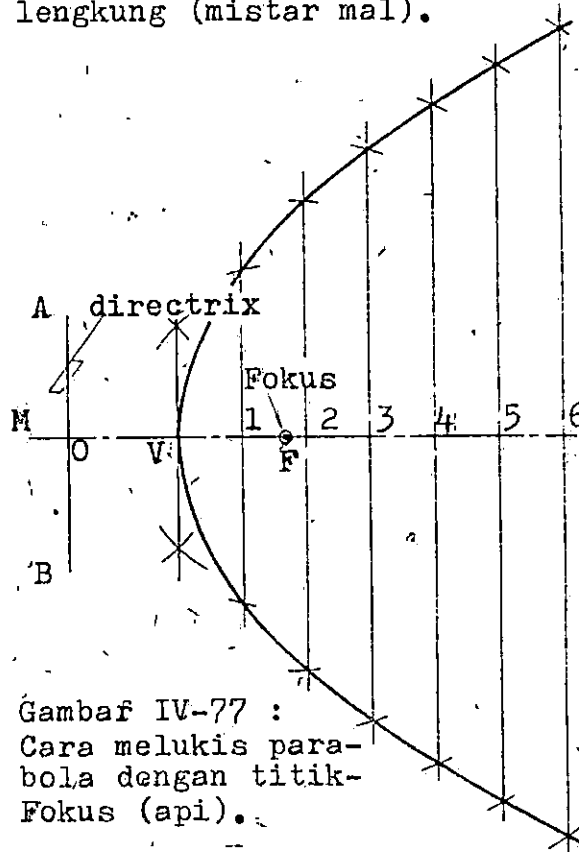


Gambar IV-76 : Kerucut yang dipotong miring

Gambar IV-77 adalah cara melukis parabola secara langsung dan dengan titik api atau fokus.

Caranya :

1. Garis A-B adalah merupakan garis directrix (garis singgung) secara langsung, dan F adalah titik api / fokus.
2. Lukislah garis M-N menembus titik api F, dan membuat siku secara langsung terhadap garis A-B, dan memotong garis A-B pada titik O.
3. Bagilah dua jarak antara titik O dan titik fokus F yang menghasilkan titik puncak V.
4. Dari titik fokus V tandai angka-angka yang sesuai pada titik-titik tersebut, yaitu angka 1, 2, 3, dst. dan menyatel ordinat pada titik-titik paralel secara langsung.
5. Dengan jarak atau panjang O-1, jangkakan dengan titik fokus F sebagai pusatnya sampai menyentuh busur dan dan memotong ordinat pada titik-titik paralel secara langsung.
6. Hubungkan titik-titik yang telah ditetapkan dengan menggunakan mal lengkung (mistar mal).

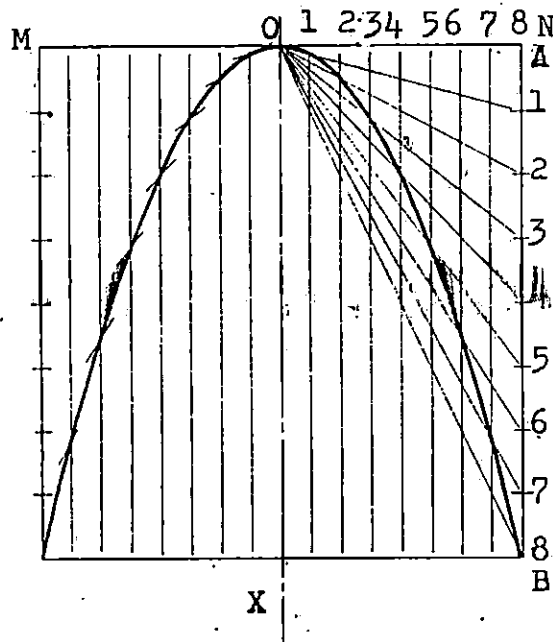


Gambar IV-77 :
Cara melukis parabola dengan titik-Fokus (api).

Gambar IV-78 adalah cara melukis parabola dengan metoda siku-siku.

Caranya :

1. Garis A-B adalah panjang dan garis M-N adalah lebar dari parabola yang diinginkan, lalu dilukis secara siku-siku seperti di perlihatkan dalam gambar.
2. Bagilah dua panjang garis A-B menjadi beberapa bagian - yang sama dan arah nomor itu seperti yang diperlihatkan dalam gambar. Lukislah garis-garis dari perubahan titik nomor-nomor ke titik O.
3. Bagilah dua pertengahan lebar O-N menjadi beberapa bagian yang sama dan tariklah titik-titik tersebut ke titik puncak O. Dari titik tersebut lukis garis sejajar dengan garis sumbu O-X.
4. Titik-titik pemotongan dari bagian garis-garis yang telah ditetapkan adalah titik-titik dari parabola.
5. Lukislah garis lengkung yang rata dengan menggunakan - mistar mal (mal lengkung) terus pada titik-titik yang telah di tentukan.



Gambar IV-78 : Melukis parabola dengan metoda siku-siku.

P. Hiperbola

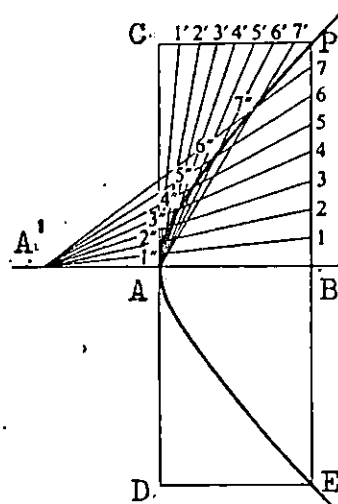
Gambar IV-79 adalah cara melukis hiperbola, apabila diketahui :

Garis A-B sebagai sumbu, titik A dan titik A' adalah dua titik puncak, serta sebuah titik P pada hiperbola.

Caranya :

1. Lukislah segi empat panjang melalui titik puncak A dan titik P, dengan $B-E = P-E$.
2. Bagilah B-P dan C-P dalam beberapa bagian yang sama dalam jumlah yang sama, dan berilah tanda 1, 2, 3, 4, dst dan 1', 2', 3', 4',dst.
3. Hubungkanlah titik A dengan 1', 2', 3', 4', dan titik A' dengan 1, 2, 3, 4, dst. Pertemuan garis-garis ini akan berpotongan pada titik-titik 1, 2, 3, 4, dst.
4. Hubungkanlah titik-titik terakhir ini dengan menggunakan sebuah mal lengkung (mistar mal), maka hasilnya adalah bagian dari hiperbola yang diinginkan.

Pada bagian-bagian yang lain bisa diselesaikan dengan cara yang sama.



Gambar IV-79 :
Cara melukis hiperbola.

BENTUK-BENTUK KURVA GEOMETRI

Banyak kurva geometri yang dapat di gambarkan pada latihan-latihan yang dikehendaki, tetapi membutuhkan beberapa ketelitian dalam aplikasinya gambar teknik mesin. Oleh karena itu menggambarkan bentuk-bentuk kurva ini membutuhkan aplikasi langsung untuk setiap ahli-ahli mesin. Beberapa bentuk lengkungan di pakai untuk membentuk sebuah roda gigi dari profil gigi, yang pada umumnya dipakai lengkungan evolvente dan lengkungan cycloida. Namun dalam latihan dan memahami masalah lukisan-lukisan konstruksi geometri ini akan di sajikan bermacam-macam bentuk-bentuk kurva geometri antara lain: spiral archimedes, evolvente, cycloida, epi cycloida dan hypo cycloida.

R. Melukis Lengkungan Bentuk Spiral archimedes.

Lengkungan bentuk spiral archimedes banyak di pergunakan untuk lukisan-lukisan hiasan pada gambar-gambar teknik dan kerangka gambar pada pusat bubutan .

Kurva spiral archimedes adalah adalah tempat kedudukan titik yang bergerak keluar pada bentuk standar seperti putaran (menggeling) pada kecepatan sudut yang tetap berputar pada sumbunya.

Gambar IV-80 adalah cara melukis daerah lengkung yang berbentuk spiral yang pergeseran sisinya 36 mm dalam satu putaran penuh.

Caranya :

1. Dengan pusat O, lukislah lingkaran dengan jari-jari 36 mm.
2. Bagilah lingkaran menjadi bagain sama, dalam hal ini dibagi menjadi 12 bagian sudut yang sama yang masing-masingnya 30° dan angka-angka yang sesuai yaitu 1 s/d 12.
3. Bagilah jari-jari nomor 1 menjadi 12 bagian yang sama yang angka-angkanya berurutan.
4. Gunakan jangka dan pindahkan dengan jangka titik-titik ke jari-jari nomor 1 yang sesuai garis radial.
5. Hubungkan posisi titik yang memotong pada garis 1 s/d 12 dengan kurva mal, dari pusat dan berpindah keluar lingkaran.

S. Lengkungan Bentuk Evolvente (involute)

Lengkungan evolvente adalah garis lengkung yang dihasilkan dari sebuah titik pada sebuah tali yang dibuka dari sebuah titik pada sebuah tali yang dibuka dari gulungannya dan selalu dalam keadaan tegang. Bentuk evolvente ini banyak dipergunakan pada bentuk/profil-profil roda-gigi.

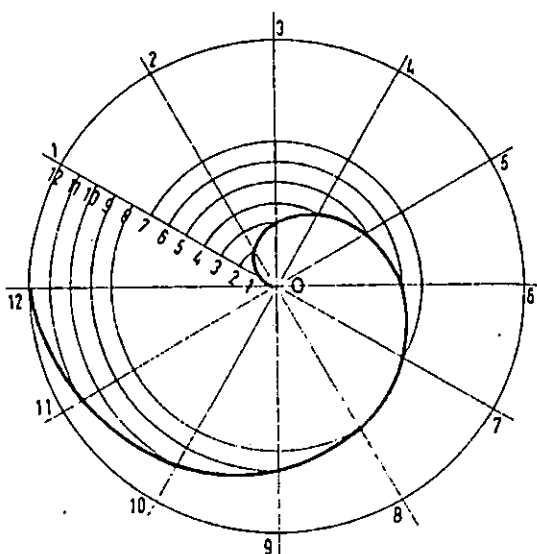
Gambar IV-81 adalah cara melukis lengkungan bentuk evolvente.

Caranya :

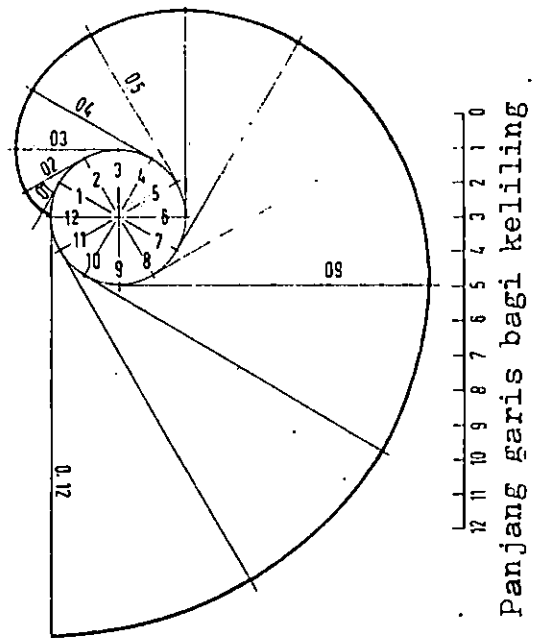
1. Lukislah sebuah lingkaran yang di kehendaki.
2. Lukislah sebuah garis lurus dengan panjang yang sama pada keliling lingkaran.
3. Bagilah lingkaran menjadi bagian sudut yang sama (12 bagian) dan bagilah garis lurus menjadi bagian-bagian yang sama.

Catatan : Bandingkan satu buah garis lurus dengan panjang yang sama pada satu busur yang sama.

4. Pembagian angka-angka kedua-duanya pada lingkaran dan garis lurus dari 1 s/d 12.
5. Lukislah garis singgung ke titik lingkaran, garis 1 dan garis 01, 2 dan 02 adalah tegak lurus begitu seterusnya sampai dengan 12 dan 012.
5. Dengan jangka pindahkan jarak-jarak 01, 02, 03 s/d 012 dari garis lurus yang sesuai dengan garis singgung.
6. Lukislah titik-titik dengan mal lengkung dan akan menghasilkan bentuk evolvente yang di inginkan.



Gambar IV-80 :
Spiral archimedes



Gambar IV-81 : Evolvente

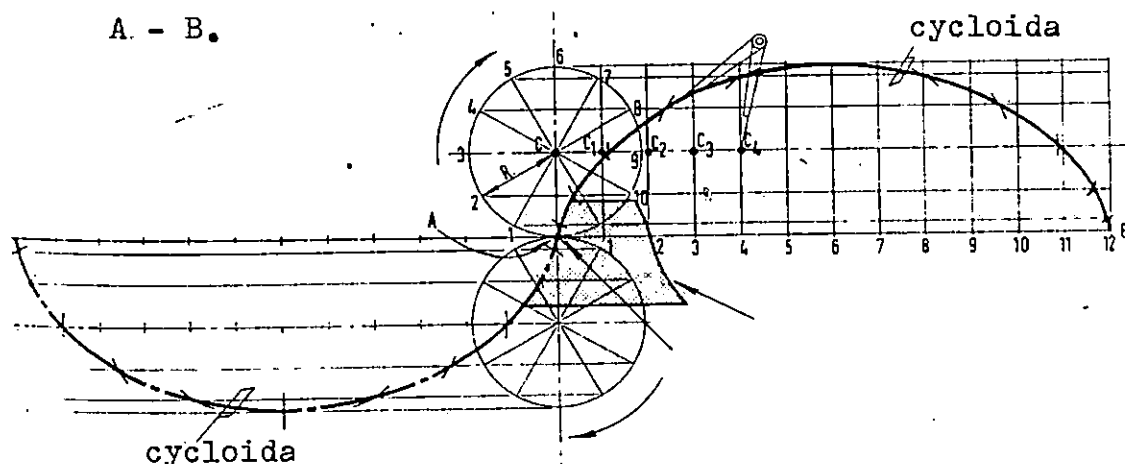
T. Lengkungan Cycloida

Cycloida adalah garis lengkung yang di hasilkan oleh sebuah titik pada sebuah lingkaran, bila lingkaran tersebut menggelinding pada sebuah garis lurus.

Gambar IV-82 adalah cara melukis lengkungan cycloida.

Caranya :

1. Lukis lingkaran dengan pusat C dan jari-jari R garis - singgung ke titik yang terendah, lukis garis lurus yang horizontal A-B yang panjangnya sama pada keliling lingkaran (dalam satu putaran titik P pada lingkaran akan berputar pada titik A dan sampai ke titik B, dan diantara kedua sketsa sikloida).
2. Bagi lingkaran dan garis A-B menjadi 12 bagian yang sama serta titik-titiknya dari 1 s/d 12.
3. Titik-titik pada garis lurus A-B di pasangkan atau hubungkan pada sumbu vertikal.
4. Melalui titik-titik pada lingkaran, lukislah garis proyeksi yang horizontal tempat kedudukan pusat garis pada garis pusat lingkaran, dan tiap-tiap deretan dari 12 titik pada putaran dipusat lingkaran akan bertemu dengan sumbu vertikal di C1, C2, C3 C12.
5. Dengan pusat C1, C2, C3 C12, gunakanlah jarak R, dengan posisi titik P pada garis proyeksi horizontal.
6. Hubungkan masing-masing titik dengan mistar mal antara A - B.



Gambar IV-82 : C y c l o i d a

U. Lengkungan Epicycloida dan hypocycloida.

Epicycloida adalah garis lengkung yang di tarik dari sebuah lingkaran di luar keliling lingkaran itu.

Hypocycloida adalah garis lengkung yang di tarik dari sebuah lingkaran di dalam keliling lingkaran itu.

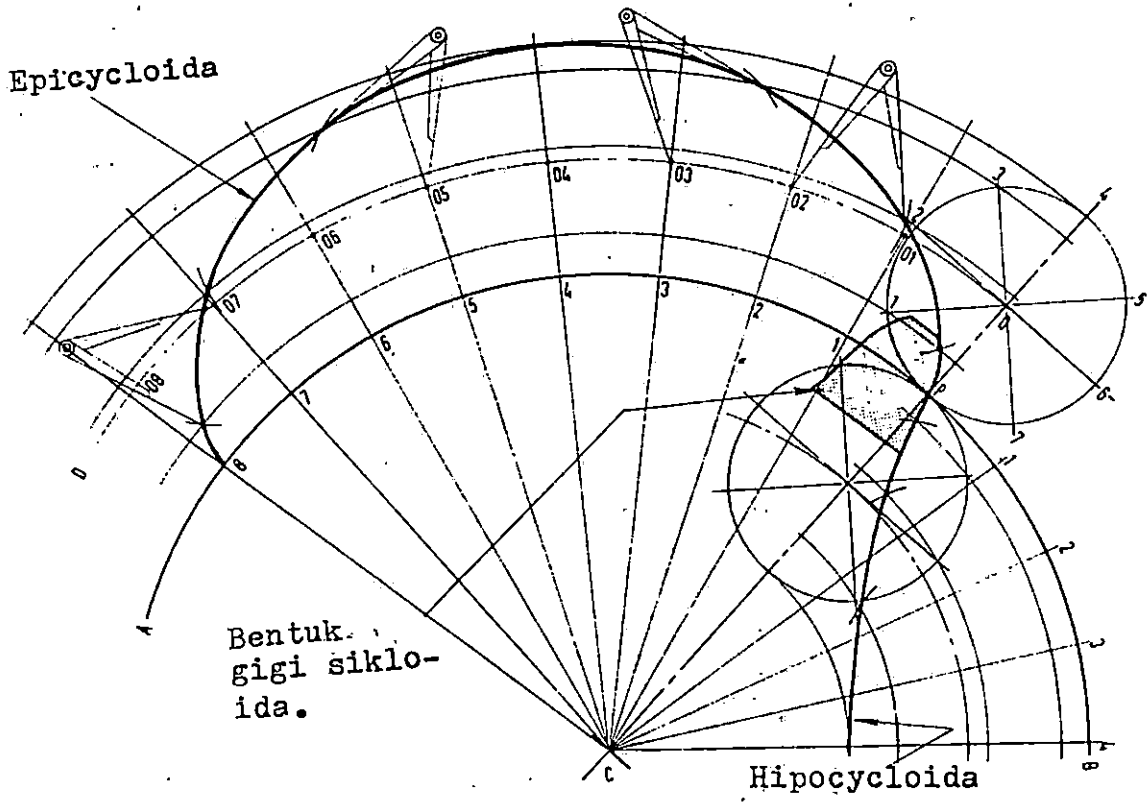
Gambar IV-83 adalah cara melukis lengkungan epicycloida dan hypocycloida.

Caranya :

1. Lingkarkan sebuah lingkaran pada titik pusat O, menyentuh di titik P dengan garis sumbu busur A-B, membentuk dari pusat C.

Catatan : Sebagai perputaran lingkaran pada titik P dapat menghasilkan garis lengkung epicycloida.

2. Bagi perputaran lingkaran menjadi beberapa bagian yang sama (8 bagian) pada masing-masing titik.
3. Bentuk perputaran keliling garis sumbu dari titik P dibagi menjadi beberapa bagian yang sama, panjang tiap-tiap satu bagian ke bagian-bagian perputaran lingkaran angkanya (nomornya) dapat di lihat.
4. Dengan pusat C dan jari-jari C-O menyentuh busur D-O, kedudukannya digambarkan pada perputaran lingkaran dengan pusat O.
5. Dengan garis radial (sinar) hubungkan C ke titik-titik diatas garis sumbu keliling dan berturut-turut memotong busur D-O. Pusat tempat perputaran lingkaran di tiap-tiap satu-delapan dari perputaran O₁, O₂, O₃ dan seterusnya.
6. Dengan pusat C, menyentuh pusat busur-busur sampai ke titik-titik perputaran lingkaran dan menentukan bagian tingginya pada titik P diatas garis sumbu lingkaran pada perputaran satu-delapan.
7. Dengan pusat-pusat O₁, O₂, O₃ dan seterusnya, dan jari-jari O-P pada jangka dengan sejumlah titik-titik yang telah ditentukan yang sepusat dengan busur,
8. Hubungkan titik-titik yang telah di tentukan, pakailah dengan mistar mal (mal lengkung dari titik P dan seterusnya).



Gambar IV-83 : Epicycloida dan Hipocycloida

DAFTAR PUSTAKA

Boxall V.E. "DRAWING AND MATERIAL" Formerly Lecturer,
Southgate Technical College, London, 1975.

British Standards Institution BS 308, "ENGINEERING
DRAWING PRACTICE, PART I" 2Park Street London, 1972.

-----, "ENGINEERING
DRAWING PRACTICE, PART II" 2Park Street London, 1972.

Gierche CS, "TECHNICAL DRAWING", New York, Macmillan
Inc. 1974.

Mott LC, "ENGINEERING DRAWING AND CONSTRUCTION", Second
Edition Oxford University Press, 1976.

Hart KR. "ENGINEERING DRAWING WITH PROBLEMS AND SOLU-
TIONS", Hodder and Stoughton, 1978.

Wegmulér HR. "TECHNICAL DRAWING BASIC COURSE", Pro-
ject Polytechnic Mechanics Bandung Institute of Technology,
Bandung 1976.

Pelzar, Reid, and Chan., Microbiology, Tata McGraw-Hill Publishing Company, Ltd., New Delhi, 1982.

Salle, A. Y., Fundamental Principles of Bacteriology, McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, 1961.

Saono, S., Pemanfaatan Jasad Renik dalam Berbagai Usaha di Luar Bidang Kedokteran di Indonesia, Buletin Kebun Raya, 4, 1976

Sarles, W. B., Frazier, W. C., Wilson, J. B., Knight, S.G., Microbiology. General and Applied, Second Edition, Harper & Brothers, New York, 1956.

Thomas, D. B., Biology of Microorganism, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1970.

Waksman, A. Selman, Soil Microbiology, John Wiley & Sons, Inc., New York, London, 1963.