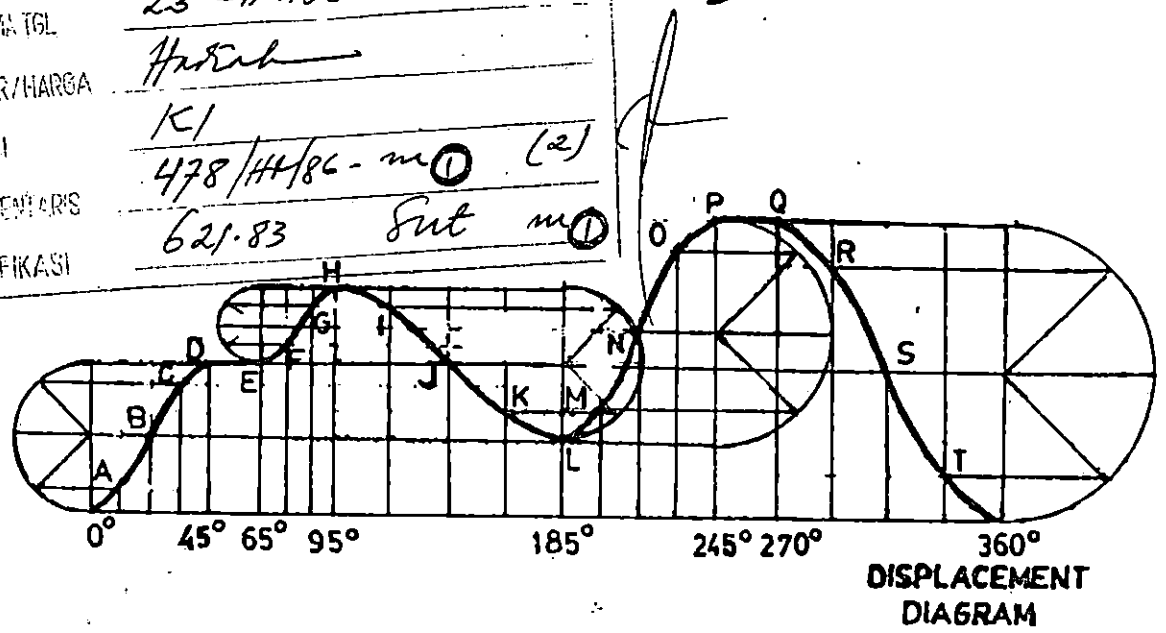


PERPUSTAKAAN IKIP PADANG  
 KOLEKSI  
 KRUSUS  
 BIDANG  
 DIPINJAMKAN  
 DALAM PERPUSTAKAAN

# MENGGAMBAR MESIN KONSTRUKSI PROFIL BUBUNGAN

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG  
 DITERIMA TGL 23-11-1986  
 SUMBER/HARGA H. H. H.  
 KOLEKSI K1  
 No. INVENTARIS 478/11/86-m (2)  
 KLASIFIKASI 621.83 Sut m (1)

(GAM)



oleh

Drs. H. MAZNI St. Tumanggung

Dosen FPTK IKIP PADANG

1985.

MILIK UPT  
 IKIP - PADANG

## P R A K A T A

Buku ini penulis susun untuk kelengkapan untuk penunjang mata kuliah Menggambar Mesin dan Mekanika pada jurusan Mesin Fakultas Pendidikan Teknologi Kejuruan IKIP Padang.

Pada tahun-tahun sebelumnya unit pengajaran tentang Cam ini belum bisa dikemukakan kepada para mahasiswa disebabkan sulitnya diperdapat buku reference yang betul-betul dapat diharapkan dapat menunjang unit ini. Dengan kemampuan yang sangat terbatas penulis mencoba menyusun buku tentang masalah perencanaan Cam ini, mudah-mudahan ada mamfaatnya dan diharapkan dapat digunakan untuk tahun-tahun berikutnya.

Adapun tujuan yang ingin dicapai ialah agar mahasiswa setelah mempelajarinya diharapkan mempunyai pengertian dan kemampuan merencanakan dan menuangkan dalam gambar secara tepat, betul, dan baik serta sesuai dengan teori-teori yang mendukungnya. Segala teori yang dikemukakan akhirnya diiringi dengan contoh-contoh problemnya dan latihan-latihan dalam menerapkan konstruksi.

Segala tanggapan yang sifatnya untuk kesempurnaan buku ini, kami terima dengan senang hati.

Padang Desember 1984

Drs.H.Mazni St.Tumanggung.

## D A F T A R I S I

J u d u l .....	1
P r a k a t a .....	11
D a f t a r i s i .....	iii
BAB. I C A M .	
1. P e n d a h u l u a n .....	1
2. M e k a n i k C A M .....	1
3. F o l o w e r .....	3
4. P r o f i l C A M .....	3
BAB. II Diagram gerakan Follower	
1. Gerak naik kecepatan konstan.....	5
2. Gerakan selaras .....	7
3. Gerakan dipercepat dan diperlambat..	8
4. Melukis P a r a b o l a .....	9
BAB. III Konstruksi Profil CAM.	
1. Sumbu Follower dan Cam tegak lurus...	11
2. Sumbu Follower dan Cam bersilang.....	13
3. Profil Cam pemindahan gerak engkol..	15
4. Cylindrical Cam .....	17
BAB. IV P r o b l e m a .	
1. Beberapa contoh problema .....	20
2. Tugas-tugas .....	24
D a f t a r b a c a a n .....	30

## BAB I

### C A M

#### 1. Pendahuluan

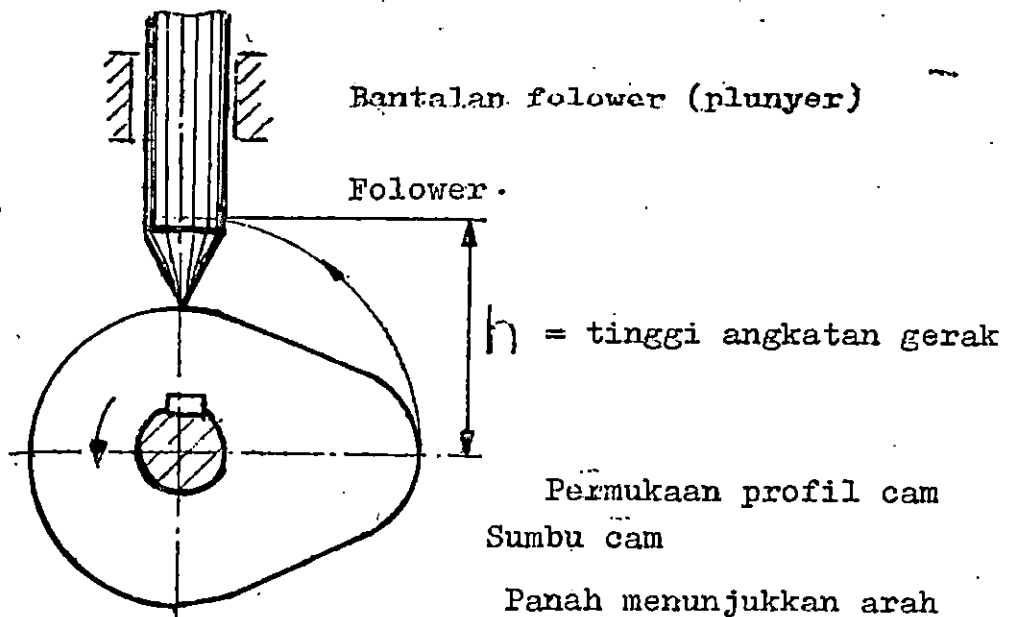
Cam adalah suatu alat penghubung langsung dari suatu pesawat yang direncanakan sedemikian rupa untuk merubah gerak putar yang tetap (konstan) menjadi gerak aksial yang berubah-ubah. Gerakan dasarnya dapat dilihat pada gambar 1. dimana permukaan keping cam berputar pada poros cam dengan kecepatan tetap dan memindahkan gerakan dalam arah aksial yang berubah rubah pada sebuah batang yang dinamakan follower. Follower merupakan suatu batang plunyer yang bergerak dalam arah aksial atau mundur maju pada bantalannya dan ujung plunyer selalu berhubungan dengan permukaan cam yang selalu merapat pada permukaan cam yang diatur oleh tekanan pegas atau beratnya sendiri.

Gerakan-gerakan yang spesial dari follower ini baik dalam keadaan dipercepat dan diperlambat atau gerakan-gerakan tetap lainnya, memungkinkan dapat kita perdat dapat mengkonstruksi sedemikian rupa bentuk profil permukaan cam tersebut. Gerakan-gerakan seperti ini tak akan mudah kita perdat dengan konstruksi mekanik lain selain dari perantaraan cam ini.

#### 2. Mekanik Cam

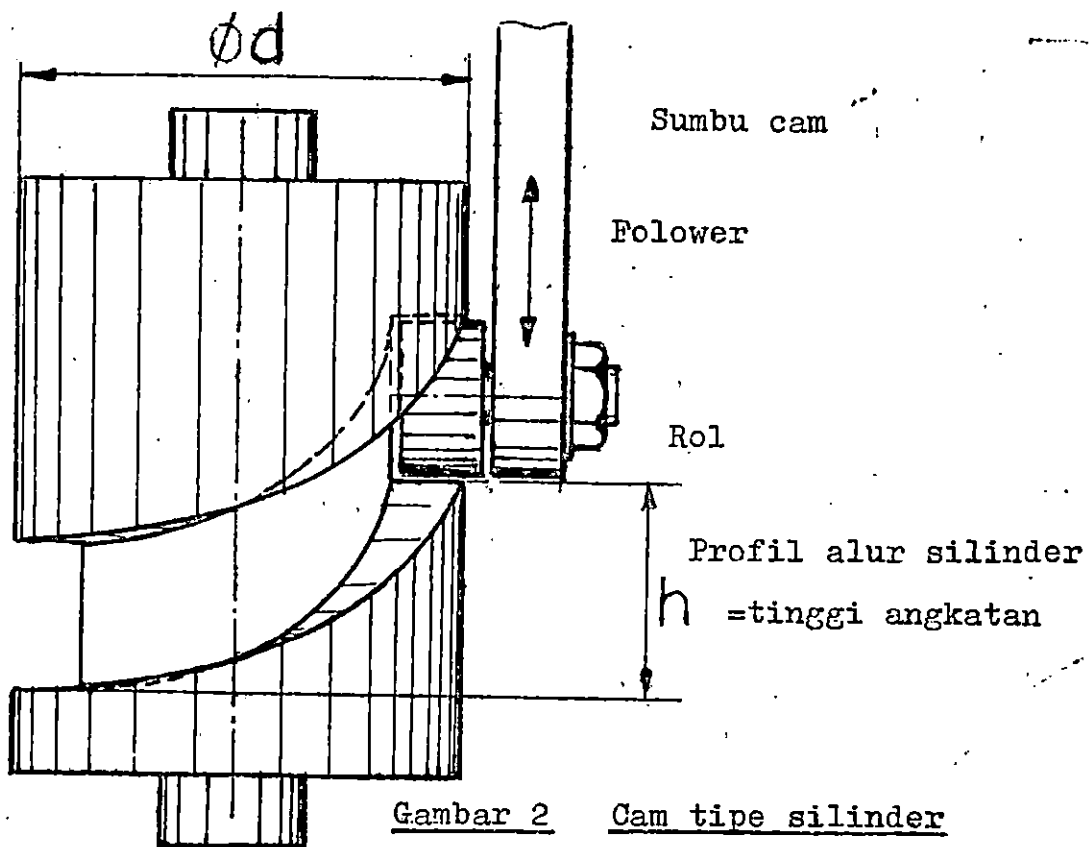
Mekanik cam terdiri dari sebuah cam dan sebuah follower. Tiap-tiap komponen ini memungkinkan direncanakan berbagai variasi gerakan. Ada 2 tipe utama cam:

1.



Gambar 1.

Cam tipe plat



Gambar 2

Cam tipe silinder

### I. Tipe Plat

### II. Tipe Silinder

Kedua tipe ini diputar oleh sumbunya akan tetapi pada tipe I. folower bergerak dalam arah tegak lurus terhadap sumbu cam sedangkan pada tipe II folower bergerak dalam arah yang sejajar dengan sumbu poros cam. (Perhatikan gambar 2.)

### 3. Follower

Ujung dari follower bermacam-macam bentuk. Untuk itu perhatikan gambar 3. Pada dasarnya ada 4 macam bentuk ujung follower yakni :

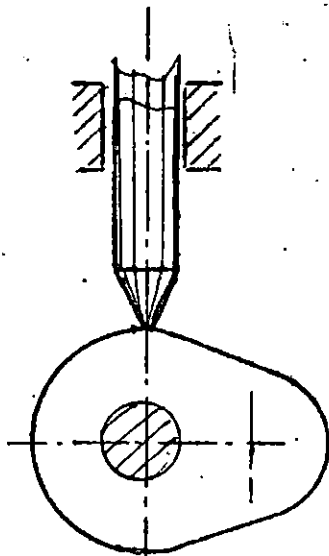
1. Berbentuk pisau (Gambar 3a)
2. Berbentuk rol (Gambar 3b)
3. Berbentuk kerucut terpancung (Gambar 3c)
4. Berbentuk tembereng bola (Gambar 3d)

Penggunaan berbagai tipe diatas tergantung kepada faktor kecepatan gerakannya, bentuk profil cam, kemungkinan penyesuaian dan tekanan yang menyertainya. Jadi bentuk yang dibutuhkan dapat merubah akan kebutuhan yang dikehendaki.

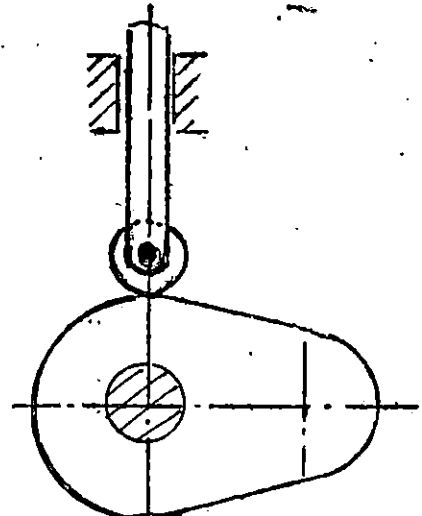
### 4. Profil Cam

Cam dapat digunakan untuk menghasilkan beberapa bentuk gerakan kecepatan follower. Ada 4 macam tipe gerakan kecepatan yang dapat direncanakan melalui bentuk profil cam yakni:

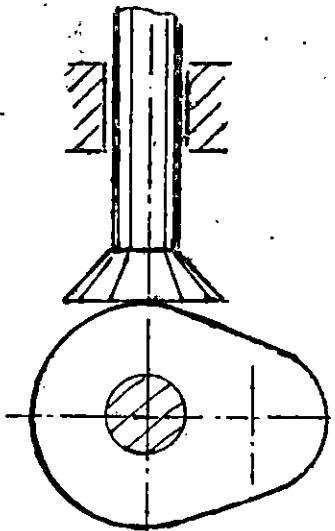
1. Kecepatan konstan (gambar 5)
2. Kecepatan selaras (gambar 6)
3. Kecepatan diperlambat dan dipercepat  
(perhatikan gambar 7)



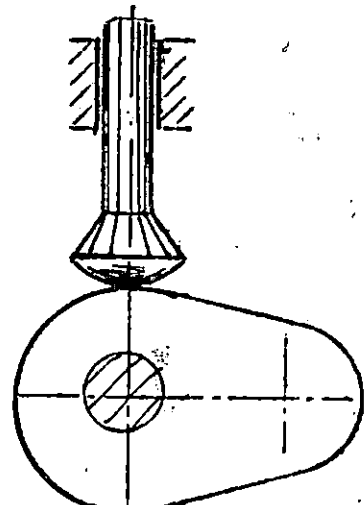
Gambar 3a



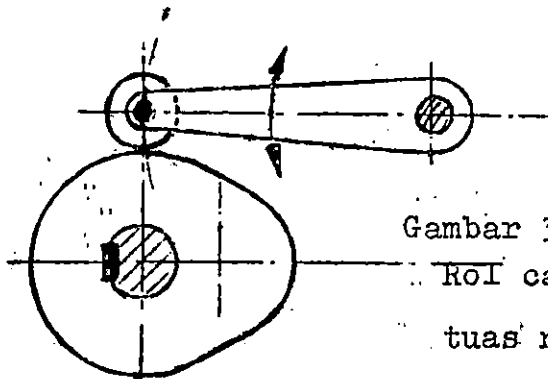
Gambar 3b



Gambar 3c



Gambar 3d



Gambar 3e

Roller cam yang menggerakkan tuas naik turun

## BAB II

### DIAGRAM GERAKAN FOLOWER

Diagram gerakan follower ditunjukkan dalam diagram pemindahan atau disebut juga displacement diagram. Diagram pemindahan ini digunakan untuk membentuk profil dari cam. Diagram ini harus kita rencanakan lebih dahulu. Dari titik-titik ketinggian kurva gerakan follower yang telah kita rencanakan ini, dapat dipindahkan kepada bentuk profil cam yang dikehendaki. Pada gambar 4 displacement diagram dibentuk dengan absis yang menunjukkan satu putaran atau  $360^{\circ}$  dimana panjangnya sembarangan tergantung kepada perencanaan masing-masing kita. Kadang-kadang dapat dibuat sepanjang keliling lingkaran yang jari-jarinya sama dengan jarak antara sumbu poros cam dengan titik terdekat profil cam. Tinggi ordinat diambil dalam skala sama dengan kenaikan maksimal follower. Garis basis dibagi menurut sudut putaran cam.

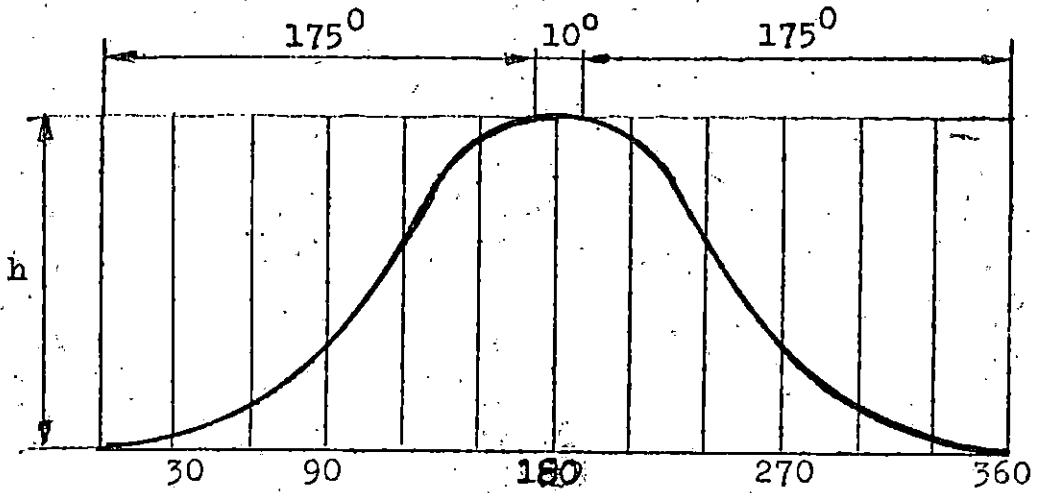
Diagram gerakan dalam gambar 4 gerakan naik naik dengan kecepatan selaras sampai  $175^{\circ}$  perputaran, kemudian tidak ada kenaikan atau tetap selama  $10^{\circ}$  perputaran dan kembali dengan gerakan selaras pada gerakan turun. Dari suatu diagram gerakan pemindahan ini, dapat digambarkan gerakan tetap, gerakan selaras dan percepatan/perlambatan dalam berbagai variasi gerakan.

Proses penggambarannya adalah sebagai berikut :

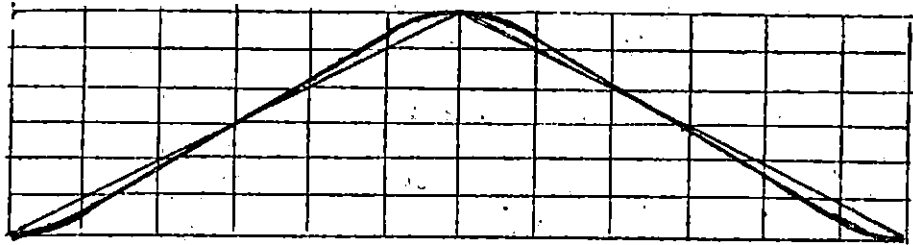
#### 1. Gerakan kenaikan kecepatan konstan.

Gerakan ini kurvanya merupakan garis lurus saja baik dalam gerak naik maupun dalam gerak turunnya.

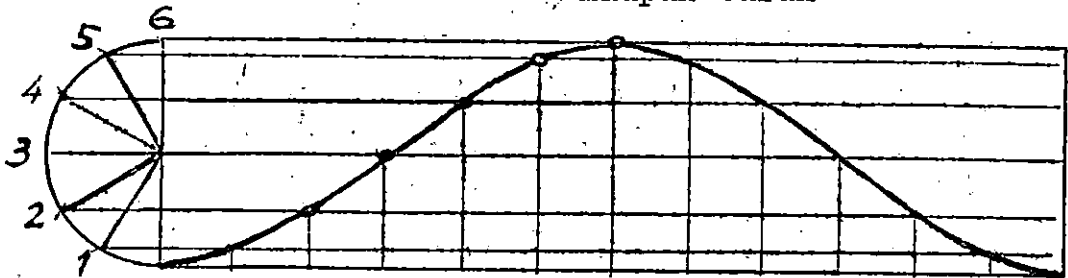




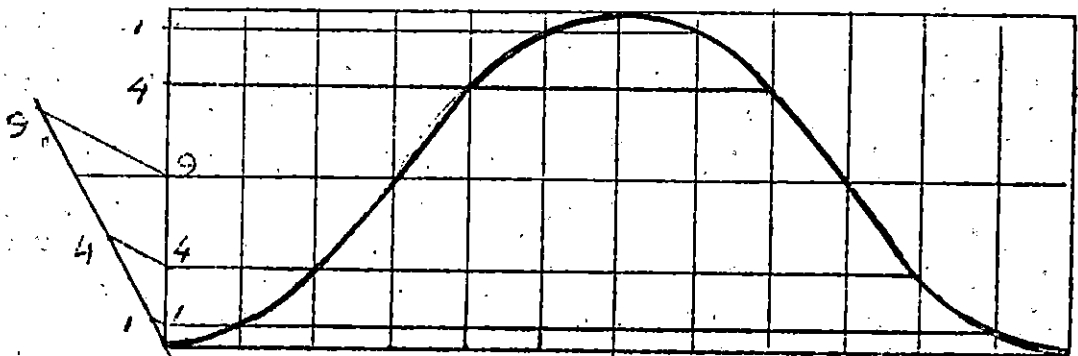
Gambar 4



180  
Gambar 5 kecepatan tetap gerak naik maupun turun



Gambar 6. Gerakan selaras bik pada gerak naik/turun



Gambar 7. Gerak naik dipercepat dan diperlambat begitu juga turun.

konstruksi busur setengah lingkaran dengan jari-jari sebesar setengah kenaikan follower yang maksimum. Untuk itu perhatikan konstruksinya pada gambar 6. Seterusnya bagilah kurva tersebut atas beberapa bagian yang sama dan absis sepanjang kenaikan dibagi pula atas jumlah yang sama. Lukislah garis-garis sejajar horizontal dan vertikal melalui titik-titik bagian tadi. Kemudian gambarlah kurva gerakan dengan menghubungkan titik-titik potong yang bersesuaian antara garis-garis horizontal dan vertikal tersebut. Dengan demikian terlukislah kurva SHM.

### 3. Gerakan dipercepat dan diperlambat.

Gerakan ini disebut juga UAR (Uniform Acceleration Retardation). Diagram perpindahan ini disebut juga Uniform Acceleration Retardation Diagram. Perhatikanlah gambar 7. Dalam hal ini percepatan dan perlambatannya adalah konstan jadi kurvanya merupakan Parabola  $Y = X^2$ . Absis dan ordinat dalam diagram gerakan menunjukkan posisi dalam derajat dan tinggi kenaikan berturut turut. Yang menjadi problema adalah membagi NN' dan N6 menjadi sejumlah bagian yang sama. Setiap unit garis NN' mesti proporsinya kwadrat dari interval waktu. Jadi tinggi kenaikan (NN') dibagi atas proporsi  $1^2, 2^2, 3^2$  dan seterusnya atau 1, 4, 9 dan seterusnya. Dengan lain perkataan garis NN' dibagi atas perbandingan 1, 3, 5 dan seterusnya. Perpotongan antara garis-garis absis dan

menunjukkan titik-titik dari kurva gerakan dipercepat untuk perbandingan 1, 3, 5 dan untuk perbandingan 5, 3, 1 untuk gerakan yang diperlambat.

Untuk menyegarkan keterampilan kita melukis suatu bentuk kurva Parabola, marilah perhatikan gambar 9 pada halaman berikut ini:

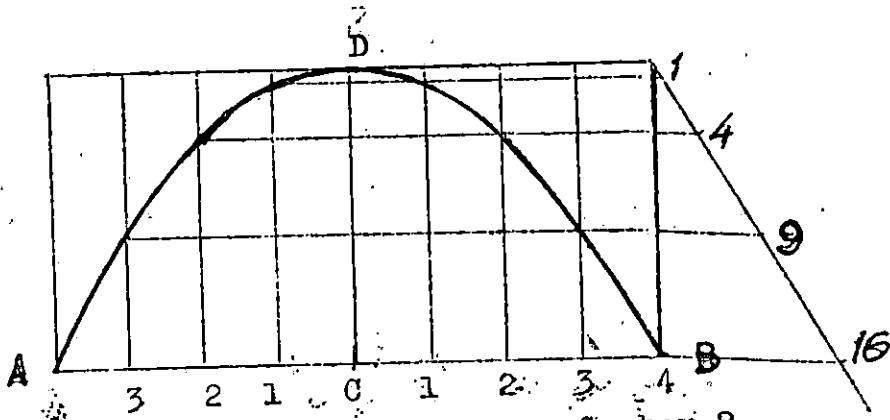
4. Melukis Parabola kalau ditentukan jarak bentangan dan tinggi lengkungannya.

Ditentukan jarak bentangan AB dan tinggi lengkungannya h. Lukislah parabola dimaksud !

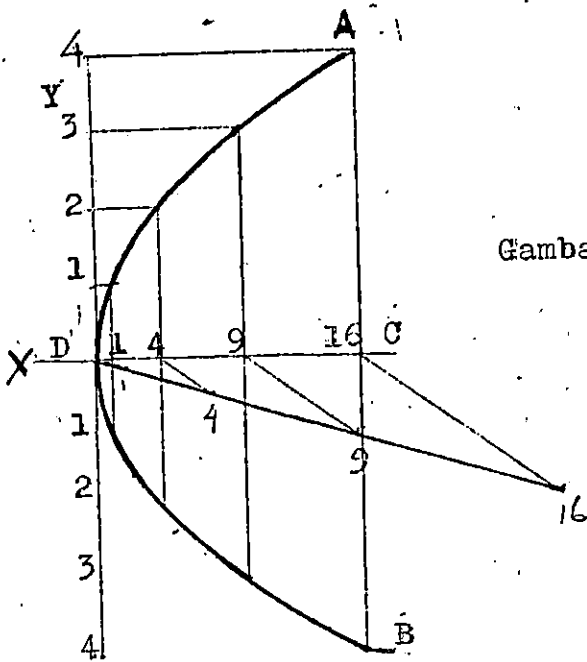
Perhatikan gambar 9 tersebut. Tentukan titik-titik AB dan CD ( $CD=h$ ). Bagilah AC atas beberapa bagian dalam hal ini dibagi atas 8 bagian yang sama.

Atau setengah panjang AB yaitu AC atas 4 bagian yang sama. Kalau AC dibagi atas 4 bagian yang sama, maka CD harus dibagi atas  $4^2=16$  bagian yang sama pula. Untuk mendapatkan titik-titik parabola tarik dari bagian AC yaitu dari titik 1,2,3,4 garis-garis sejajar dengan CD. Dari titik-titik  $1^2=1$ ,  $2^2=4$ ,  $3^2=9$  dan titik  $4^2=16$  ( titik 1,4,9,16) garis-garis sejajar dengan AB. Perpotongan antara bagian-bagian garis pada AC dan DC tersebut merupakan titik-titik parabola  $Y=X^2$ .

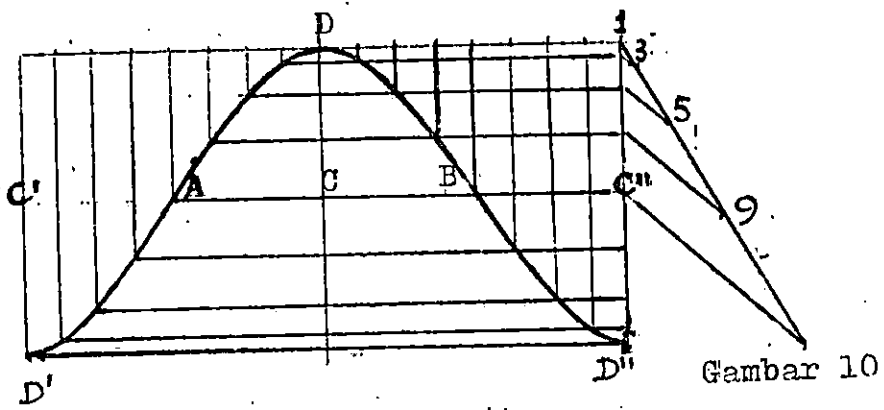
Apabila parabola tersebut ditelungkupkan akan terjadi seperti pada gambar 8. Gambar 10 ADB parabola AD' dan BD' merupakan separoh separoh lengkungan parabola yang pembagiannya sama dengan parabola ADB.



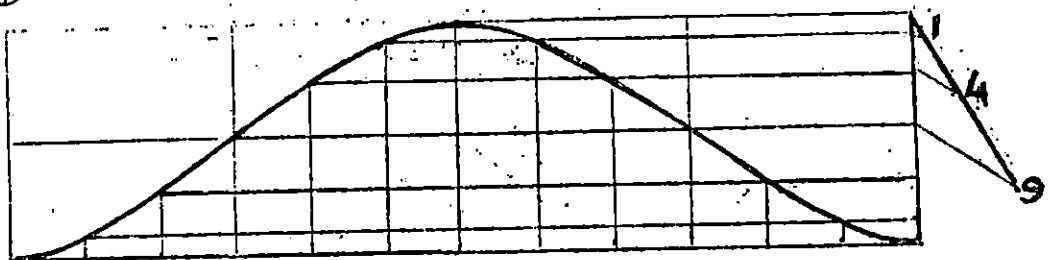
Gambar 8



Gambar 9



Gambar 10



Gambar 10 A

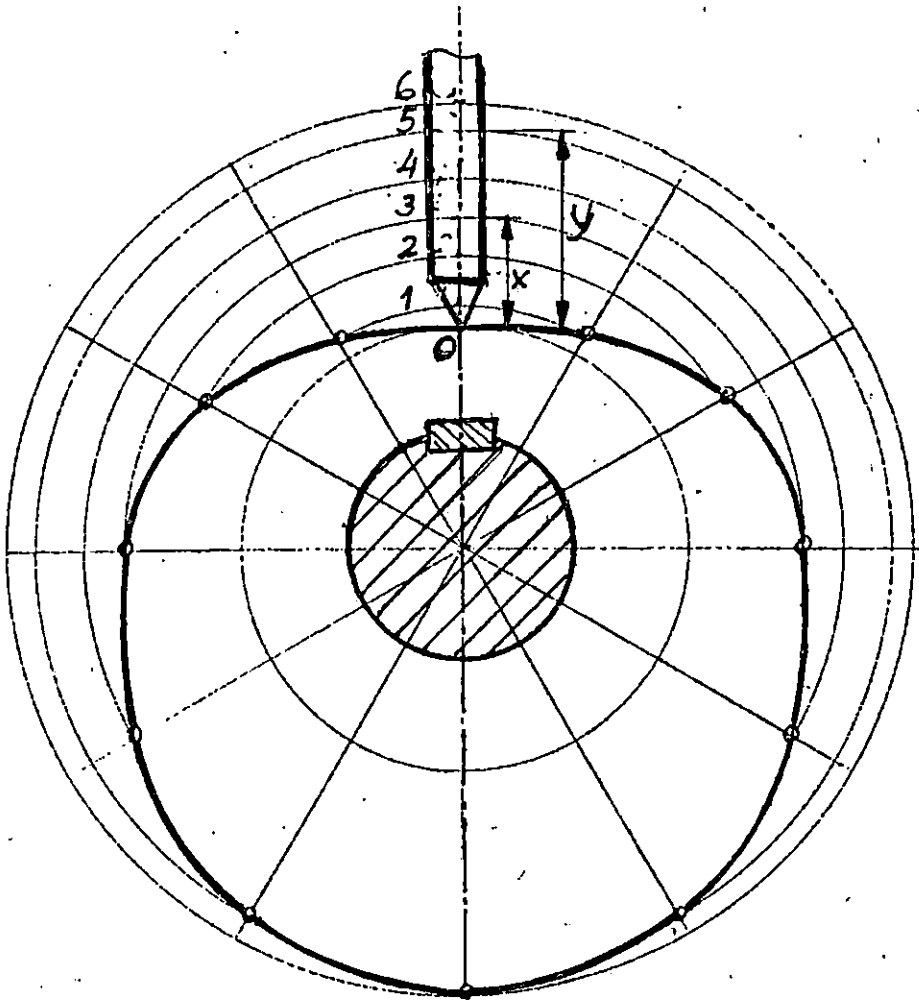
### BAB III

#### KONSTRUKSI PROFIL CAM

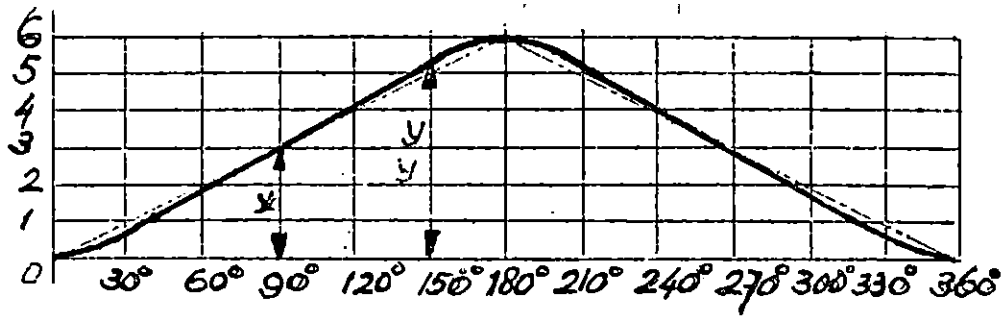
Mengkonstruksi profil cam metodenya ialah dengan jalan menganggap cam tetap pada tempatnya, sedangkan ujung follower bergerak mengelilinginya. Prosedur melukisnya adalah dengan terlebih dulu merencanakan dan melukis displacement diagram sesuai dengan langkah-langkah gerakan follower. Dari displacement diagram diambil ukuran-ukuran ketinggian kenaikan follower untuk setiap periode putaran sumbu poros cam, sehingga profil cam dimaksud dapat dikonstruksi.

1. Konstruksi profil cam apabila perpanjangan sumbu follower berpotongan tegak lurus terhadap sumbu dari poros cam.

Konstruksilah terlebih displacement diagram. Dalam gambar 11 gerakan follower dipilih dengan kecepatan tetap dan pada langkah permulaan serta akhir dimulai dengan gerakan dipercepat serta diperlambat. Setelah itu lukislah lingkaran dasar cam dimana posisi follower pada bagian paling bawah. Seterusnya bagi bagi lingkaran dasar atas beberapa bagian yang sama yang mana menunjukkan setiap posisi ujung follower. Dalam gambar 11a lingkaran dasar dibagi 12 seperti dalam gambar displacement. Pindahkan jarak-jarak X dan Y dan seterusnya pada sumbu follower. Jarak-jarak tersebut seterusnya dilingkarkan pada masing-masing kedudukan ujung follower. Dicontohkan dalam gambar 11 ujung follower berbentuk pisau. Jadi o1 pada posisi  $30^{\circ}$ , o2 pada posisi  $60^{\circ}$ , o3 pada  $90^{\circ}$  seterusnya maka profil cam akan tergambar.



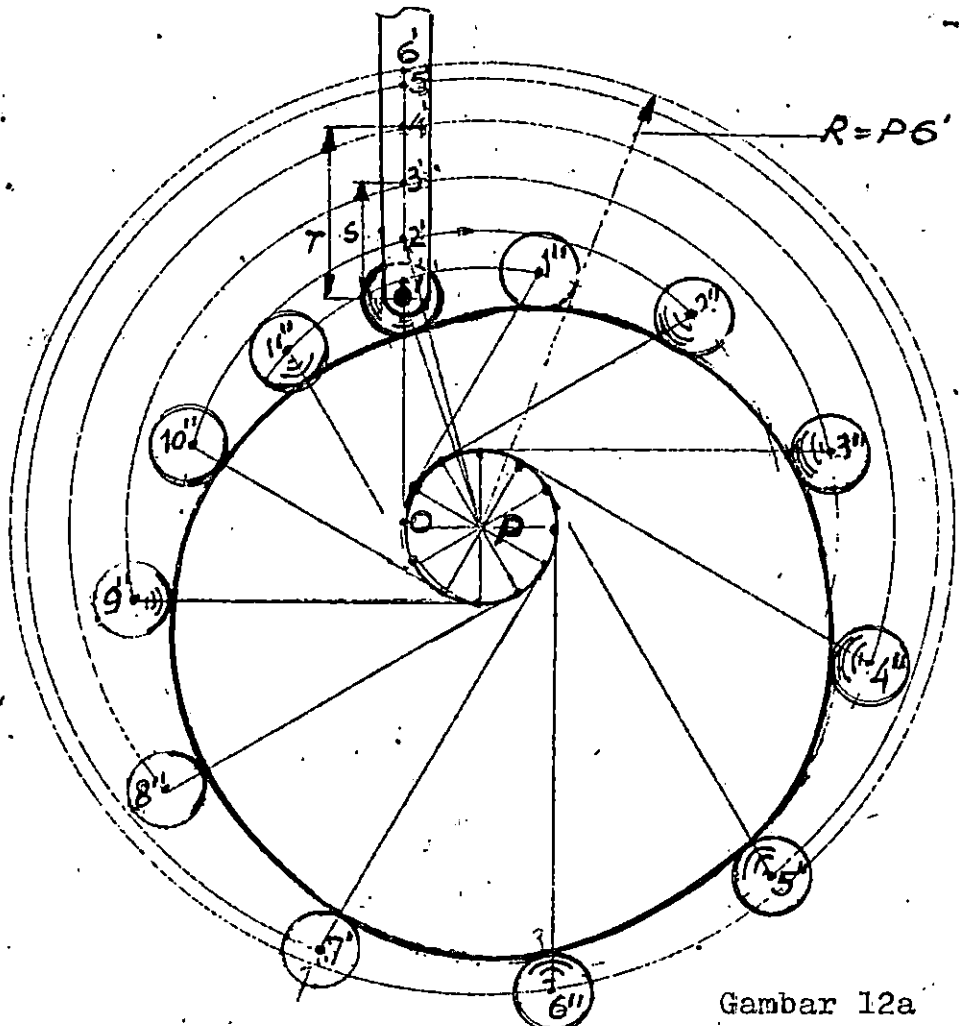
gambar 11b.



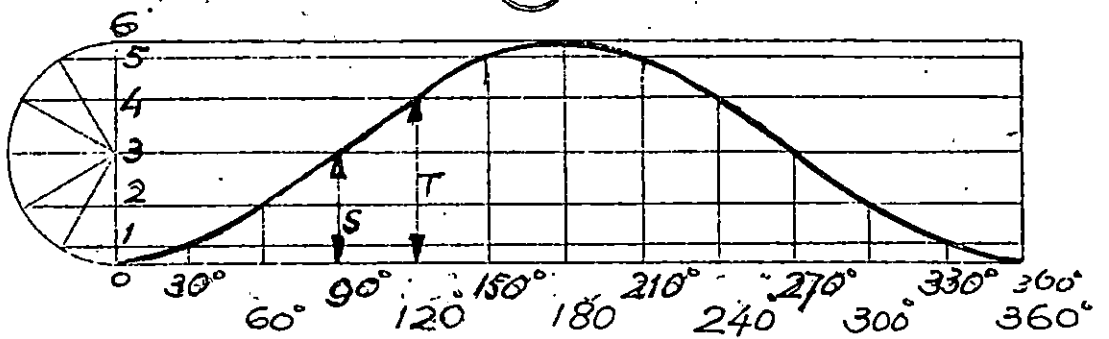
gambar 11a Displacement diagram

2. Konstruksi profil cam apabila sumbu folower dengan sumbu poros cam bersilang tegak lurus.

Untuk lukisan ini marilah kita contohkan folower memakai ujung rol. Lingkaran dasar dilukis dengan jari jari sejarak pusat sumbu cam P dengan sumbu folower yaitu  $r=PO$ . Lingkaran dasar ini dinamakan lingkaran ofset Lihat gambar 12a. Seterusnya lingkaran ofset dibagi atas beberapa bagian dalam hal ini sesuai dengan displacement diagram yaitu dibagi 12. Gerakan folower digambar disini gerak selaras atau SHM ( Hal ini diambil hanya sebagai contoh). Melalui ke 12 titik itu dibuat garis singgung. Jarak ordinat S dan T dari displacement diagram diukurkan ke garis sumbu folower Jarak-jarak vertikalnya adalah  $O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6$ . Kenaikan sejarak T adalah pada posisi  $120^\circ$ . Panjang masing-masing garis singgung dari titik-titik pada lingkaran ofset berturut adalah  $O_1', O_2', O_3', O_4', O_5'$  dan  $O_6'$ . Berturut-turut dengan P sebagai pusat dilingkarkan berturut-turut  $P_1', P_2', P_3', P_4', P_5', P_6'$  sehingga lingkaran-lingkaran ini berpotongan pada titik  $1'', 2'', 3'', 4'', \dots, 11''$ . Apabila titik-titik  $1'', 2'', 3'', \dots, 11'', O'$  dihubungkan akan terbentuk kurva cam secara teoritis apabila ujung folower memakai rol. Kurva cam yang sesungguhnya apabila dilukis kurva yang menyinggung masing-masing lingkaran roler(rol).



Gambar 12a



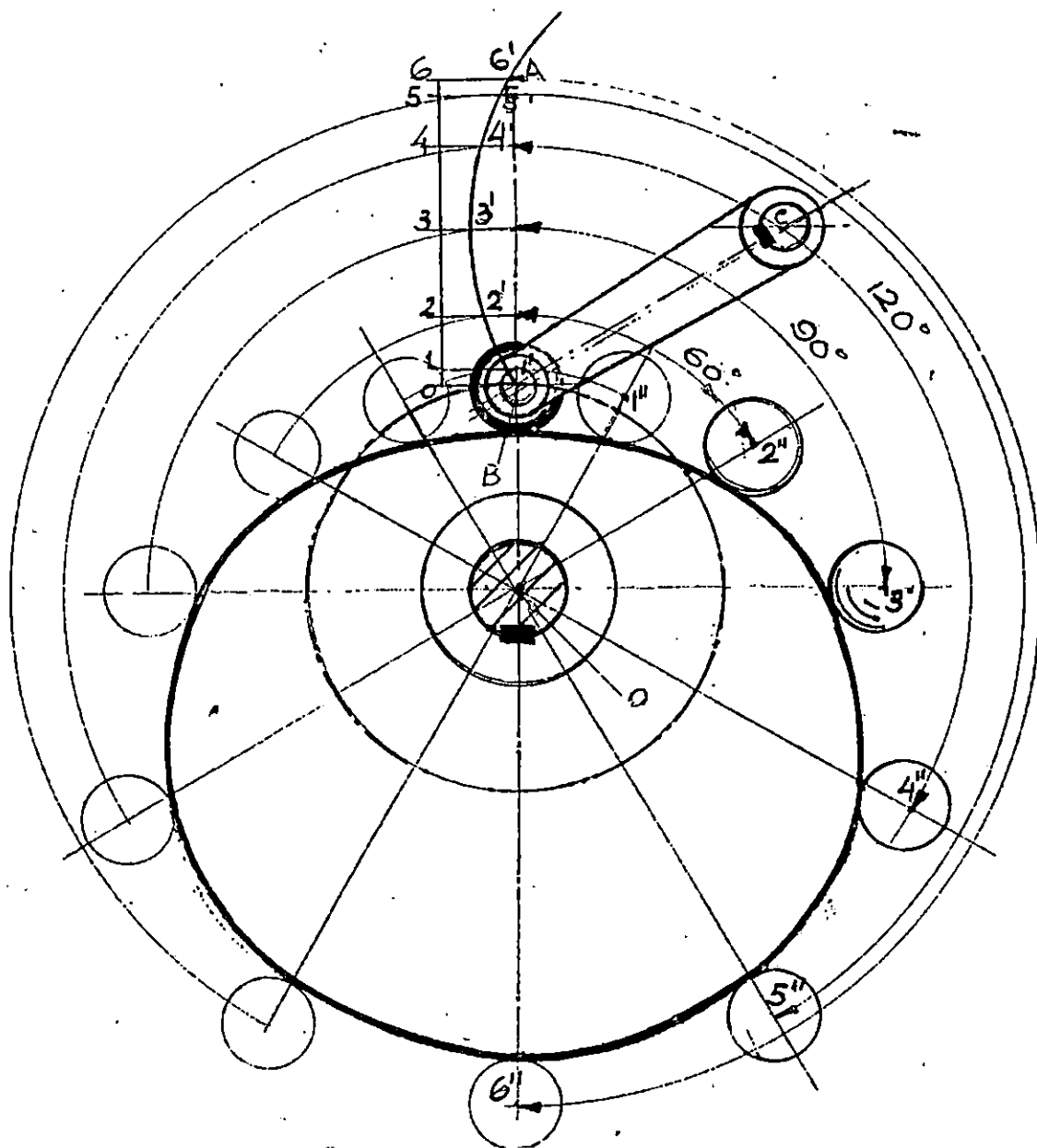
Gb. 12 b



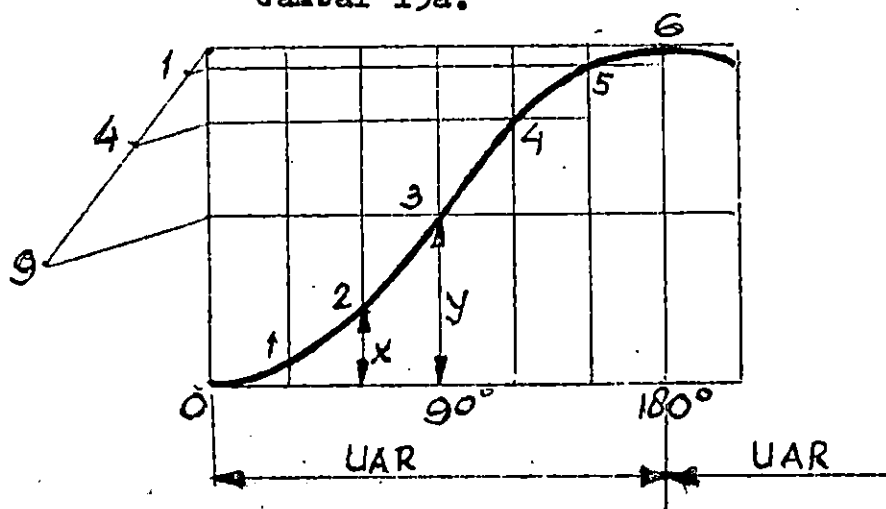
### 3. Profil cam dengan pemindahan gerak engkol.

Membentuk profil cam ini sama saja dengan konstruksi sebelumnya. Coba kita perhatikan contoh yang terdapat pada gambar 13a dan 13b. Dalam gambar ini diambil gerakan follower dipercepat dan diperlambat atau UAR. Konstruksi displacement diagram akan membentuk profil cam tersebut. Tinggi masing-masing ordinat pada displacement diagram ini dapat dipindahkan pada busur AB dengan pusat engkol pada titik C. Letak pusat engkol C ini telah ditentukan sebelumnya. Bagilah lingkaran dasar atas beberapa bagian yang sama yang akan menunjukkan kedudukan roler follower pada sekeliling cam, sesuai dengan pembagian pada displacement diagram. Pindahkan jarak-jarak X, Y dan seterusnya pada busur AB seperti yang disebutkan diatas, hingga didapat titik-titik 1', 2', 3', 4', 5', 6'. Jarak 01', 02' seterusnya diputarkan masing-masingnya dengan O sebagai pusat, hingga memotong masing-masing posisi roler tersebut sekeliling cam, hingga didapatlah titik 1", 2", 3", 4", seterusnya. Lukislah setelah itu lingkaran-lingkaran rol dari masing-masing titik diatas. Profil cam dilukis melalui titik-titik singgung roler.

Jika sekiranya dalam suatu masalah dalam pemindahan gerak engkol ini perlu ada lingkaran offset, pelaksanaan seterusnya seperti yang telah kita bahas pada 6.2 bedanya pada perinsipnya adalah pada pemindahan jarak tinggi kenaikan dimana pada gerak engkol dindahkan titik titik tersebut pada busur engkol.



Gambar 13a.



Gambar 13b.

621.83  
Sut  
m,



17.

#### 4. Cam bentuk silinder (Cylindrical cam).

Apabila gerakan folower sejajar dengan sumbu poros cam, maka cam bentuk silinder harus digunakan. Untuk itu mari perhatikan gambar 14. Batang folower bergerak arah vertikal yang paralel dengan sumbu cam silinder. Roler yang dipasang pada ujung folower akan bergerak mengikuti alur yang terdapat disekeliling silinder.

Silinder cam dengan diameter  $D$  dibutuhkan untuk menaikkan folower setinggi  $AB$  dengan mengikuti gerak selaras atau gerak dipercepat atau diperlambat (SHM atau UAR) pada  $180^\circ$  putaran cam. Displacement diagram lebih dulu dengan menyesuaikan dalam pandangan kanan silinder cam yang telah dibentangkan kelilingnya. Dari  $0^\circ$  sampai  $360^\circ$  sesuai dengan keliling silinder cam diameter  $D$  atau  $\pi D$ . Setelah itu lukis pandangan atas dari cam silinder. Bagi lingkaran pada pandangan atas cam silinder sesuai dengan pembagian pada displacement diagram. Dalam gambar 14 ini diambil pada setiap posisi yang biasa seperti  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  dan seterusnya. Dengan menarik garis-garis dalam arah vertikal dan horizontal pada setiap kedudukan, maka pandangan alur cam silinder dapat dilukis. Jadi pada pandangan muka cam silinder ini akan tergambar dua alur disebabkan alur ini adalah jalan roler. Pada kerec cam silinder juga terdapat dua garis jalur sebab garis jalur ini ditarik dari pandangan atas yaitu dari titik-titik 1', 2', 3', 4' dan seterusnya. Variasi gerakan pada displacement diagram bentangan ini dapat juga dilukis dalam berbagai variasi gerakan sesuai

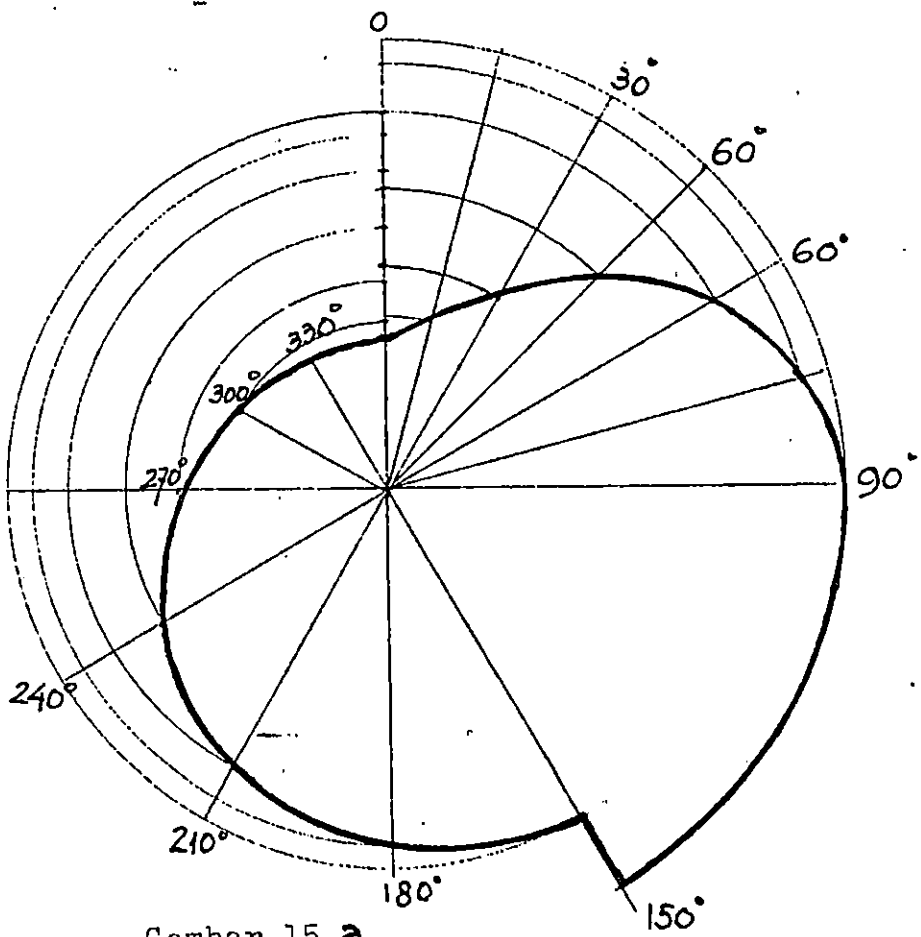
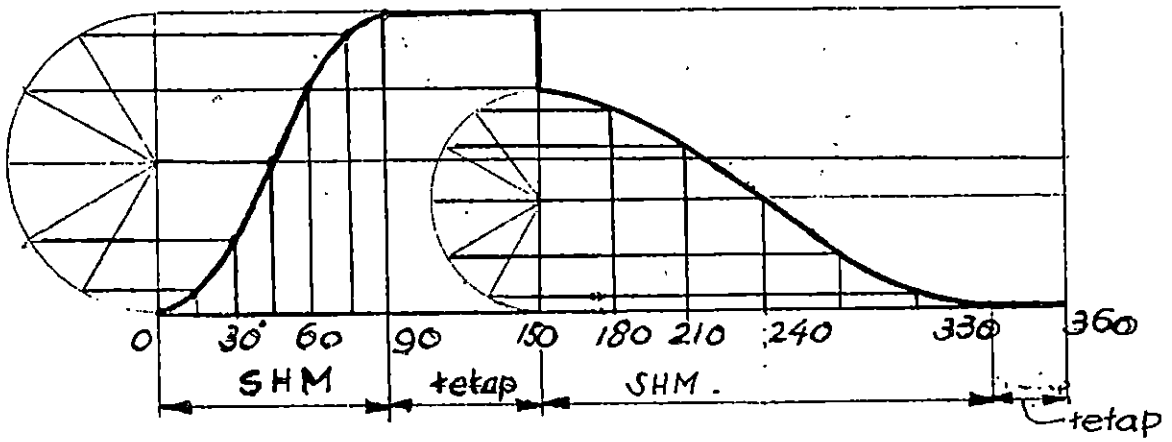
## BAB IV

### PROBLEMA

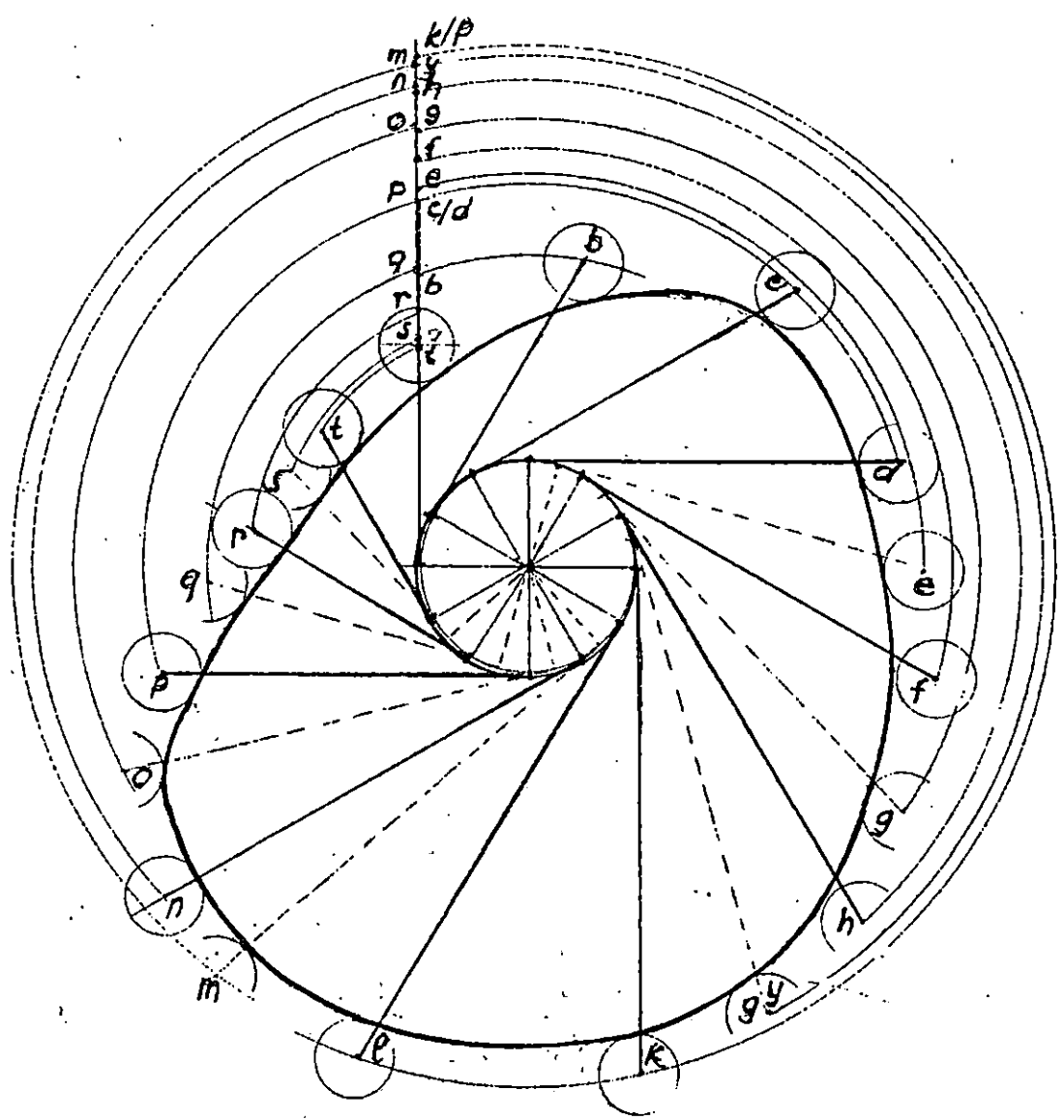
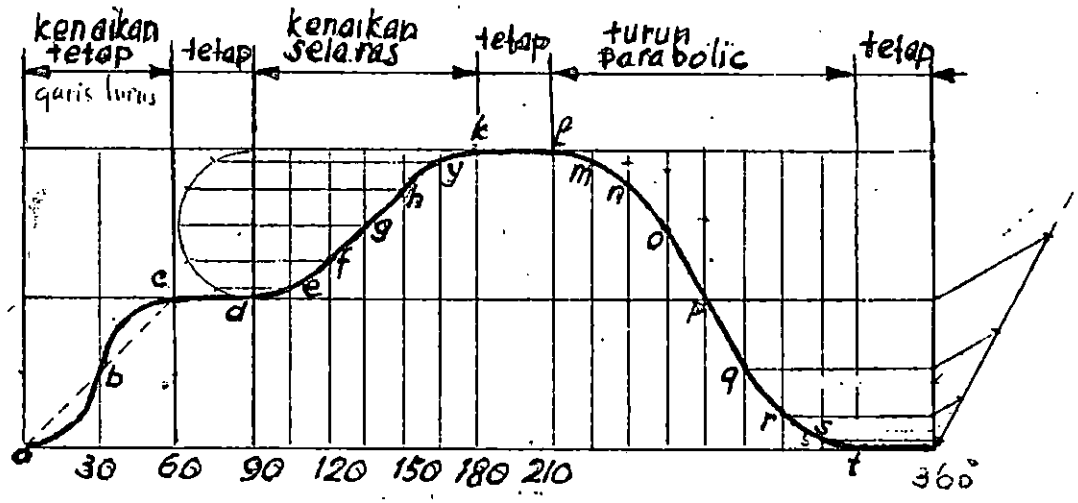
#### 1. Beberapa contoh.

Pada gambar 15 adalah konstruksi cam dengan beberapa variasi kenaikan dan penurunan follower. Jarak minimum sumbu poros cam ke permukaan profil cam 20 mm. Tinggi kenaikan follower 40 mm selama  $1/4$  putaran pertama dengan gerak selaras (SHM). Seterusnya tidak ada tinggi kenaikan (kostan) selama  $1/6$  putaran. Tiba-tiba follower turun setinggi 10 mm. Selama  $180^\circ$  putaran berikutnya, follower turun secara teratur sampai kedudukan paling bawah dengan gerak selaras kembali (SHM). Follower seterusnya selama  $30^\circ$  tidak ada kenaikan. Untuk mendapatkan konstruksi profil displacement diagram dilukis lebih dulu sesuai dengan kebutuhan diatas. Pada contoh ini ujung follower berupa pisau.

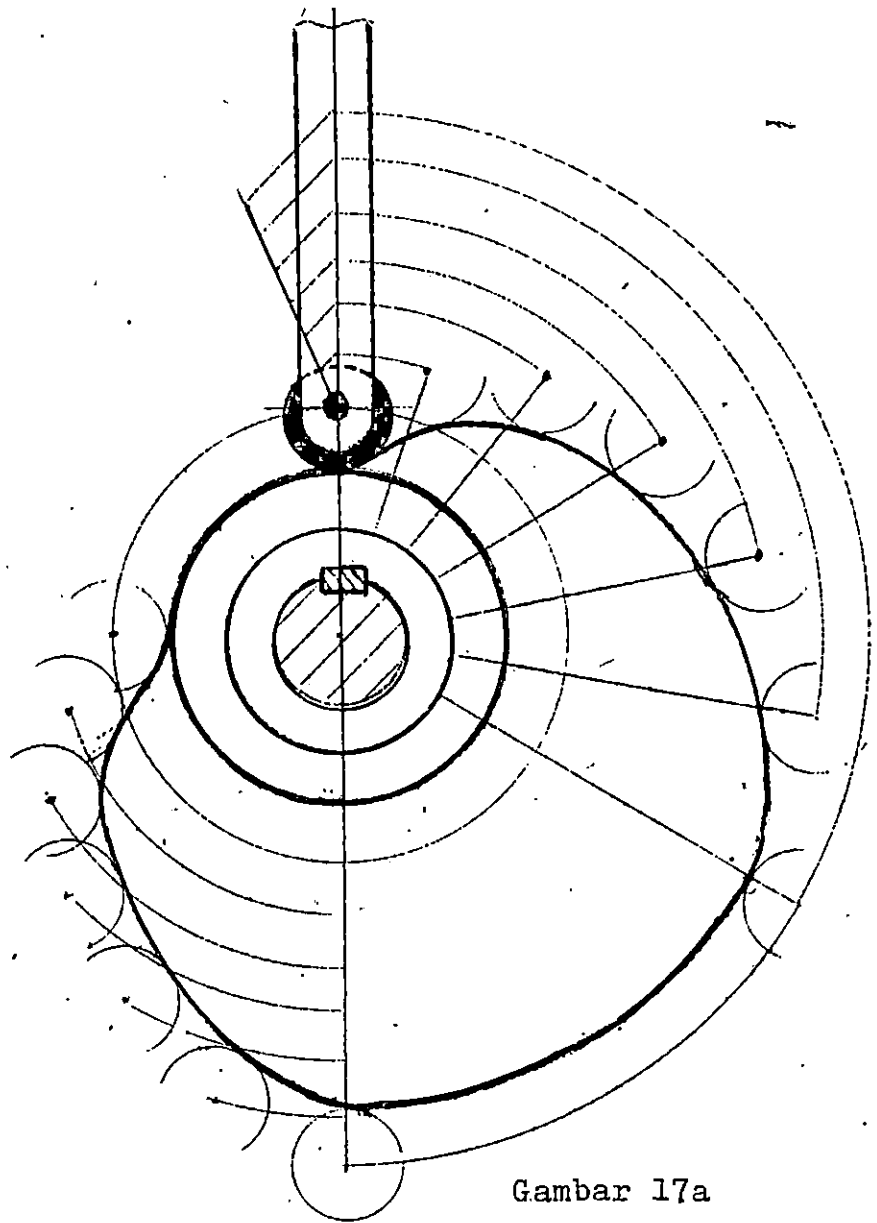
Pada gambar 16 ujung follower adalah rol  $\phi$  10 mm. Jarak minimal sumbu cam ke permukaan profil 28 mm. Lingkaran offset  $\phi$  30 mm. Selama prioda dari  $0^\circ$  --  $60^\circ$  follower naik dengan kecepatan tetap, <sup>setinggi 20 mm</sup> jadi dalam displacement diagram merupakan garis lurus yang telah yang telah dibuat lingkaran singgung pada ujung pangkalnya. Selama  $30^\circ$  kemudian tidak ada kenaikan dan selama  $90^\circ$  kemudian terjadi kenaikan selaras setinggi 20 mm lagi. Selama  $30^\circ$  kemudian tak ada tinggi kenaikan dan seterusnya follower turun dengan gerak parabolik sampai kedudukan paling bawah selama  $120^\circ$  gerak engkol. Selama  $30^\circ$  sisanya follower tidak mempunyai kenaikan.



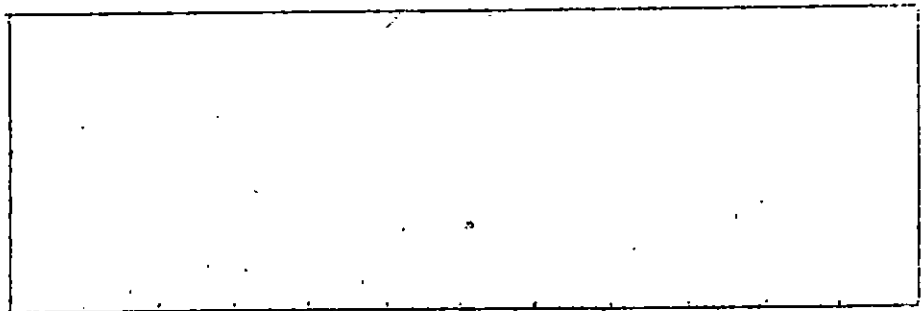
Gambar 15.a.



Gambar 16.



Gambar 17a



Displacement diagram

## 2. Tugas-tugas.

1. Rencanakan dan gambarlah displacement diagram dan profil cam ,dimana ujung folower memakai rol. Gerakan folower adalah sebagai berikut:  
Selama  $120^{\circ}$  putaran pertama naik 40 mm  
Tidak ada kenaikan selama  $60^{\circ}$  berikutnya.  
Gerakan turun 40 mm selama  $90^{\circ}$ .  
Seterusnya tidak ada kenaikan.  
Follower dalam gerakan naik dan turun kecepatannya tetap, jadi displacement diagram merupakan garis lurus yang telah diperbaiki ujung pangkalnya.  
Diameter rol 14 mm. Diameter poros cam 17 mm.  
Diameter naaf roda cam 30 mm. Diameter lingkaran dasar 60 mm. Ofset nol. Profil terendah jaraknya 23 mm dari sumbu cam.
2. Problem yang sama dengan soal 1., akan tetapi gerakan folower adalah gerakan selaras dan ofset 30 mm pada sebelah kiri dari sumbu cam.
3. Gambar Displacement diagram dan profil cam dengan ketentuan sebagai berikut:  
Ujung folower datar. Ofset nol. Selama  $30^{\circ}$  gerakan pertama tidak ada kenaikan. Setelah itu naik 30 mm dengan kurva parabola selam  $180^{\circ}$  putaran. Selama  $30^{\circ}$  berikutnya tidak ada kenaikan dan seterusnya turun dengan gerak selaras sampai keadaan folower paling bawah.
4. Rencanakan dan gambarkan profil cam dengan ketentuan:  
Ujung folower rol. Ofset adalah nol.  
Gerakan folower gerak selaras. Pad gerakan pertama

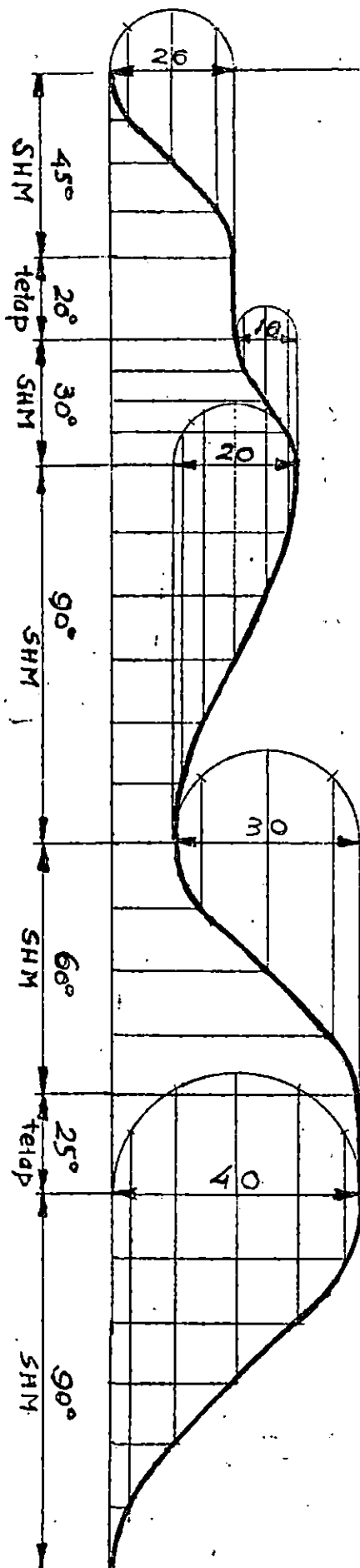


naik 20 mm dalam  $45^\circ$ ,  $20^\circ$  berikutnya tak ada kenaikan, seterusnya naik lagi 10 mm selama  $30^\circ$  dan  $90^\circ$  berikutnya turun 20 mm. Setelah itu untuk selama  $60^\circ$  kemudian naik lagi 30 mm, seterusnya tak ada kenaikan selama  $25^\circ$  dan  $90^\circ$  berikutnya turun lagi sampai kedudukan follower paling bawah.

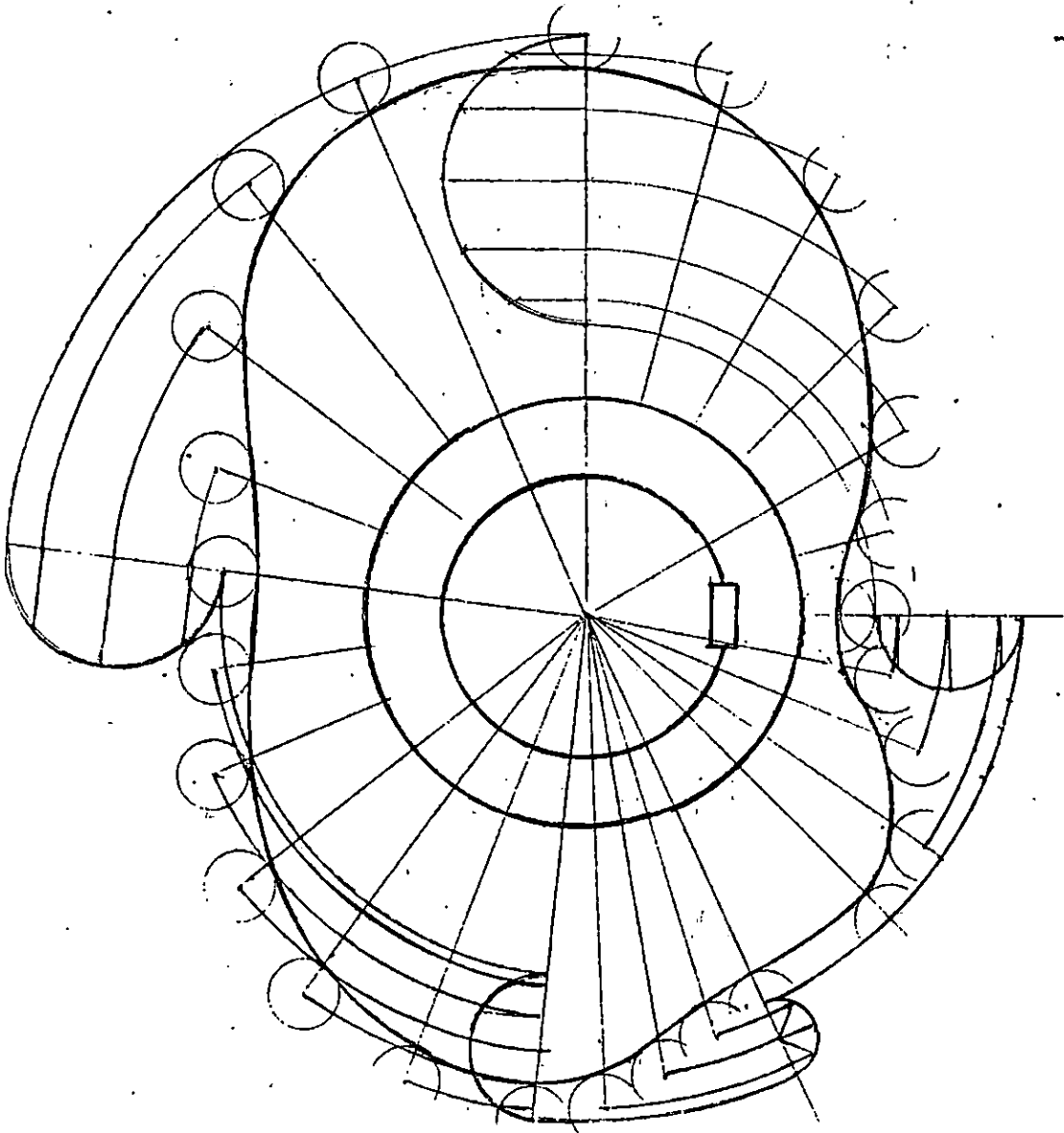
Diameter poros 30 mm, diameter naaf 40 mm, tebal keping cam 15 mm. Jarak terendah antara pumbu cam dan profil cam 35 mm, diameter roler 10 mm.

5. Rencanakan displacement diagram dan profil cam untuk : Gerakan follower semuanya gerak dengan kecepatan tetap.  $70^\circ$  putaran pertama naik 30 mm,  $20^\circ$  berikutnya tidak ada kenaikan,  $30^\circ$  berikutnya turun 20 mm, tetap lagi selama  $15^\circ$ ,  $45^\circ$  selanjutnya naik lagi 30 mm.  $20^\circ$  berikut tak ada kenaikan dan seterusnya turun 25 mm selama  $75^\circ$  berikut, tak ada kenaikan selama  $20^\circ$  dan akhir turun kembali ke keadaan semula ( $65^\circ$ ).

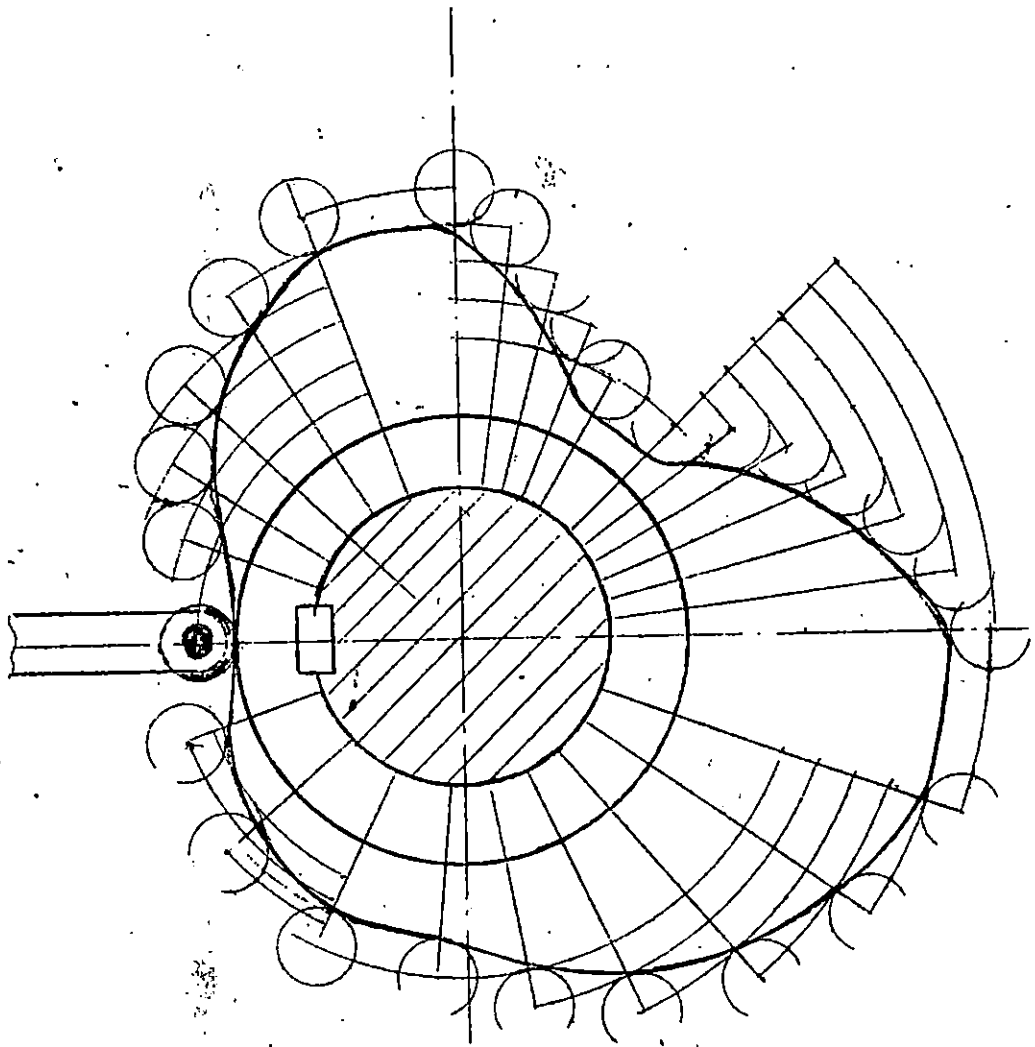
Diameter rol 10 mm. Jarak minimal sumbu cam ke permukaan profil cam 30 mm. Diameter poros 40 mm, diameter naaf roda cam 60 mm. Sambungan poros memakai pasak memanjang.



Gambar 18.



Gambar 19.

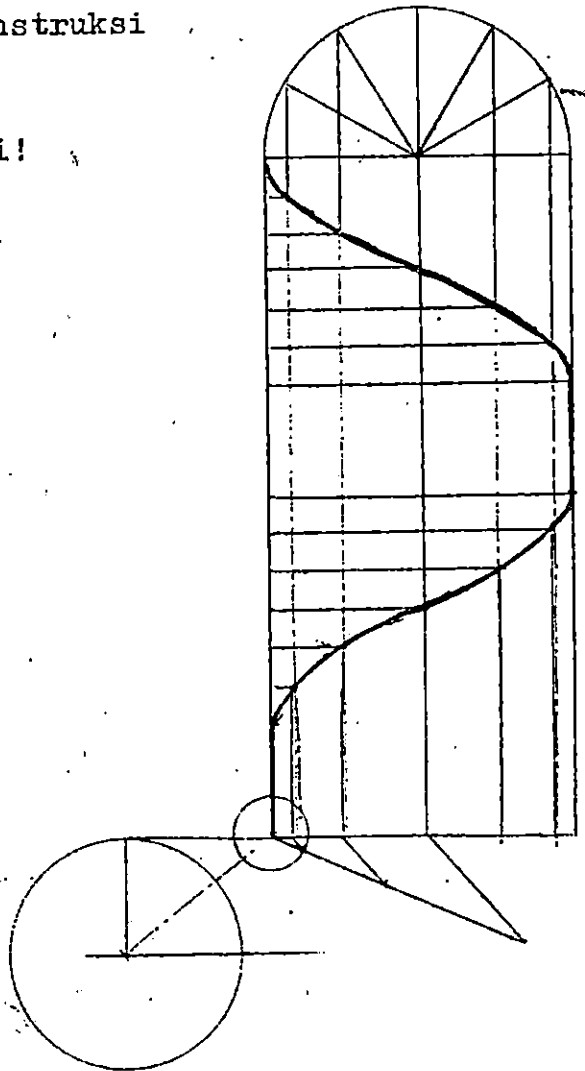


Gambar 20.

Selesaikanlah bentuk konstruksi  
profil Cam berdasarkan  
displacement diagram ini!

Ujung folower pakai rol

Ada ofset



Gambar 21.

DAFTAR BACAAN

J. W. Giachino ; DRAFTING AND GRAPHICS, American  
Technical Society, Chicago 1966.

L.C.Mott ; GEOMETRICAL AND TECHNICAL DRAWING,  
Pitman Publishing Pty Ltd, Melbourne 1978.

H.C.SPENSER and I.L.HILL; TECHNICAL DRAWING, The  
Macmillan Company New York 1967.