

## DESAIN PROFIL GIGI RODA GIGI LURUS DENGAN SISTEM KOORDINAT

**Sirod Hantoro, Tiwan**

*Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta*

### ABSTRACT

*Design of tooth profile for the big gear enough usually unlike small gear. Process of tooth making is different. The small gear, its tooth making use the machinery process by cutter module, while for the big gear is making to the casting process. One of the method able to be applied in big design gear by using coordinate system.*

*Intention of design of diametrical tooth profile with the coordinate systems is to fulfill the big gear ordering requirement. This method is very benefit to all designer in industry because can be easier in big tooth profile making, so that can fulfill the customer needs.*

*Form the tooth profile for spur gear of coordinate systems with the pressure angle  $20^\circ$  is very good and have sturdy at root tooth. By that is suitable used for big force and low rotation*

*Keywords : Tooth profile, cicloide, evolvente, coordinate systems*

### 1. PENDAHULUAN

Roda gigi pada umumnya dimaksudkan adalah suatu benda dari logam atau non logam yang bulat dan pipih pada pinggirnya bergerigi. Roda gigi sangat berguna untuk memindahkan gaya dari suatu roda gigi ke gigi yang lain. Pada umumnya roda gigi dibuat dari bahan logam untuk memindahkan beban yang berat, kalau gaya yang dipindahkan tidak berat dapat digunakan roda gigi dari bahan non logam. Teknik pembuatan roda gigi dapat dikerjakan dengan cara di cor, dikerjakan pada mesin frais, dan hober. Transmisi yang berubah - ubah berangsur-angsur juga dapat diperoleh menggunakan roda-roda gigi. Salah satu maksud tersebut adalah dipergunakan pada perkakas pemindah kecepatan, dan merubah beban yang berat menjadi seringan mungkin [1]. Roda gigi dipergunakan pada kendaraan atau mesin yang memiliki gerakan putar.

Penggunaan roda gigi dapat digolongkan sesuai kedudukan yang diambil oleh poros yang satu terhadap poros yang lain [6]. Penggunaan roda gigi ada tiga golongan yaitu; 1) Poros sejajar satu sama lain. Roda gigi yang dipergunakan bentuk dasarnya adalah dua buah silinder yang saling bersinggungan menurut sebuah garis lukis. Roda gigi yang dipergunakan dapat sejajar dengan garis lukis silinder, atau membuat sudut dengan garis lukis. 2) Poros saling memotong. Roda gigi yang dipergunakan adalah roda gigi kerucut dengan puncak gabungan yang saling menyinggung menurut sebuah garis lukis. Gigi ini dapat lurus, garis lukis gigi saling berpotongan di puncak kerucut. 3) Poros saling menyilang, gigi yang dipergunakan berbentuk roda ulir.

Profil gigi suatu roda gigi adalah merupakan gambar bentuk gigi yang digambar atau dilukis menggunakan beberapa metode. Menggambar profil gigi roda gigi dapat menggunakan beberapa metode sesuai dengan yang dikehendaki, oleh karena itu di dalam industri banyak jenis roda gigi yang dipakai. Ada gigi yang profilnya bentuk sikloide, ada yang evolvente, dan ada yang bentuknya dari koordinat. Perlu diketahui bahwa pada kendaraan maupun mesin yang bergerak putar maupun gerak lurus dilengkapi dengan komponen roda gigi [4]. Roda gigi sangat bermanfaat dalam pemindahan gaya atau beban dari satu poros ke poros yang lain. Pemindahan gaya dari satu poros ke poros yang lain dapat dilakukan dengan cara kedua poros tersebut sejajar, bersilangan, dan juga posisi poros tegak lurus. Hal ini tergantung kondisi dari posisi penggerakannya. Oleh karena itu bentuk roda gigi sangat bervariasi, ada yang lurus, miring, kerucut, rak, dan berbentuk ulir [3]. Dalam bab ini akan dibicarakan tentang ketiga metode pembuatan profil lengkung roda gigi.

## **2. JENIS DAN FUNGSI RODA GIGI.**

### **2.1 Jenis roda gigi menurut bentuk gigi.**

Berdasarkan dari bentuk giginya roda gigi dapat dibedakan menjadi :

- a. Roda gigi lurus. Pada roda gigi jenis ini pemotongan giginya searah dengan poros gigi. Untuk permukaan memanjang pemotongan giginya kadang-kadang dilakukan dengan arah membentuk sudut terhadap batang gigi rack.
- b. Roda gigi helix. Jenis gigi ini pemotongan giginya tidak lurus tetapi sedikit miring membentuk sudut di sepanjang badan gigi yang bentuknya silinder
- c. Roda gigi payung . Pada jenis roda gigi ini pemotongan gigi-giginya pada bagian ujung yang berbentuk konis. Gigi-giginya dibentuk dengan arah lurus, searah dengan poros roda gigi.
- d. Roda gigi spiral. Gigi gigi roda gigi ini arahnya membentuk suatu kurva, biasanya pemotongan gigi-giginya juga pada permukaan yang berbentuk konis.
- e. Roda gigi cacing. Jenis roda gigi ini biasanya merupakan suatu pasangan yang terdiri dari batang berulir cacing dan roda gigi cacing.
- f. Roda gigi dalam. Pada jenis roda gigi ini pemotongan gigi-giginya adalah pada bagian dalam dari permukaan ring / lubang. Pada umumnya bentuk giginya adalah lurus seperti roda gigi lurus.

### **2.2 Fungsi Roda Gigi**

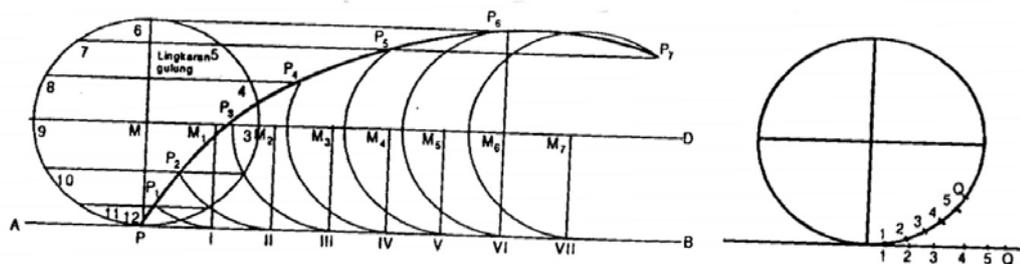
Secara umum fungsi roda gigi yaitu untuk meneruskan gaya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan, mengubah putaran tinggi ke putaran rendah atau sebaliknya, dapat juga memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain, seperti yang digunakan pada pompa roda gigi. Roda gigi dikelompokkan menjadi tiga kelompok, sesuai kedudukan yang diambil oleh poros yang dipergunakan dalam industri, yaitu posisi poros yang satu terhadap poros yang lain.

### 2.3 Dasar-dasar Konstruksi Profil Gigi.

Perancangan profil gigi roda gigi dapat dipergunakan beberapa metode sesuai dengan yang dikehendaki, karena di dalam industri manufaktur banyak jenis roda gigi yang dipakai. Ada yang profil gigi bentuk sikloide, ada yang evolvente, dan ada yang bentuknya dari sistem koordinat.

#### 2.3.1 Cara melukis profil gigi sikloide

Yang dimaksud sikloide adalah suatu garis lengkung yang melukiskan titik-titik pada lingkaran apabila ia menggulung pada suatu garis lurus. Lingkaran yang menggulung dinamakan lingkaran gulung [2]. Titik P berada pada lingkaran gulung, lingkaran tersebut bergulung kekanan sepanjang garis A-B. Cara pembuatan lengkung sikloide adalah sebagai berikut; lingkaran gulung dibagi menjadi 12 bagian yang sama besar. Misalnya lingkaran gulung itu dibagi 12 bagian, titik 1 menggulung menjadi I pada garis A-B. Oleh karena itu titik P naik dan tingginya sama diatas garis A-B demikian seperti titik yang lain yaitu 11 dan 1, hal ini dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



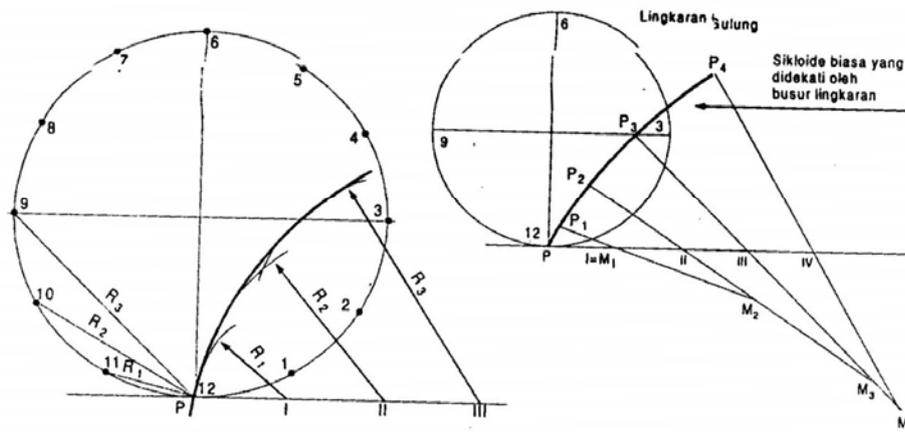
Gambar 1. Cara membuat lengkung sikloide

Pada gambar 1 ditunjukkan cara membuat sikloide, garis lengkung yang sangat halus diambil dengan sebuah jangka kemudian ukur dengan jarak yang sama pada busur P-Q. kemudian kita ambil bagian 5-Q dengan jangka dan ukurkan pada perpanjangan 5'-Q', sehingga panjang busur P'-Q' sama panjang dengan garis lurus P-Q. Sedangkan titik P2 diperoleh dari lingkaran gulung 2/12 bagian sehingga menggulung dan sampai dititik II. Titik P ditinggikan yang sama diatas garis lurus A-B, selanjutnya titik 10 dan 2 dalam kedudukan keluar. Titik potong dari lingkaran gulung, ditarik dari M2 sebagai titik tengah, dengan melalui titik-titik 10 dan 2 mendapatkan titik P2, dan selanjutnya titik P3, P4, dan seterusnya.

Apabila dikehendaki bahwa sikloide tersebut ditentukan atas titik demi titik, maka dapat juga dibentuk sebagai lengkung pada busur lingkaran yang ditarik dari garis-garis singgung berturut-turut I, II, III, dan seterusnya. Ruji-ruji dari busur tersebut diambil dan sama jaraknya yaitu dari 12-11, 12-10, 12-9, dan seterusnya. Apabila titik I merupakan titik singgung, maka tiap titik dari lingkaran singgung jadi titik P, pada saat itu pula melukis busur lingkaran. Jadi titik P harus berada pada busur lingkaran dengan ruji-ruji  $R1 =$  jarak titik 12-11 yang

dilukiskan pada titik I sebagai titik pusat. Titik P2 harus berada pada busur lingkaran dengan ruji-ruji R2 yang dilukis di titik II sebagai pusat lingkaran.

Jika titik P1, P2 dan seterusnya ditentukan maka titik tengah M2, M3, dan seterusnya, didapat sebagai titik-titik potong garis P1-I dengan P2-II dan seterusnya. Titik I = M1 merupakan titik tengah dari busur P-P1, M2 titik tengah busur P1-P2 dan seterusnya.



Gambar 2. Epi-sikloide dan hipo-sikloide

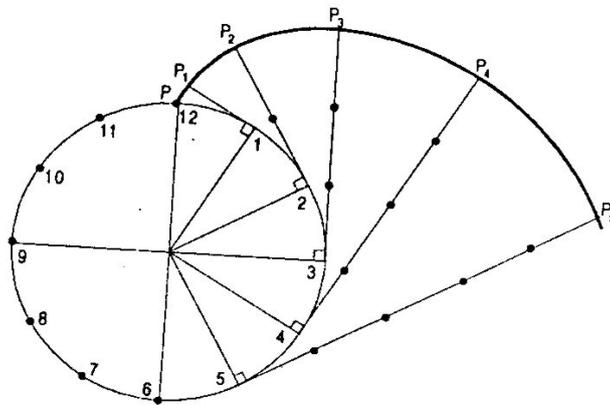
Epi-sikloide yaitu merupakan lengkung yang digambarkan oleh suatu titik yang berada di keliling lingkaran, apabila lingkaran guling menggulung pada lingkaran yang lain. Untuk mengetahui lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2. Lengkung ini dibuat dengan cara yang sama seperti yang telah diterangkan diatas, untuk membuat sikloide biasa. Lingkaran guling tersebut dibagi menjadi sejumlah bagian yang sama misalnya 12 bagian. Kemudian ukur pada busur tersebut menggunakan jangka, yang sama dengan 1/12 bagian. Titik-titik I, II, III dan seterusnya, adalah merupakan titik singgung. Titik pusat M dari lingkaran guling menjadi titik pusat atau titik -titik singgung. Disini dapat dilihat bahwa titik tengah berturut-turut dari lingkaran guling pada suatu busur lingkaran dengan jari-jari  $R+r$  diukur dari titik M. Bila lingkaran guling berputar tidak dengan menggulung maka titik P setelah 1/12 putaran sampai pada tempat, dimana titik 11 berada dalam kedudukan keluar. Jarak dari P sampai titik tengah M adalah diperbesar dengan a. Apabila lingkaran guling menggulung 1/12 bagian dari keliling pada lingkaran lainya, sehingga titik 1 menjadi titik singgung I, jarak dari titik P sampai titik tengah M juga bertambah dengan bagian a. Titik P sekarang berada pada busur lingkaran dengan titik 11, ditarik dari titik tengah M. Titik P akan berada pada keliling lingkaran guling, titik tengahnya berada di M1. Kedua titik potong lingkaran berada dititik P1 dari lengkung yang dibuat. Selanjutnya untuk mendapatkan titik-titik P2, P3 dan seterusnya, diperoleh dengan perpotongan dari busur lingkaran dengan titik -titik 10, 9, dan seterusnya. Adapun hipo-sikloide yaitu suatu lengkung yang digambarkan dari suatu titik

pada keliling lingkaran apabila lingkaran tersebut menggulung dalam lingkaran lainnya. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.

### 2.3.2 Cara melukis profil gigi Evolvente

Evolvente adalah suatu lengkung yang digambarkan oleh titik-titik yang dililitkan pada suatu silinder. Titik yang ada dalam silinder dilepas secara pelan-pelan dari silinder akan membentuk garis lengkung evolvente. Oleh karena itu panjang garis  $P_1-1$  adalah sama dengan panjang busur  $12-1$ , sedangkan garis  $P_2-2$  sama dengan panjang busur  $12-2$  dan seterusnya. Umpamakan bahwa evolvente itu harus berjalan melalui titik  $4'$ . Tariklah melalui titik itu lingkaran pertolongan, sepusat dengan lingkaran dasar. Bagi dualah jarak  $M-4'$  dan lukislah dari tengah  $M1$  itu, suatu busur lingkaran melalui titik  $M$  dan  $4'$ . Titik potong busur lingkaran ini dengan lingkaran dasar memberikan titik  $4$ . Sekarang garis  $4-4'$  adalah suatu garis pada lingkaran dasar. Jangkakan sekarang, baik sebelah kiri maupun sebelah kanan dari titik  $4$ , sejumlah busur sama selanjutnya bebas.

Ambil jarak  $4-4'$  dalam jangka dan lingkaran jarak ini dari titik  $1,2$ , dst., sehingga terdapat titik potong  $1', 2'$ , dan seterusnya. Dengan lingkaran pertolongan, sambungkan sekarang titik-titik  $1,2$ , dan seterusnya. Berturut-turut dengan titik-titik  $1', 2'$ , dan seterusnya, maka garis-garis  $1-1', 2-2'$  dan seterusnya adalah semuanya sama panjang dan juga garis-garis singgung pada lingkaran dasar.

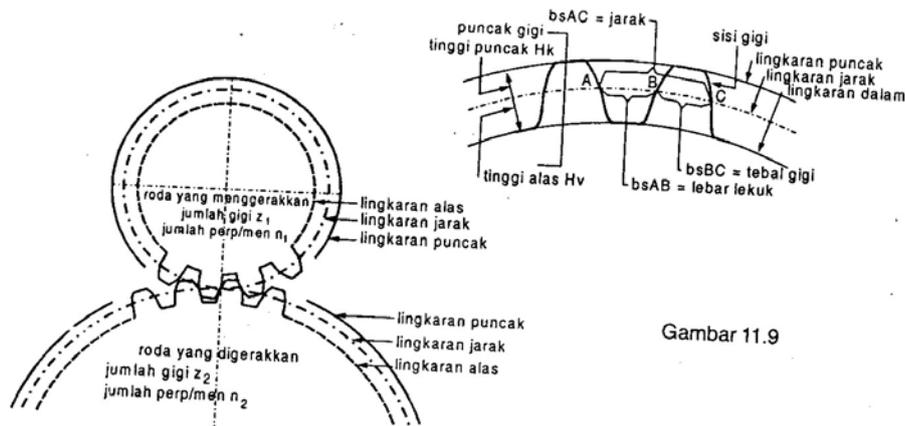


Gambar 3. Profil gigi evolvente

Lalu diukur satu kali suatu busur dengan teliti, umpamanya busur  $4-3 =$  sepotong garis  $4-III = L$ . Titik  $P_5$  didapatkan dengan jarak  $L$  sekali dijangkakan keluar dari titik  $5'$  titik  $P_3$  dengan menjangkakan  $L$  sekali kedalam dari titik  $3'$ , untuk titik  $P_6$  dua kali keluar dan untuk titik  $P_2$  dua kali kedalam dan seterusnya.

### 2.3.3 Pemakaian Nama Nama dan Pengertiannya

Pada gambar profil gigi, gambar 4, terdapat banyak nama yang harus dipahami betul. Oleh karena itu uraian nama-nama bagian gigi yang penting disini dengan singkat.



Gambar 11.9

Gambar 4. Nama-nama dan istilah dalam roda gigi

- **Lingkaran puncak**, adalah lingkaran yang melalui puncak roda gigi. Diameter lingkaran puncak ini dinyatakan dengan  $D_k$ .
- **Lingkaran alas**, adalah lingkaran pada alas roda gigi. Diameter dari lingkaran ini dinyatakan dengan  $D_v$ .
- **Lingkaran jarak**, dua roda yang kerja sama dinamakan lingkaran-lingkaran khayal yang bersinggungan dengan kecepatan keliling yang sama. Diameter lingkaran jarak dinyatakan dengan huruf  $D$ . Garis sumbu melalui titik-titik tengah dari roda disebut juga pusat lingkaran.
- **Jumlah gigi** dari suatu roda gigi dinyatakan dengan huruf  $z$ , jumlah putaran tiap-tiap menit dengan  $n$ .
- **Angka transmisi  $i$**  adalah perbandingan jumlah putaran roda gigi yang berputar dan yang diputar.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (1)$$

- **Jarak antara  $t$**  adalah jarak dua gigi berturut-turut, diukur pada lingkaran jarak. Jadi, jarak antara ialah busur A-C. Jarak antara adalah juga sama dengan **lebar lekuk + tebal gigi**, diukur pada lingkaran jarak. Lebar lekuk ialah busur A-B, tebal gigi ialah busur B-C.
- **Jari kutub  $m$**  adalah bilangan yang diperbanyak dengan  $\pi$  menghasilkan jarak antara gigi-gigi.

$$t = m \times \pi \quad (2)$$

Banyaknya gigi-gigi kali jarak antara adalah sama dengan keliling lingkaran jarak :

$$Z x t = \pi x D \quad (3)$$

Oleh karena  $t = m x \pi$ , maka ini dapat juga ditulis :

$$Z x m x \pi = \pi x D,$$

ternyata :

$$Z x m = D \quad (4)$$

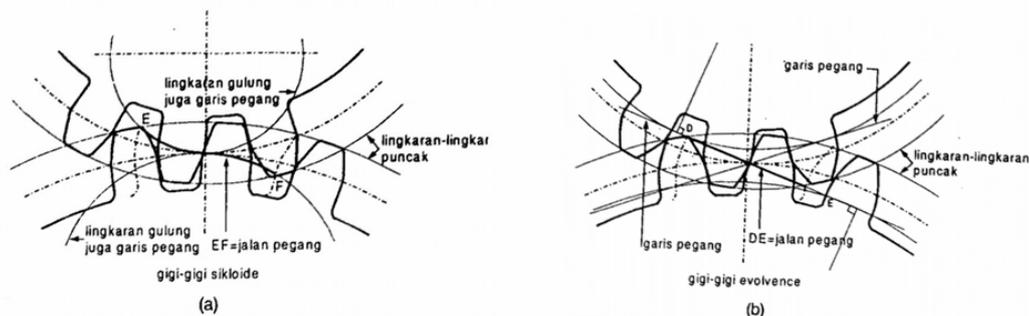
- **Tinggi puncak  $H_k$** , adalah jarak dari lingkaran puncak sampai lingkaran jarak.

$$H_k = m \quad (5)$$

- **Tinggi alas  $H_v$** , adalah jarak dari lingkaran - jarak sampai lingkaran - alas.

$$H_v = 1,166 m \quad (6)$$

- **Puncak gigi** ialah bagian gigi diatas lingkaran jarak.
- **Alas gigi** ialah bagian gigi antara lingkaran jarak dan lingkaran alas.
- **Profil gigi** ialah bentuk penampang lintang tegak lurus dari gigi.



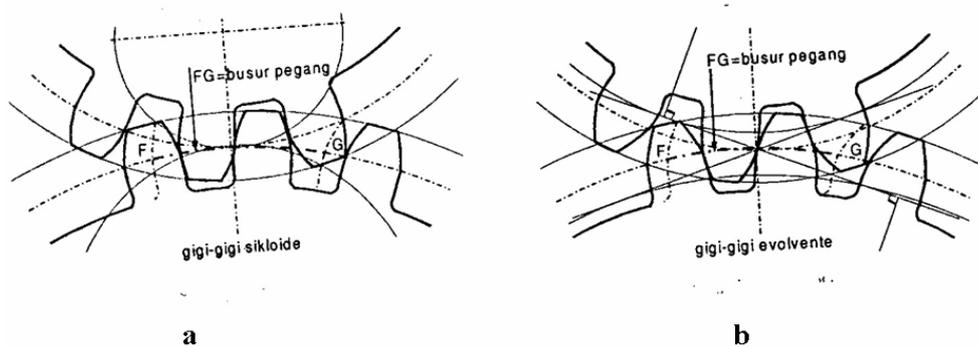
Gambar 5. Cara melukis garis pegang sikloide dan evolvente

Garis pegang ialah tempat kedudukan titik-titik singgung berturut-turut dari sisi dua buah gigi yang bekerja bersama. Pada gigi sikloide yang dimaksud garis pegang adalah bagian kedua lingkaran gulong, yaitu dapat dilihat pada gambar 5a. Sedangkan pada gigi evolvente garis pegangnya berada dalam garis lurus yang berada dibawah suatu sudut tertentu yaitu sudut tekan  $\beta$ , lihat gambar 5b. Jalan pegang ialah bagian garis pegang antara lingkaran-lingkaran puncak roda yang bekerja bersama. Busur pegang yaitu busur yang terjadi antara permulaan dan akhir pegangan, diukur dari lingkaran jarak. Untuk memperjelas tentang busur pegang dapat dilihat pada gambar 6. Hasil bagi pegang atau perbandingan pengimpitan ialah hasil bagi busur pegang dan jarak antara.

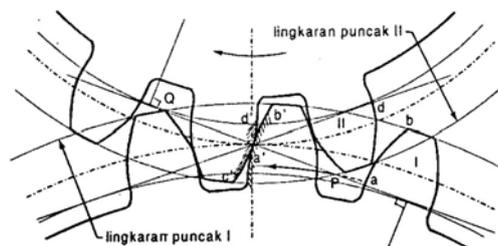
$$\text{Hasil bagi pegang atau perbandingan pengimpitan} = \frac{\text{busur pegang}}{\text{jarak antara}}$$

Gambar 5a digambarkan garis pegang untuk gigi-gigi sikloide dan dalam gambar 5b untuk gigi evolvente. Garis evolvente itu terjadi sebagai jalan dari titik-titik pada suatu garis lurus yang menggulung pada lingkaran dasar. Lingkaran dasar yang kecil seperti dalam gambar, maka kedudukan yang berturut-turut dari garis lurus yang menggulung membuat sudut-sudut tertentu satu sama lain. Jika lingkaran dasar tersebut lebih besar dan diambil kelilingnya,

maka busur-busur yang sama seperti dalam gambar, maka sudut antara kedudukan berturut-turut dari garis yang menggulung menjadi lebih kecil. Jika dibuat lingkaran dasar yang besar dan tak terhingga, maka kedudukan berturut-turut garis lurus yang menggulung akan berjalan sejajar. Kedudukan yang berturut-turut dari garis lurus yang menggulung adalah semua dari garis – garis singgung pada sisi gigi. Jadi, apabila norma-norma ini berjalan sejajar, maka garis singgung dari posisi ini berimpitan dan sisi gigi menjadi garis lurus. Oleh karena itu garis pegang adalah merupakan suatu garis pada sisi gigi yang harus berdiri tegak lurus.



Gambar 6. Cara melukis busur pegang sikloide dan evolvente



Gambar 7. Profil gigi sikloide

Roda gigi yang mempunyai sisi gigi aktif merupakan sisi gigi yang bersinggungan dengan sisi gigi yang bekerja bertentangan, hal ini dapat dilihat pada gambar 7. Titik P adalah titik potong dan garis pegang dengan lingkaran puncak II, titik a dari gigi I pada titik P bersinggungan dengan titik C dari gigi II. Titik Q merupakan titik potong garis pegang dengan lingkaran puncak I, berakhirlah jalan pegang. Titik b dari gigi I pada titik Q bersinggungan dengan titik d dari gigi II. Jadi bagian a – b pada gigi I telah bersinggungan dengan bagian c-d dari gigi II. Bila diperhatikan gigi-gigi aktif adalah titik-titik b' dan c' berturut – turut terletak pada lingkaran puncak I dan II. Sedangkan titik a' dan d' diperoleh dengan melingkarkan titik P dan Q berlawanan arah jarum jam dari titik tengah dari roda yang bekerja bersama.

### 3. CARA MELUKIS PROFIL GIGI.

Profil gigi salah satu roda gigi dapat berupa sebuah garis lengkung sembarang dan selain itu profil gigi lainnya dapat berbentuk yang lain. Profil roda gigi dalam praktek dibatasi dengan profel gigi evolvente dan sikloide. Garis evolvente terjadi bila suatu benang yang direntangkan dengan kuat dan dililitkan pada sebuah lingkaran. Garis evolvente ditentukan oleh jari-jari lingkaran dasar. Sebuah titik pada lengkung evolvente yang ditarik sebuah garis singgung pada dasar lingkaran, maka bagian yang sangat kecil dapat dianggap sebagai busur lingkaran yang dilukis dengan sebuah jari-jari tertentu.

Bila diketahui banyaknya gigi roda yang berputar I adalah  $z_1$ , dari angka transmisi  $i$  dapat ditentukan banyaknya gigi II yang jumlahnya  $z_2$  yang saling bekerja sama.

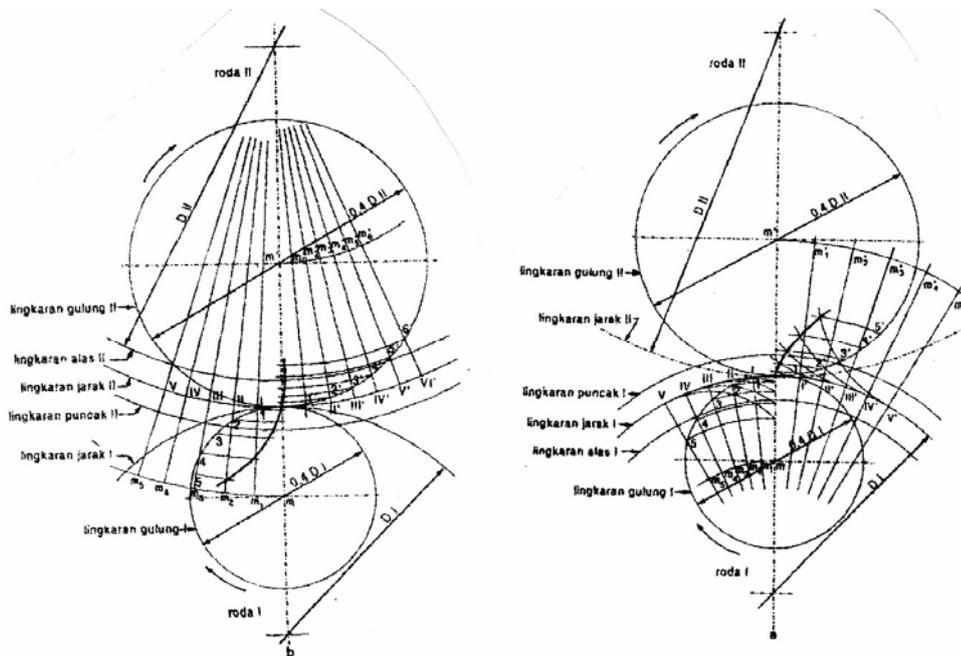
$$i = \frac{z_2}{z_1} \text{ ternyata } z_2 = i \times z_1 . \text{ Apabila jari-jari kutub roda gigi } = m$$

Tinggi puncak sama dengan jari-jari kutub  $m$ , dan tinggi alas sama dengan  $1,166 m$ . Jadi  $H_k = m$  dan  $H_v = 1,166 m$ . Jarak antara gigi-gigi  $t = \pi m$ . Biasanya tebal gigi  $= 19/40 t$  dan lebar lekuk  $= 21/40 t$ .

Roda Gigi I	Roda Gigi II
$D_1 = z_1 \times m$	$D_2 = z_2 \times m$
$D_{k1} = z_1 \times m + 2 \times m = (z_1 + 2) m$	$D_{k2} = z_2 \times m + 2 \times m = m (z_2 + 2)$
$D_{v1} = z_1 \times m - 2 \times 1,166 m$	$D_{v2} = z_2 \times m - 2 \times 1,166 m$
$D_{v1} = m \times (z_1 - 2,332)$	$D_{v2} = m \times (z_2 - 2,332)$

Sebagai patokan garis tengah lingkaran gulung besar  $0,4$  dari garis tengah lingkaran jarak, atau biasanya ditulis  $0,4 D$  [3]. Setelah ditentukan diameter lingkaran gulung, kemudian lukiskan terlebih dahulu profil gigi roda I. Selanjutnya gulungkan lingkaran gulung I kesebelah kanan dalam lingkaran jarak sehingga terbentuk profil alas kaki gigi yang berbentuk hiposikloide. Gulungkan lingkaran gulung II kekanan pada lingkaran jarak I sehingga terdapat profil puncak sebagai epi-sikloide. Profil-profil kedua roda digambar dengan bantuan kedua lingkaran gulung. Setelah itu dilukis tiap roda gigi dengan teliti, maka jarak antara gigi-gigi harus diukurkan dengan jangka seteliti mungkin. Apabila roda gigi mempunyai gigi  $20$ , maka panjang busur = jarak antara atau  $360^\circ / 20 = 18^\circ$  Sedangkan tangen  $18^\circ = 0,325$ .

Melalui titik tengah  $M$  dari roda gigi sekarang jangkakan melalui pusat  $n \times 100$  mm dan dari titik itu ukurkan  $n \times 32,5$  tegak lurus, huruf  $n$  adalah bilangan bulat yang besarnya sekehendak hasilnya dapat dilihat pada gambar 8. Garis lengkung yang terbentuk dalam lingkaran gulung dengan diameter lingkaran alas akan menunjukkan bentuk profil gigi roda gigi tersebut. Profil gigi yang terbentuk ini juga mempunyai dua macam yaitu profil gigi bentuk evolvente dan profil gigi yang bentuk sikloide [6].



Gambar 8. Lukisan profil gigi roda gigi

Perubahan alas gigi dalam lingkaran alas biasanya dibulatkan, karena diameter lingkaran jarak dari kedua roda menurut perhitungan harus teliti, sebab lingkaran tersebut selalu bersinggungan. Titik yang ada pada lingkaran jarak dapat di tentukan dengan cara mengukur jarak gigi. Buatlah profil gigi yang terjadi dari kedudukan titik lingkaran guling yang mengguling ke kanan dan lingkaran guling yang mengguling ke kiri. Ukurkan jarak antara gigi gigi pada lingkaran jarak roda gigi I dan roda gigi II. Langkah selanjutnya mengambil kertas transparan atau kertas bening yang tipis. Letakan kertas di atas gambar profil gigi yang telah terbentuk. Buatlah gambar profil gigi di atas kertas transparan sesuai atau persis sama dengan profil hasil lukisan yang terbentuk dari lingkaran guling. Pada titik M kertas transparan dipaku ke titik pusat roda gigi, kemudian buat lukisan profil gigi melalui titik 0 pada lingkaran jarak. Putar kertas putih atau transparan tersebut ke kanan, apabila titik 0 telah berada di atas titik jarak gigi maka lukiskan profil gigi tersebut. Profil gigi ini merupakan profil gigi bagian kiri. Setelah selesai semua titik- titik digambari profil gigi, kemudian kertas putih atau transparan tersebut dibalik. Titik pusat M tetap pada posisi semula, putar kertas ke kiri setiap titik berada di atas titik jarak gigi dalam lingkaran jarak diberi tanda sampai penuh di lingkaran jarak maka terjadi tebal gigi dan lebar lekuk roda gigi.

#### 4. CARA MELUKIS PROFIL GIGI DENGAN SISTEM KOORDINAT

Melukis profil gigi dengan sistem koordinat, merupakan cara yang tepat untuk memberikan gambar profil gigi skala yang besar. Cara ini memerlukan perhitungan-perhitungan pula, terutama untuk menghitung koordinat setiap titik pada waktu membuat lengkung profil giginya. Perhitungan dalam menentukan data cara melukis profil roda gigi yang menghasilkan profil baik harus dilakukan dengan teliti [6]. Pada gambar 9 di bawah ini memberikan suatu teknik pembuatan profil gigi dengan sistem koordinat dengan diketahui data-data sebagai berikut : Garis tengah lingkaran jaraknya  $D = 160$  mm, Modul roda gigi  $m = 5$  mm, Sudut tekan  $\alpha = 20^\circ$ .

Perhitungannya sebagai berikut : Jumlah gigi  $z = D/m = 160/5 = 32$  gigi, Tinggi puncak  $H_v = m = 5$  mm. Tinggi kaki gigi  $H_k = 1,167 m = 1,167 \times 5 = 5,835$  mm. Diameter lingkaran puncak  $D_v = D + 2 H_v = 160 + 2 \times 5 = 170$  mm. Garis tengah lingkaran kaki  $D_k = D - 2 H_k = 160 - 2 \times 5,835 = 148,33$  mm. Garis tengah lingkaran dasar  $D_d = D \cos \alpha = 160 \cos 20^\circ = 160 \times 0,9397 = 150,35$  mm. Tinggi gigi (H) =  $H_k + H_v = 5,835 + 5 = 10,835$  mm. Jarak antara  $t = D/Z = 3,14 \times 160 / 32 = 15,7$  mm. Lebar gigi  $b = \text{jarak antara gigi} / 2 = 15,7 / 2 = 7,85$  mm. Gambar profil gigi dengan sistem koordinat

##### 4.1 Menghitung Koordinat

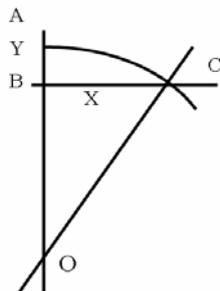
$OA = 1/2 D_d = 1/2 \times 150,35 = 75,175$  mm.  $X = BC = OC \sin \alpha$ , dimana  $OC = OA$ . Jadi jarak X adalah

$$X = OA \sin \alpha \quad (7)$$

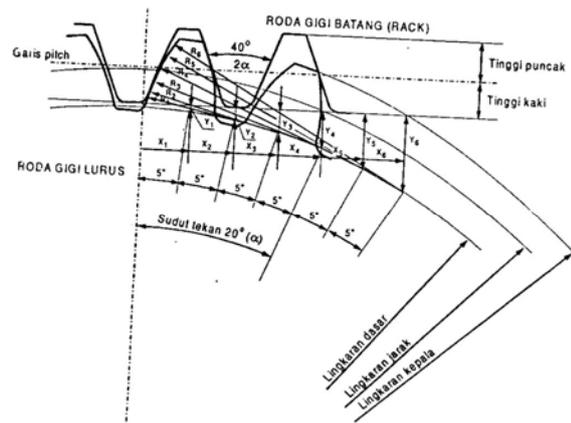
$Y = OA - OB$ , sedangkan jarak  $OB = OA \cos \alpha$ ,

maka  $Y = OA - OA \cos \alpha = OA (1 - \cos \alpha)$ . Jadi panjang Y adalah

$$Y = OA (1 - \cos \alpha) \quad (8)$$



Gambar 9. Penentuan jarak X dan Y



Gambar 10. Bentuk profil gigi roda gigi hasil sistem koordinat

Selanjutnya dapat dihitung harga-harga kordinat X, dan absisnya Y, pada setiap titik. Untuk membuat profil gigi diperlukan juga harga R. Cara melukis dibagi menjadi beberapa bagian sudut, dalam contoh ini dibagi menjadi  $5^{\circ}$ , maka

$$R = \frac{\alpha}{360} \cdot \pi D d \quad (9)$$

Cara perhitungan koordinat X dan Y serta nilai R yaitu dengan menggunakan rumus 7, 8, dan 9, hasilnya seperti tabel berikut ini, nilai  $\alpha_i = 5^{\circ}$ . Hasil perhitungan harga X, Y, dan harga R dimasukan dalam tabel 1. Selanjutnya harga-harga ini dipergunakan untuk membuat suatu profil gigi, yang dinamakan profil gigi sistem koordinat. Hasil lukisan yang dibuat dari koordinat tersebut dapat dilihat pada gambar 10.

Tabel 1. Harga X, Y, dan R

Koordinat X dan Y	1	2	3	4	5	6
X	6,55	13,054	19,4567	25,7113	31,7703	37,5875
Y	0,2931	1,1426	2,5634	4,5405	7,0438	10,075
Radius	6,5509	13,11	19,67	26,227	32,78	39,34

## 5. SIMPULAN

Desain profil roda gigi lurus dapat digunakan sistem koordinat. Sistem koordinat merupakan cara yang tepat untuk menggambarkan profil gigi berukuran besar. Desain gigi sistem koordinat menghasilkan profil gigi yang halus. Profil gigi yang halus sangat menguntungkan dalam pemindahan gaya dari poros yang satu ke poros yang lain. Profil yang halus akan memberikan gerakan yang halus, gesekan rendah, getaran kecil dan tidak berisik. Oleh karena itu desain profil gigi roda gigi untuk roda gigi yang besar akan lebih menguntungkan profil gigi yang dikonstruksi dengan koordinat. Di samping itu profil gigi dengan sistem koordinat memiliki kaki gigi yang kuat dan kokoh.

## PUSTAKA

- [1] Ariyono, Supriyono, Abuhusein. (2005) *Electromechanical Continously Variable Transmission, Future Potential for Automotive Transmission*. Proceeding International Confeerence on ICCT- UMB 2005 p 155-165
- [2] British Standards Institution, BS 308. (1972) *Engineering Drawing Practice Part II*. London 2 Park Street
- [3] Cooley, P. (1972) *Engineering Drawing Communication and Design*. Great Britain, Pitman Publishing
- [4] Hawitt, T.H. (1975). *Advanced Geometrical and Engineering Drawing*. Sixth Form College, London, The English University Press
- [5] Mott, L.C. (1976) *Engineering Drawing and Construction*, Second Edition. London Oxford University Press
- [6] Hantoro, S., Pardjono. (2003). *Menggambar Mesin*. Yogyakarta, Adi Cita
- [7] Hantoro, S., Tiwan. (2005) *Diffusion Bonding Material Tungsten-Baja Dengan Interlayer Ag-4% Cu*. Jurnal Teknoin, Volume 10, Nomor 1, Maret 2005