



# Perencanaan Roda Gigi



## **RODA GIGI**

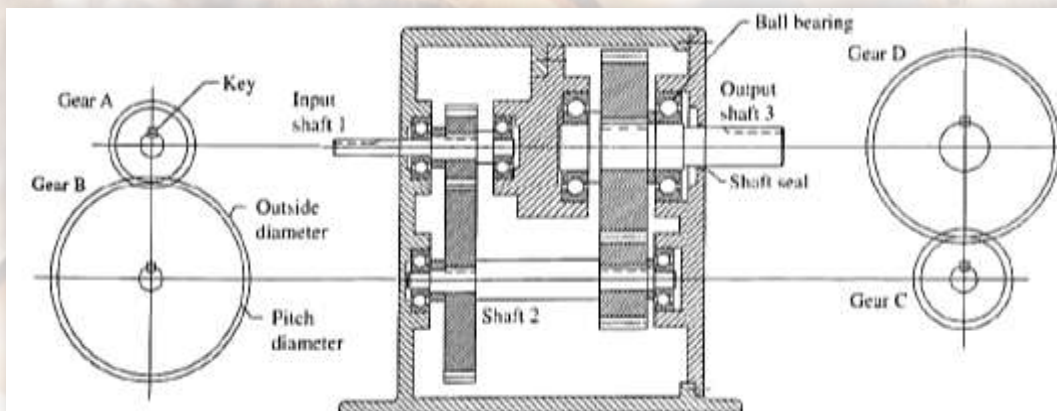
- Roda gigi adalah roda silinder bergigi yang digunakan untuk mentransmisikan gerakan dan daya
- Roda gigi menyebabkan perubahan kecepatan putar output terhadap input

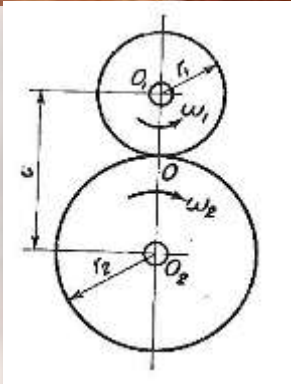


## Anda adalah seorang designer

Asumsi: anda di beri tanggung jawab untuk mendesain suatu mesin:

- Putaran motor: 1750 rpm
- Putaran output: 292 rpm
- Anda memutuskan untuk menggunakan roda gigi dengan dua kali reduksi
- Bagaimana anda mendesain sistem roda gigi?





Jika diasumsikan tidak ada slip → kecepatan tangensial sama

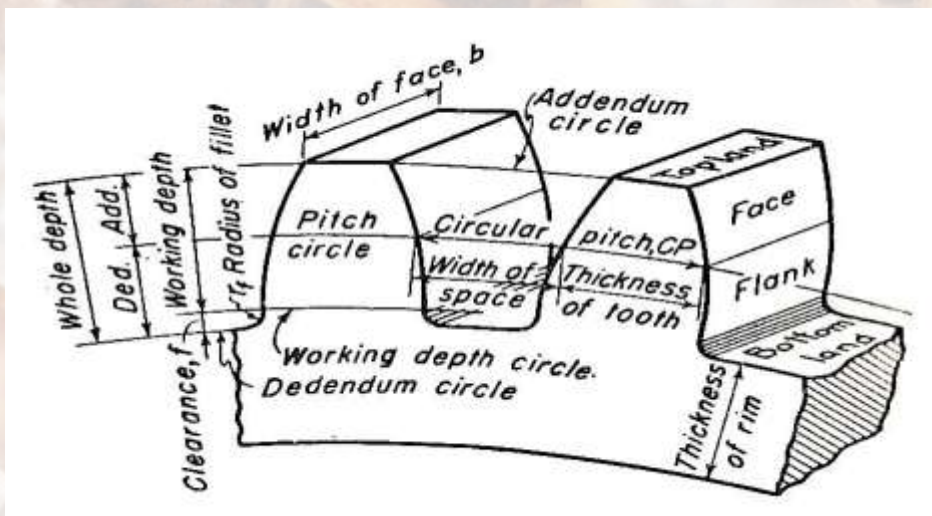
$$r_1 \omega_1 = r_2 \omega_2$$

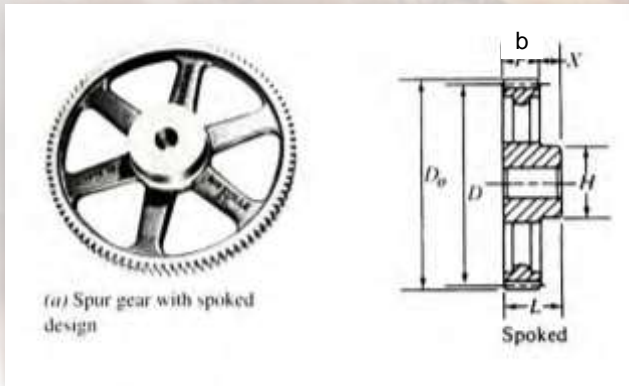
$\omega$  : kecepatan sudut (rad/s)

$r$  : jari-jari

Silinder di transformasi jadi roda gigi, maka  
 Lingkaran → lingkaran pitch  
 Diameter → diameter pitch

## Bagian – bagian roda gigi

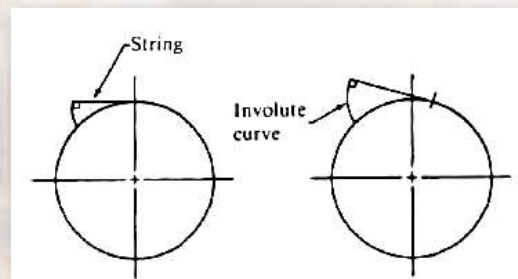
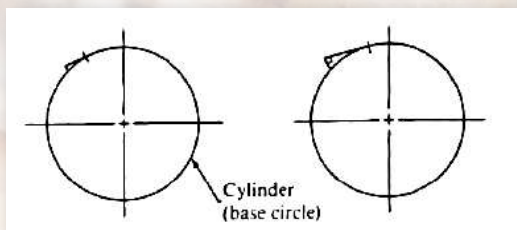




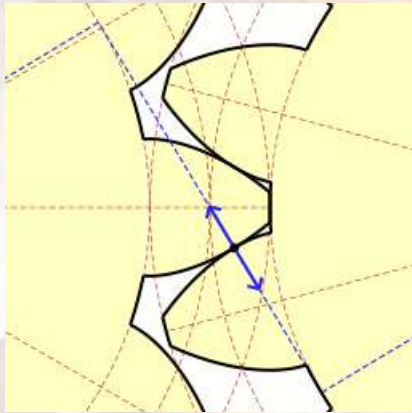
$D_o$  : diameter luar  
 $D$  : diameter pitch/jarak bagi  
 $b$  : lebar gigi  
 $L$  : panjang hub  
 $H$  : diameter hub

## Bentuk Gigi Involut

- Sebagian besar bentuk roda gigi adalah involut.
- Involut merupakan salah satu bentuk geometri yang di sebut *conjugate curve*

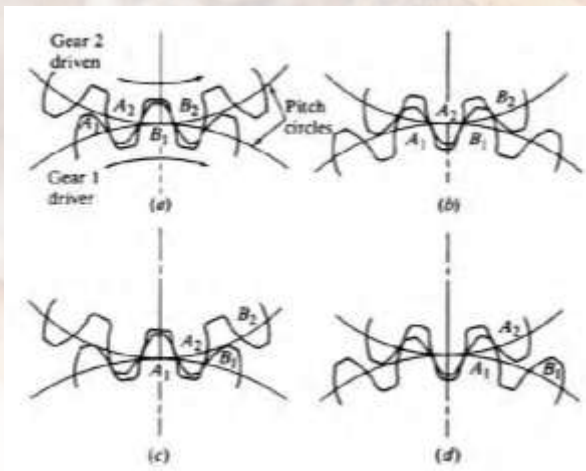


Pada titik manapun, tali (string) selalu menggambarkan garis tangensial lingkaran dasar dan selalu tegak lurus dengan kurva involut



## Definisi

### 1. Diameter pitch / Diameter jarak bagi:



Terdapat dua lingkaran khayal yang bersinggungan → menggelinding tanpa slip.

Kecil → pinion (subskrip p)  
 Besar → gear (subskrip g)

***Circular Pitch / jarak bagi lingkaran (t):*** Jarak dalam inchi dari satu titik pada pitch pada satu gigi ke titik pada gigi berikutnya.

$$t = \pi d / z; \quad d : \text{diameter pitch}; \quad z: \text{Jumlah gigi}$$

***Diametral Pitch/jarak bagi diametral (DP):*** Jumlah gigi dalam gear per inch pada diameter pitch.

$$DP = z/d = z/2r$$

***Base Pitch:*** Jarak dari suatu titik pada satu gigi ke titik pada gigi selanjutnya yang diukur pada lingkaran dasar

Jarak bagi lingkaran selalu mengandung  $\pi$  → kurang praktis

→ Modul (m) merupakan rasio antara diameter dan jumlah gigi

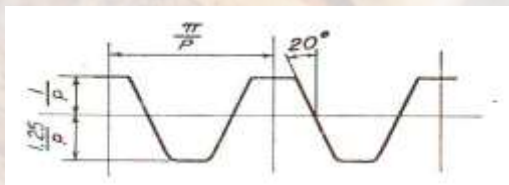
$$m = d / z = t / \pi$$

Ukuran gigi merupakan fungsi dari diametral pitch

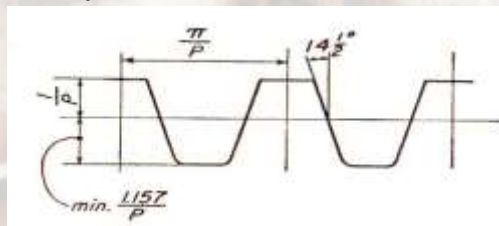


## Sistem Standar Roda Gigi

### 1. 20° Full-Depth Involute

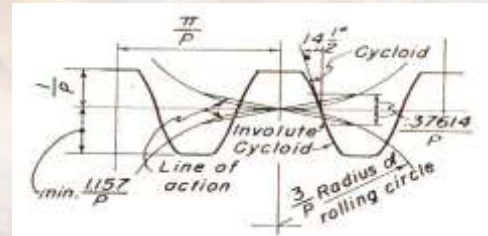


### 2. 14 1/2° Full-Depth Involute

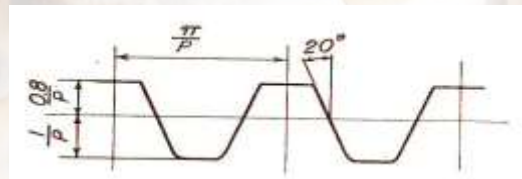




### 3. $14\frac{1}{2}^\circ$ Composite system.



### 4. $20^\circ$ Stub-Tooth Involute



## Perbandingan putaran dan perbandingan roda gigi

$n$ : Putaran roda gigi (rpm)

$d$ : Diameter lingkaran jarak bagi (mm)

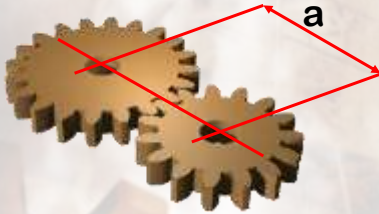
$z$ : Jumlah gigi



$$u = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{m \cdot z_1}{m \cdot z_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{i}$$

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$

**a : jarak sumbu poros**



$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$$

$$d_1 = 2a - d_2 = 2a - id_1$$

$$d_1(1 + i) = 2a$$

$$d_1 = \frac{2a}{1 + i}$$

$$d_2 = \frac{2a \cdot i}{1 + i}$$

- Diameter lingkaran kepala :  $d_k = (z + 2) m$
- Tinggi Gigi :  $H = 2m + c_k$
- Diameter lingkaran kaki  $d_f = (z - 2) m - 2 c_k$ 
  - Dimana  $c_k$  : clearance / kelonggaran puncak

- Addendum/tinggi kepala ( $h_k$ ): jarak radial dari lingkaran pitch menuju lingkaran kepala (→ modul):

$$h_k = k.m$$

- Dedendum/tinggi kaki ( $h_f$ ): jarak radial dari lingkaran pitch menuju bagian dasar / lingkaran kaki

$$h_f = k.m + c_k$$

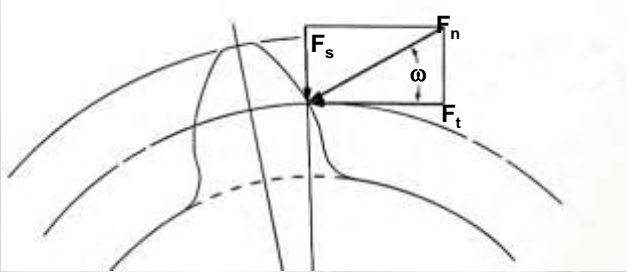
$k$  adalah faktor tinggi kepala yang umumnya bernilai 1, terkadang 0.8; 1.2

- Clearance ( $c_k$ ): celah antara lingkaran kepala dan lingkaran kaki dari roda gigi pasangannya.  $c_k = 0.25 m$

## Kapasitas Beban Roda Gigi

- Jenis kerusakan: patah, aus, berlubang atau tergores permukaannya.
- Yang perlu diperhitungkan: kekuatan terhadap lenturan dan tekanan

## Perhitungan Lenturan



Gaya tangensial

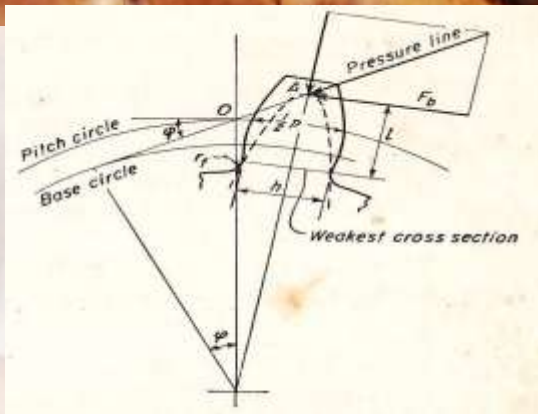
$$F_t = F_n \cos \omega$$

Torsi merupakan perkalian gaya tangensial dengan jari-jari. Torsi juga sama dengan daya yang ditransmisikan dibagi kecepatan putaran

$T = \frac{F_t}{D/2} = \frac{P}{n}$  dimana kecepatan linier adalah  $v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000}$  sehingga didapatkan

$$F_t = \frac{102 P_d}{v}$$

## Kapasitas Bending Gigi Gear



Beban gigi menyebabkan tegangan bending.

$$s = \frac{6M}{bh^2} = \frac{F_t}{b} \times \frac{6l}{h^2}$$

$b$  : lebar gigi dalam arah aksial

$$\frac{h^2}{6l} = mY \text{ atau } Y = \frac{h^2}{6lm}$$

$y$  : Faktor Lewis → tergantung dari jumlah gigi dan sistem gear yang digunakan

$h$  dan  $l$  harus untuk penampang yang membuat nilai  $h^2/6l$  minimum

Substitusi menghasilkan:

$$F_t = \sigma_b b m Y \rightarrow \text{Persamaan Lewis}$$

Jumlah gigi $z$	$Y$	Jumlah gigi $z$	$Y$
10	0,201	25	0,339
11	0,226	27	0,349
12	0,245	30	0,358
13	0,261	34	0,371
14	0,276	38	0,383
15	0,289	43	0,396
16	0,295	50	0,408
17	0,302	60	0,421
18	0,308	75	0,434
19	0,314	100	0,446
20	0,320	150	0,459
21	0,327	300	0,471
23	0,333	Batang gigi	0,484

Koreksi  $\rightarrow$  pada kecepatan linier roda gigi  $\rightarrow v$  semakin tinggi variasi beban semakin tinggi

$$F_t = \sigma_b b m Y f_v$$

Kecepatan rendah	$v = 0,5-10 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{3}{3+v}$
Kecepatan sedang	$v = 5-20 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{6}{6+v}$
Kecepatan tinggi	$v = 20-50 \text{ m/s}$	$f_v = \frac{5,5}{5,5+\sqrt{v}}$

Setiap bahan memiliki nilai tegangan lentur yang diijinkan  $\sigma_a$  (kg/mm<sup>2</sup>). Besarnya beban lentur yang diijinkan:

$$F'_b = \sigma_a m Y f_v$$

Lebar sisi b:

$$b = F_t / F'_b$$

Nilai umum b : (6 – 10)m

(10 s.d 16) m (untuk daya yang besar)

## Perhitungan beban permukaan

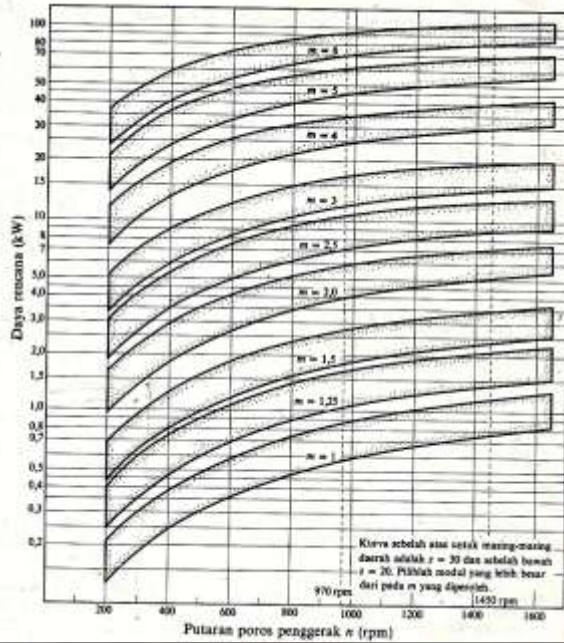
Tekanan antar sesama permukaan gigi yang terlalu tinggi  
→ keausan, proses kerusakan cepat

Diperlukan faktor tegangan kontak yang besarnya tergantung dari kekerasan bahan ( $H_B$ )

Beban permukaan yang di iijinkan per satuan lebar

$$F'_H = f_v k_H d_{o1} \frac{2z_2}{z_1+z_2}$$

Bahan roda gigi (Kekerasan $H_B$ )			$k_H$ ( $\text{kg/mm}^2$ )	Bahan roda gigi (Kekerasan $H_B$ )			$k_H$ ( $\text{kg/mm}^2$ )		
Pinyon		Roda gigi besar		Pinyon		Roda gigi besar			
Baja	(150)	Baja	(150)	0,027	Baja	(400)	Baja	(400)	0,311
"	(200)	"	(150)	0,039	"	(500)	"	(400)	0,329
"	(250)	"	(150)	0,053	"	(600)	"	(400)	0,348
"	(200)	"	(200)	0,053	"	(500)	"	(500)	0,389
"	(250)	"	(200)	0,069	"	(600)	"	(600)	0,569
"	(300)	"	(200)	0,086	"	(150)	Besi cor		0,039
"	(250)	"	(250)	0,086	"	(200)	"		0,079
"	(300)	"	(250)	0,107	"	(250)	"		0,130
"	(350)	"	(250)	0,130	"	(300)	"		0,139
"	(300)	"	(300)	0,130	"	(150)	Perunggu fosfor		0,041
"	(350)	"	(300)	0,154	"	(200)	"		0,082
"	(400)	"	(300)	0,168	"	(250)	"		0,135
"	(350)	"	(350)	0,182	Besi cor		Besi cor		0,188
"	(400)	"	(350)	0,210	Besi cor nikel		Besi cor nikel		0,186
"	(500)	"	(350)	0,226	Besi cor nikel		Perunggu fosfor		0,155

Sudut tekanan  $\alpha = 20^\circ$ 

## Pemilihan Roda Gigi

## Langkah-langkah perencanaan

1. Data-data input
2. Perhitungan daya rencana ( $P_d$ )
3. Penentuan roda gigi dan karakteristiknya ( $m, \alpha, d_o, z, a, c_k, d_k, d_f, Y$ )
4. Perhitungan kinerja roda gigi ( $v, F_t, f_v$ )
5. Input data kekuatan bahan roda gigi ( $\sigma_B, \sigma_a, H_B$ )
6. Perhitungan beban lentur dan permukaan ( $F'_b, F'_H$ )
7. Perhitungan lebar sisi ( $b$ )

8. Perhitungan poros ( $d$ , ukuran pasak, alur,  $s_k$  tebal antara dasar alur pasak dan dasar kaki gigi)

$$S_{k1} = \frac{d_{f1}}{2} - \frac{d_{s1}}{2} + t_2$$

9. Pengecekan

$$b/m = (6 - 10)$$

$$d/b > 1.5$$

$$S_{k1} / m > 2.2$$