

Kuliah 6
ELEMEN MESIN 2
RODA GIGI MIRING



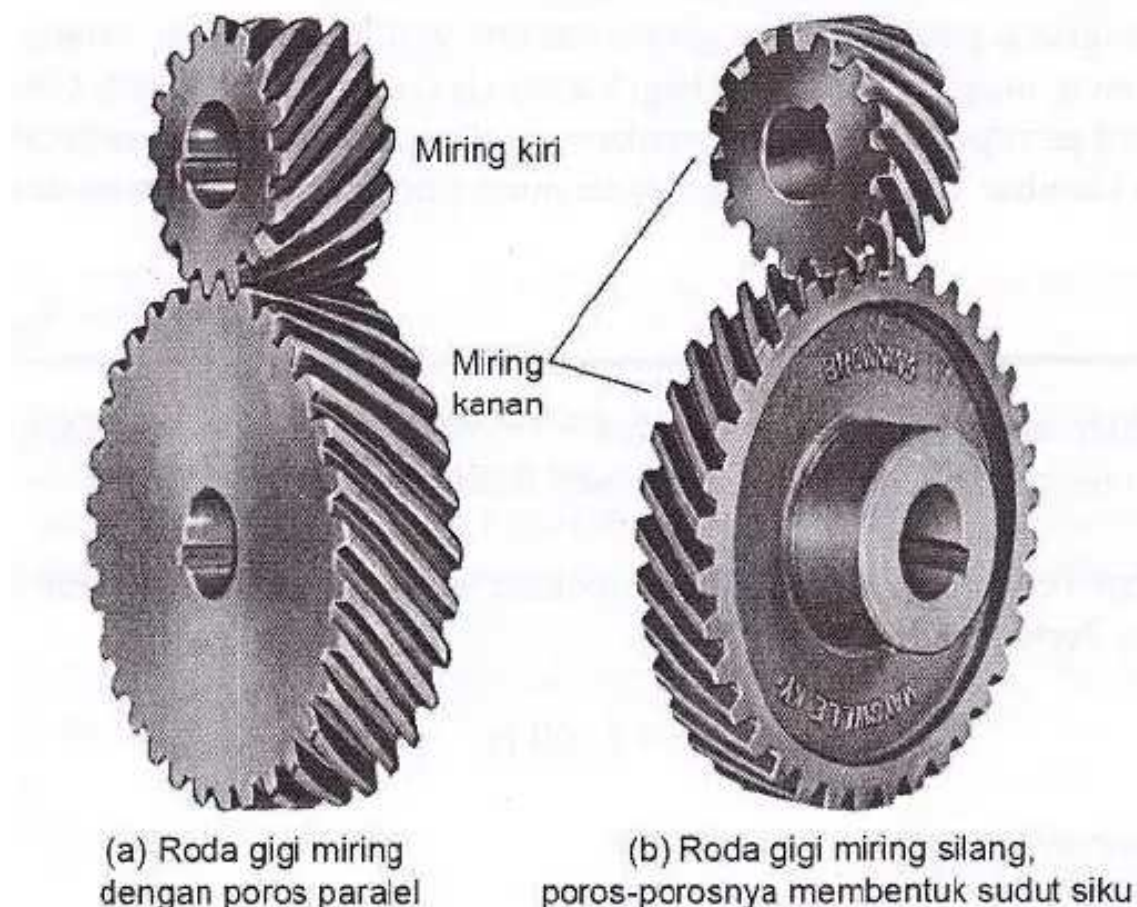
PRODI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH RIAU

2014

GEOMETRI RODA GIGI MIRING

Roda gigi miring dan lurus dapat dikenal dari arah giginya. Pada roda gigi lurus, gigi berbentuk lurus dan searah dengan sumbu roda gigi. Pada roda gigi miring, gigi berbentuk miring dengan sudut tertentu terhadap sumbu, sudut ini disebut sudut kemiringan.

Susunan gigi miring sangat mirip dengan pembicaraan pada roda gigi lurus. Pekerjaan mendasar adalah menghitung pengaruh sudut kemiringan. Gambar 1 memperlihatkan dua contoh roda gigi miring tersebut.



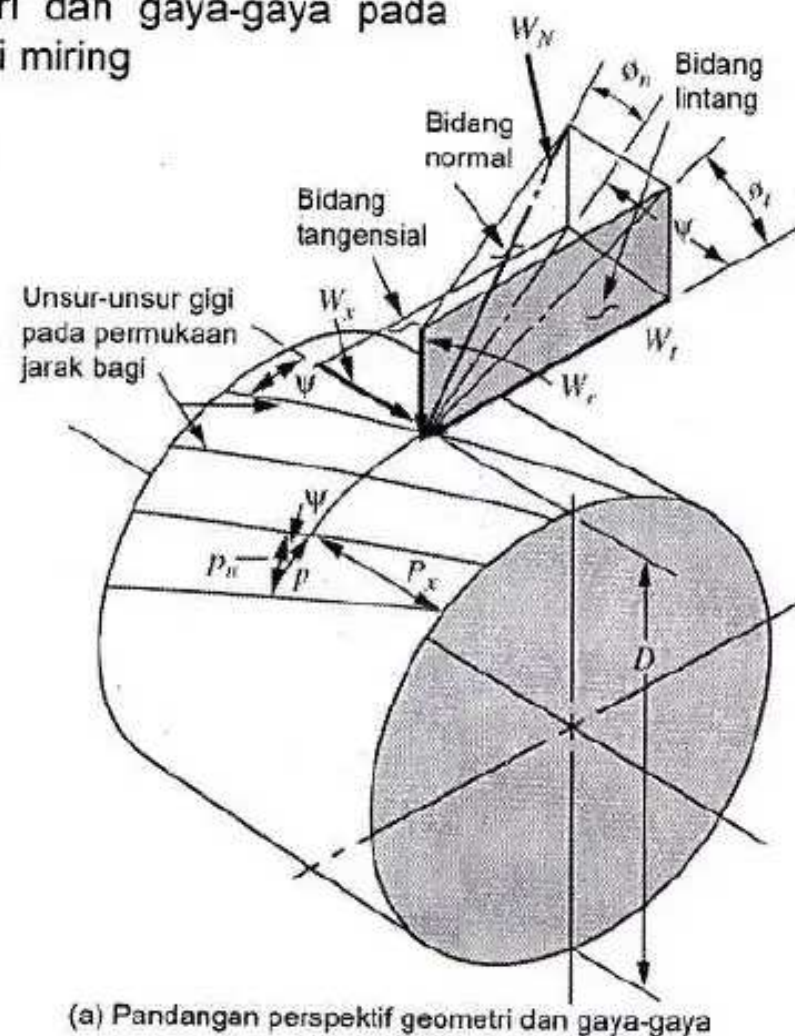
Gambar 1. Rodo Gigi Miring

I. Sudut Kemiringan

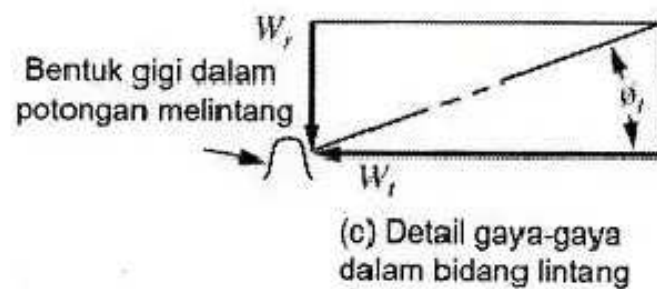
Sudut kemiringan pada sebuah roda gigi dapat mengulir dalam arah miring kiri atau miring kanan. Pada pemasangan normal, roda gigi miring diletakkan pada poros paralel seperti pada gambar 1(a). Untuk mendapatkan susunan ini diperlukan sebuah roda gigi miring kanan dan roda gigi lain berupa roda gigi miring kiri dengan sudut kemiringan yang sama. Jika kedua roda gigi mempunyai arah sudut kemiringan yang sama, seperti terlihat pada gambar 1(b), maka kedua porosnya akan membentuk sudut 90° . Roda gigi seperti ini disebut **roda gigi miring silang**.

Susunan paralel pada roda gigi miring lebih disukai karena menghasilkan kapasitas pentransmisian daya yang lebih besar dibandingkan susunan roda gigi miring silang dengan ukuran yang sama. Gambar 2(a) memperlihatkan hubungan geometri pada gigi roda gigi miring. Untuk menyederhanakan gambar, hanya permukaan jarak bagi dari roda gigi yang diperlihatkan. Permukaan jarak bagi adalah silindris yang melalui gigi roda gigi pada garis jarak bagi. Garis-garis yang tergambar pada permukaan jarak bagi menggambarkan bagian tiap gigi. Bagian-bagian ini terletak miring terhadap garis paralel sumbu silinder, dan membentuk sudut yang disebut sudut kemiringan, Ψ (huruf Yunani psi).

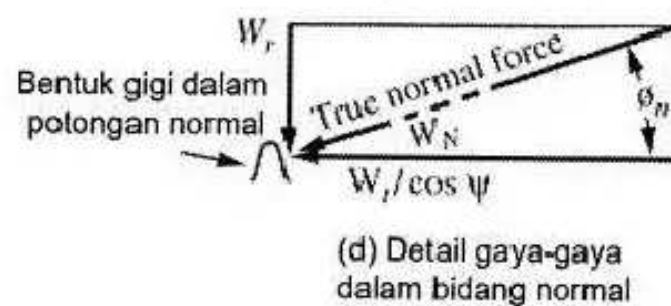
Geometri dan gaya-gaya pada roda gigi miring



$$\begin{aligned}\psi &= \text{Sudut kemiringan} \\ \tan \psi &= W_x / W_t \\ W_x &= W_t \tan \psi\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\phi_t &= \text{Sudut tekan lintang} \\ \tan \phi_t &= W_r / W_t \\ W_r &= W_t \tan \phi_t\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\phi_n &= \text{Normal pressure angle} \\ \tan \phi_n &= \frac{W_r}{W_t \cos \psi} \\ W_r &= \frac{W_t \tan \phi_n}{\cos \psi}\end{aligned}$$

Gambar 2. Geometri Rodo Gigi Miring dan Gaya-gaya.

Keuntungan utama roda gigi miring dibandingkan roda gigi lurus adalah adanya kerja sama gigi yang lebih halus karena gigi yang bekerja terbebani secara bertahap, bukan secara tiba-tiba. Secara simultan pasangan gigi lain mulai kontak sebelum kontak gigi tersebut berakhir, sehingga rata-rata jumlah pasangan gigi yang bekerja sama dan berbagi beban lebih banyak, dibandingkan pada roda gigi lurus. Dengan rata-rata beban yang lebih kecil untuk setiap gigi, maka dimungkinkan adanya kapasitas penransmisi daya yang lebih besar untuk suatu ukuran roda gigi tertentu, atau roda gigi yang lebih kecil dapat dirancang untuk mentransmisikan daya yang sama. Suatu kisaran nilai yang umum untuk sudut kemiringan adalah antara 15° sampai 45° .

II. Sudut Tekan, dan Bidang Utama, pada Roda Gigi Miring.

Dua sudut tekan berhubungan dengan tiga bidang utama seperti diilustrasikan pada gambar 2:

1. Bidang tangensial
2. Bidang lintang
3. Bidang normal.

Perlu diingat bahwa ketiga bidang ini berisi tiga komponen ortogonal dari gaya normal total sebenarnya yang diberikan oleh gigi dari satu roda gigi terhadap gigi pasangannya. Gaya normal sebenarnya (W_n) yang bekerja normal (tegak lurus) pada permukaan kurva gigi, mempunyai tiga komponen ortogonal, yaitu:

1. **Gaya Tangensial (W_t)**, bekerja tangensial terhadap permukaan jarak bagi roda gigi dan tegak lurus terhadap sumbu poros yang mendukung roda gigi. Gaya inilah yang sebenarnya yang menggerakkan roda gigi.
2. **Gaya Radial (W_r)**, bekerja kearah pusat roda gigi sepanjang jari-jari dan cenderung memisahkan hubungan gigi pada pasangan roda gigi yang bekerja sama.
3. **Gaya Aksial (W_x)**, bekerja pada bidang lintang paralel terhadap sumbu poros yang mendukung roda gigi. Nama lain untuk gaya aksial ini adalah gaya dorong. Gaya ini cenderung mendorong roda gigi sepanjang poros, dan mendapat reaksi

dari salah satu bantalan yang mendukung poros, karena itu gaya ini umumnya tidak diharapkan. Roda gigi lurus tidak menghasilkan gaya seperti ini karena gigi-giginya lurus dan paralel terhadap sumbu roda gigi.

- Bidang yang mengandung gaya tangensial (W_t) dan gaya aksial (W_x), adalah bidang tangensial, lihat gambar 2(b).
- Bidang yang mengandung gaya tangensial (W_t) dan gaya radial (W_r), adalah bidang lintang, lihat gambar 2(c).
- Bidang yang mengandung gaya normal sebenarnya (W_n) dan gaya radial (W_r), adalah bidang normal, lihat gambar 2(d).
- Sudut antara bidang normal dan bidang lintang adalah sudut kemiringan (Ψ).
- Sudut antara bidang tangensial dan gaya normal sebenarnya (W_n), adalah sudut

tekan normal (Φ^n).

Dalam perancangan roda gigi miring, ada tiga sudut penting:

1. Sudut kemiringan (Ψ)
2. Sudut tekan normal (Φ_n).
3. Sudut tekan lintang (Φ_t).

Hubungan matematis ketiga sudut ini adalah:

$$\text{tg}\Phi_n = \text{tg}\Phi_t \cos \Psi \quad (1)$$

Jarak bagi lingkaran (p):

$$p = \pi \cdot D / N \quad (2)$$

Jarak bagi lingkaran normal (p_n):

$$P_n = p \cdot \cos \Psi \quad (3)$$

Jarak bagi diametral (P_d):

$$P_d = N / D \quad (4)$$

Dimana: D = diameter lingkaran jarak bagi

N = jumlah gigi

Jarak bagi diametral normal (P_{nd}):

$$P_{nd} = P_d / \cos \Psi \quad (5)$$

$$P_d \cdot p = \pi \quad (6)$$

$$P_{nd} \cdot p_n = \pi \quad (7)$$

Jarak bagi aksial (P_x):

$$P_x = p / \text{tg}\Psi = \pi / (P_d \cdot \text{tg}\Psi) \quad (8)$$

Contoh 1.

sebuah roda gigi miring mempunyai jarak bagi diametral lintang 12, sudut tekan lintang $14,5^\circ$, jumlah gigi 28, lebar gigi 1,25 in, dan sudut kemiringan 30° . Hitung jarak bagi lingkaran, jarak bagi lingkaran normal, jarak bagi diametral normal, jarak bagi aksial, diameter lingkaran jarak bagi, dan sudut tekan normal. Hitung jumlah jarak bagi aksial pada lebar gigi.

Penyelesaian:

Jarak bagi lingkaran, gunakan persamaan (6):

$$p = \pi / P_d = \pi / 12 = 0,262 \text{ in}$$

Jarak bagi lingkaran normal, gunakan persamaan (3):

$$P_n = p \cdot \cos \Psi = (0,262) \cos(30) = 0,227 \text{ in}$$

Jarak bagi diametral normal, gunakan persamaan (5):

$$P_{nd} = P_d / \cos \Psi = 12 / \cos(30) = 13,856 \text{ in}$$

Jarak bagi aksial, gunakan persamaan (8):

$$P_x = p / \tan \Psi = 0,262 / \tan(30) = 0,453 \text{ in}$$

Diameter lingkaran jarak bagi, gunakan persamaan (4):

$$D = N / P_d = 28 / 12 = 2,333 \text{ in}$$

Sudut tekan normal, gunakan persamaan (1):

$$\tan \Phi_n = \tan \Phi_t \cos \Psi$$

$$\Phi_n = \tan^{-1}(\tan \Phi_t \cos \Psi)$$

$$= \tan^{-1}[\tan(14,5) \cdot \cos(30) = 12,62^\circ$$

III. Gaya pada Gigi-gigi Roda Gigi Miring

Perhatikan gambar 2.

W_t adalah ***gaya tangensial*** yang bekerja dalam bidang lintang dan menyinggung lingkaran jarak bagi roda gigi miring, dan yang menyebabkan torsi ditransmisikan dari roda gigi penggerak ke roda gigi yang digerakkan. Oleh karena itu gaya ini sering disebut ***gaya yang ditransmisikan***.

Jika Torsi yang ditransmisikan (T) dan ukuran roda gigi (D) diketahui,

$$W_t = \frac{T}{D/2} \quad (9)$$

Jika daya yang ditransmisikan (P) dan kecepatan putar (n) diketahui:

$$T = (P / n) \quad (10)$$

Bila daya dinyatakan dalam HP dan kecepatan putar dalam rpm, maka torsi dalam lb-in dapat dirumuskan sebagai:

$$T = \frac{63.000.(P)}{n} \quad (11)$$

Selanjutnya gaya tangensial dapat juga dinyatakan sebagai:

$$W_t = \frac{63.000.(P)}{(n).(D/2)} = \frac{126.000(P)}{(n).(D)} \quad (12)$$

Kecepatan garis jarak bagi (V_t):

$$V_t = \frac{\pi.D.n}{12} \text{ ft/min} \quad (13)$$

Jika kecepatana garis jarak bagi, V_t (ft/menit) roda gigi dan daya yang ditransmisikan (HP) diketahui, maka beban tangensial dapat dinyatakan sebagai:

$$W_t = \frac{33.000.(P)}{V_t} \quad (14)$$

W_r adalah gaya radial yang bekerja menuju sumbu roda gigi tegak lurus terhadap lingkaran jarak bagi dan terhadap gaya tangensial. Gaya ini cenderung menciptakan gaya saling mendorong diantara dua roda gigi.

$$W_r = W_t \cdot \tan \Phi_t \quad (15)$$

Dimana Φ_t = sudut tekan lintang untuk gigi-gigi roda gigi miring.

W_x adalah gaya aksial yang bekerja sejajar dengan sumbu roda gigi dan menyebabkan beban dorong yang harus ditahan oleh bantalan-bantalan yang mendukung poros. Dengan gaya tangensial yang diketahui, gaya aksial dihitung dari:

$$W_x = W_t \cdot \tan \Psi \quad (16)$$

Contoh 2:

Sebuah roda gigi miring mempunyai jarak bagi diametral normal 8, sudut tekan normal 20° , jumlah gigi 32, lebar muka 3,0 in, dan sudut kemiringan 15° . Hitunglah jarak bagi diametral, sudut tekan lintang, dan diameter jarak bagi. Jika roda gigi berputar dengan kecepatan 650 rpm dan mentransmisikan daya sebesar 7,5 HP, hitung kecepatan garis jarak

bagi, gaya tangensial, gaya aksial, dan gaya radial yang terjadi.

Penyelesaian:

Jarak bagi diametral, gunakan persamaan (5):

$$P_d = P_{nd} \cdot \cos \Psi = 8 \cos(15) = 7,727$$

Sudut tekan lintang, gunakan persamaan (1):

$$\tan \Phi_n = \tan \Phi_t \cos \Psi$$

$$\tan \Phi_t = \tan \Phi_n / \cos \Psi$$

$$\Phi_t = \tan^{-1} (\tan \Phi_n / \cos \Psi)$$

$$\Phi_t = \tan^{-1} [\tan(20) / \cos(15)] = 20,65^\circ$$

Diameter jarak bagi, gunakan persamaan (4):

$$D = N / P_d = 32 / 7,727 = 4,141 \text{ in}$$

Kecepatan garis jarak bagi V_t , gunakan persamaan (13):

$$V_t = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{12} = \frac{\pi(4,141)(650)}{12} = 704,7 \text{ ft/menit}$$

Gaya tangensial W_t , gunakan persamaan (14):

$$W_t = \frac{33.000 \cdot (P)}{V_t} = \frac{33.000(7,5)}{704,7} = 351 \text{ lb}$$

Gaya aksial W_x , gunakan persamaan (16):

$$W_x = W_t.tg\Psi = 351.tg(15) = 94 \text{ lb}$$

Gaya radial W_r , gunakan persamaan (15):

$$W_r = W_t.tg\phi_t = 351.tg(20,65) = 132 \text{ lb.}$$