

KOPLING

Defenisi Kopling dan Jenis-jenisnya

Kopling adalah suatu elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari poros penggerak (*driving shaft*) ke poros yang digerakkan (*driven shaft*), dimana putaran inputnya akan sama dengan putaran outputnya. Tanpa kopling, sulit untuk menggerakkan elemen mesin sebaik-baiknya. Dengan adanya kopling pemindahan daya dapat dilakukan dengan teratur dan seefisien mungkin.

Beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh sebuah kopling adalah:

1. Mampu menahan adanya kelebihan beban.
2. Mengurangi getaran dari poros penggerak yang diakibatkan oleh gerakan dari elemen lain.
3. Mampu menjamin penyambungan dua poros atau lebih.
4. Mampu mencegah terjadinya beban kejut.

Untuk perencanaan sebuah kopling kita harus memperhatikan kondisi-kondisi sebagai berikut:

1. Kopling harus mudah dipasang dan dilepas
2. Kopling harus dapat mentransmisikan daya sepenuhnya dari poros
3. Kopling harus sederhana dan ringan
4. Kopling harus dapat mengurangi kesalahan hubungan pada poros

Kopling ditinjau dari cara kerjanya dapat dibedakan atas dua jenis:

1. Kopling Tetap
2. Kopling Tak Tetap

Kopling Tetap

Kopling tetap adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus putaran dan daya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan secara pasti (tanpa terjadi slip), dimana sumbu kedua poros tersebut terletak pada satu garis lurus atau dapat sedikit berbeda sumbunya. Kopling tetap selalu dalam keadaan terpasang, untuk memisahkannya harus dilakukan pembongkaran.

Kopling tetap terbagi atas: /4/

1. Kopling kaku

Kopling kaku dipergunakan bila kedua poros harus dihubungkan sumbu segaris, dan dipakai pada poros mesin dan transmisi umum di pabrik-pabrik, kopling ini terdiri atas :

- a. Kopling bus
- b. Kopling flens kaku
- c. Kopling flens tempa

2. Kopling luwes

Kopling luwes (fleksibel) memungkinkan adanya sedikit ketidaklurusan sumbu poros yang terdiri atas:

- a. Kopling flens luwes
- b. Kopling karet ban
- c. Kopling karet bintang
- d. Kopling gigi
- e. Kopling rantai

3. Kopling universal

Kopling universal digunakan bila kedua poros akan membentuk sudut yang cukup besar, terdiri dari:

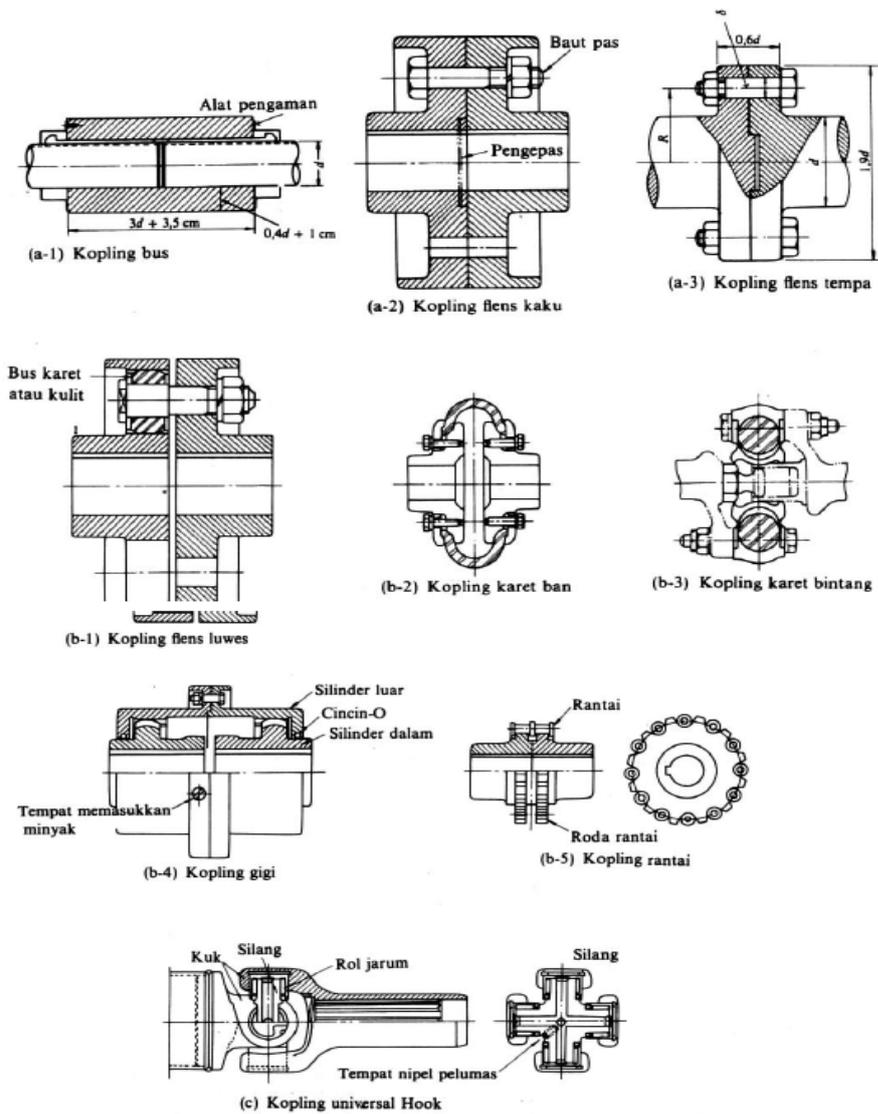
- a. Kopling universal hook
- b. Kopling universal kecepatan tetap

Kopling universal digunakan bila poros penggerak dan poros yang digerakkan membentuk sudut yang cukup besar.

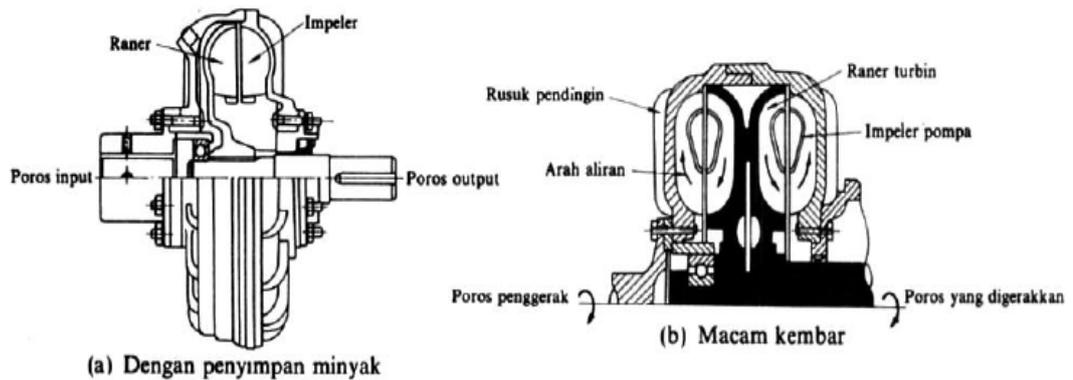
4. Kopling Fluida

Penerusan daya dilakukan oleh fluida sehingga tidak ada hubungan antara kedua poros. Kopling Fluida sangat cocok untuk mentransmisikan putaran tinggi dan daya yang besar. Keuntungannya adalah getaran dari sisi penggerak

dan tumbukan dari sisi beban tidak saling diteruskan. Demikian pula pada waktu terjadi pembebanan lebih, penggerak mula tidak akan terkena momen yang akan melebihi batas kemampuan.



Gbr. 2.1 Macam-macam kopling tetap.



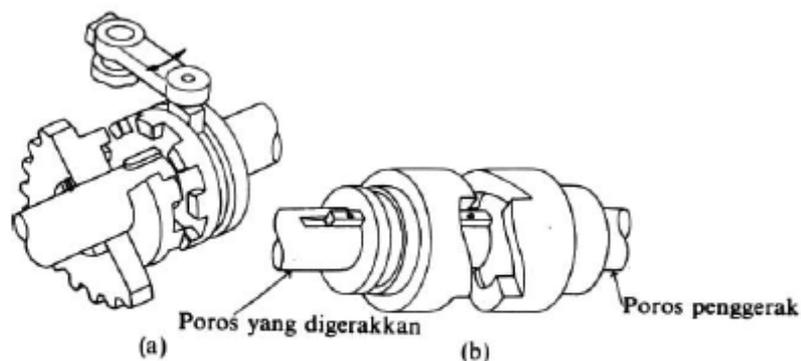
Gb. 2.5 Macam-macam kopling fluida

2.1.1 Kopling Tidak Tetap

Kopling tidak tetap adalah kopling yang digunakan untuk menghubungkan poros penggerak dan poros yang digerakkan dengan putaran yang sama saat meneruskan daya. Kopling juga dapat melepaskan hubungan kedua poros tersebut dalam keadaan diam maupun berputar tanpa harus menghentikan putaran dari poros penggerak.

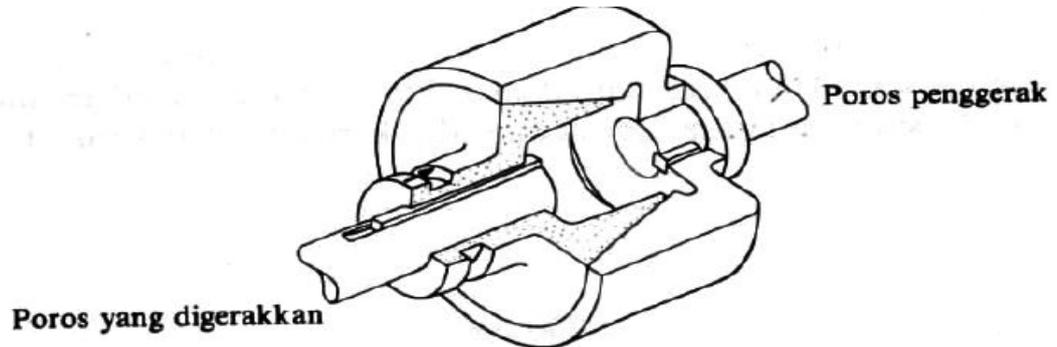
Kopling tak tetap meliputi:

1. Kopling cakar, terdiri dari:
 - a. Kopling cakar persegi
 - b. Kopling cakar spiral



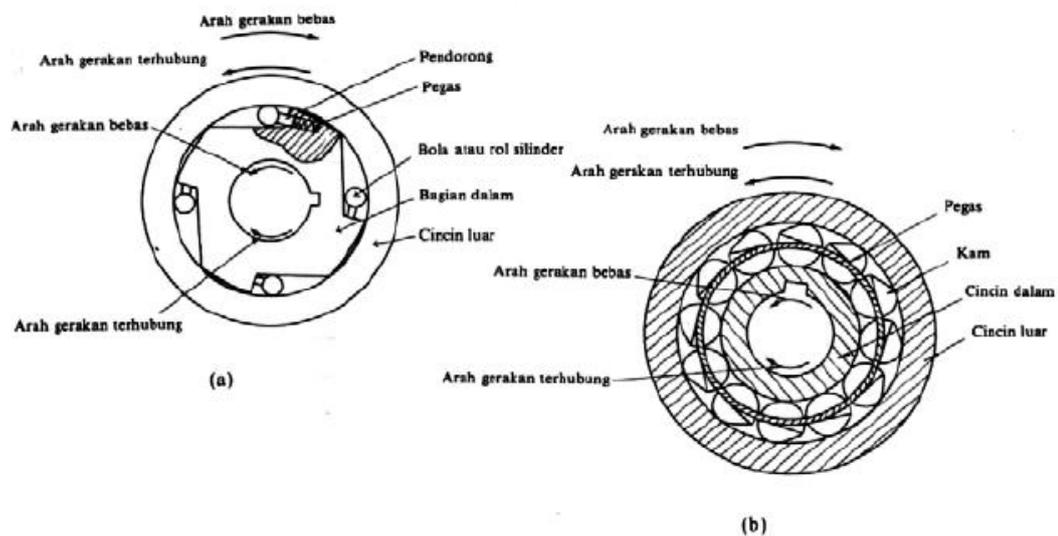
Gb. 2.5.1 Dua macam kopling tidak tetap

c. Kopling kerucut



Gb. 2.5.3 Kopling kerucut

d. Kopling friwil



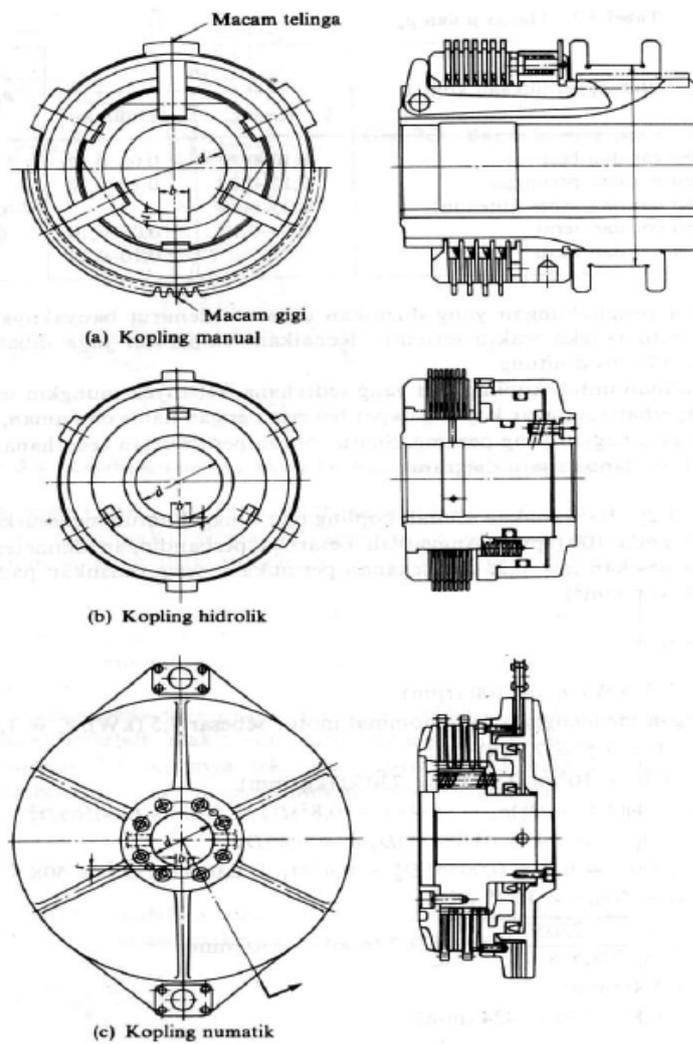
Gb. 2.5.4 Kopling friwil

2. Kopling pelat, terdiri dari:

a. Menurut jumlah pelatnya:

- Kopling pelat tunggal
- Kopling pelat banyak

- b. Menurut cara pelayanannya:
- Kopling pelat cara manual
 - Kopling pelat cara hidrolis
 - Kopling pelat cara pneumatik
- c. Menurut pelumasannya:
- Kopling pelat kering
 - Kopling pelat basah



Gb. 2.5.2 Penggolongan kopling menurut cara kerja

Secara umum kopling pelat adalah kopling yang menggunakan satu pelat atau lebih yang dipasang diantara kedua poros serta membuat kontak dengan poros tersebut, sehingga terjadi penerusan daya melalui gesekan antara sesamanya. Konstruksi kopling ini cukup sederhana, dapat dihubungkan dan dilepaskan dalam keadaan berputar karena itu kopling ini sangat banyak dipakai.

Komponen Utama Kopling

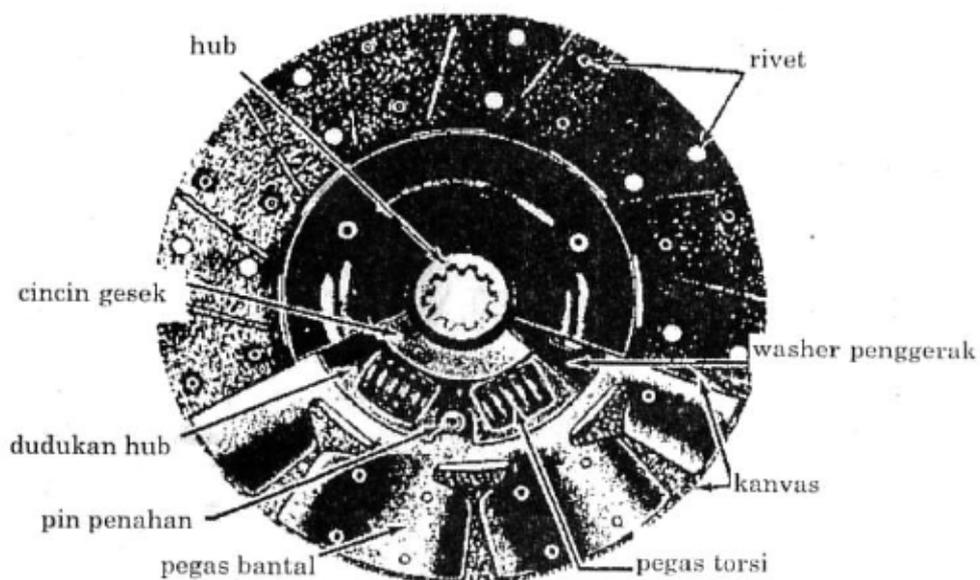
- **Roda Penerus**

Selain sebagai penstabil putaran motor, roda penerus juga berfungsi sebagai dudukan hampir seluruh komponen kopling.

- **Pelat Kopling**

Kopling berbentuk bulat dan tipis terbuat dari plat baja berkualitas tinggi. Kedua sisi plat kopling dilapisi dengan bahan yang memiliki koefisien gesek tinggi.

Bahan gesek ini disatukan dengan plat kopling dengan menggunakan keling (rivet).



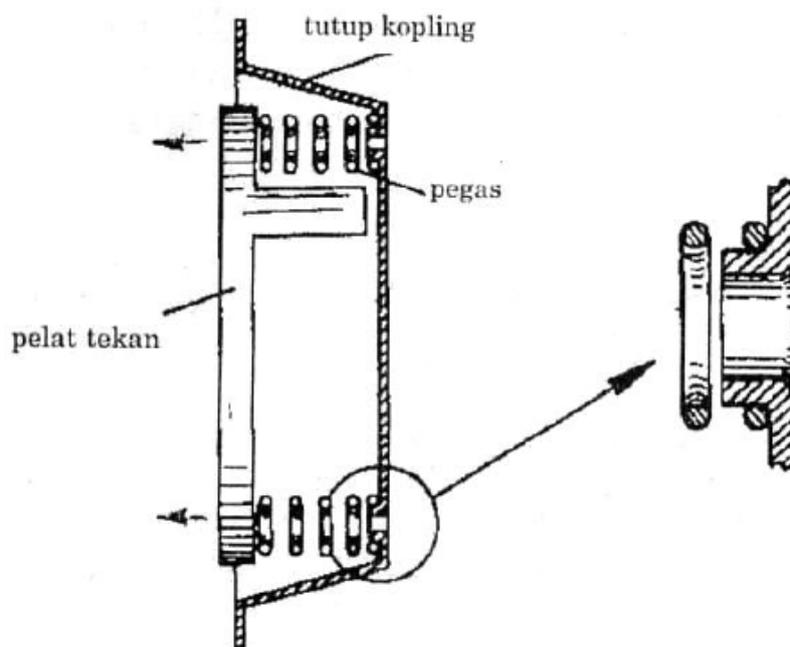
Gb. 3 Kontruksi plat kopling dan kelengkapannya

- **Pelat Tekan**

Pelat tekan kopling terbuat dari besi tuang. pelat tekan berbentuk bulat dan diameternya hampir sama dengan diameter plat kopling. salah satu sisinya (sisi yang berhubungan dengan plat kopling) dibuat halus, sisi ini akan menekan plat kopling dan roda penerus, sisi lainnya mempunyai bentuk yang disesuaikan dengan kebutuhan penempatan komponen kopling lainnya.

- **Unit Plat Penekan**

Sebagai satu kesatuan dengan plat penekan, pelat penekan dilengkapi dengan sejumlah pegas spiral atau pegas diaphragma. tutup dan tuas penekan. Pegas digunakan untuk memberikan tekanan terhadap pelat tekan, pelat kopling dan roda penerus. jumlah pegas (kekuatan tekan) disesuaikan dengan besar daya yang harus dipindahkan.

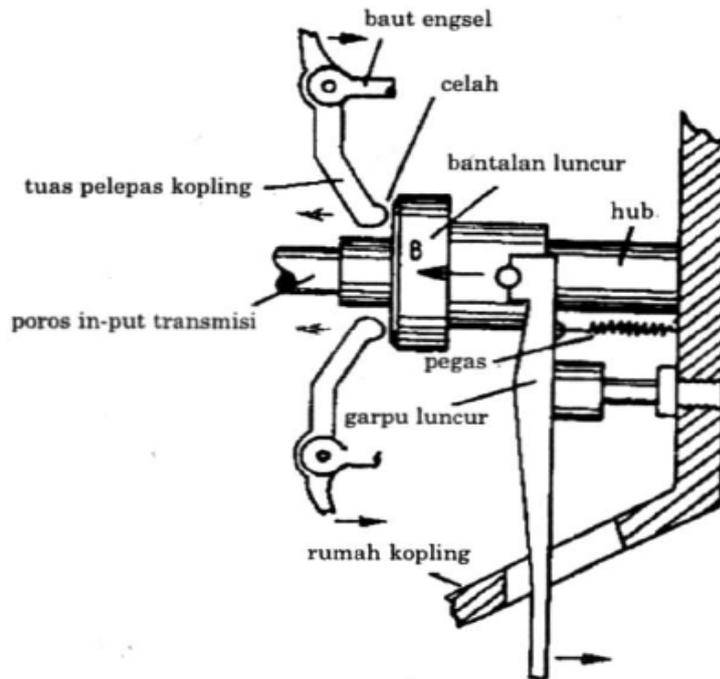


Gb. 5.1 Unit plat penekan

Mekanisme Penggerak

Komponen penting lainnya pada kopling ialah mekanisme pemutusan hubungan (tuas tekan). mekanisme ini di lengkapi dengan bantalan bola, bantalan bola diikat pada bantalan luncur yang akan bergerak maju/mundur pada sambungan.

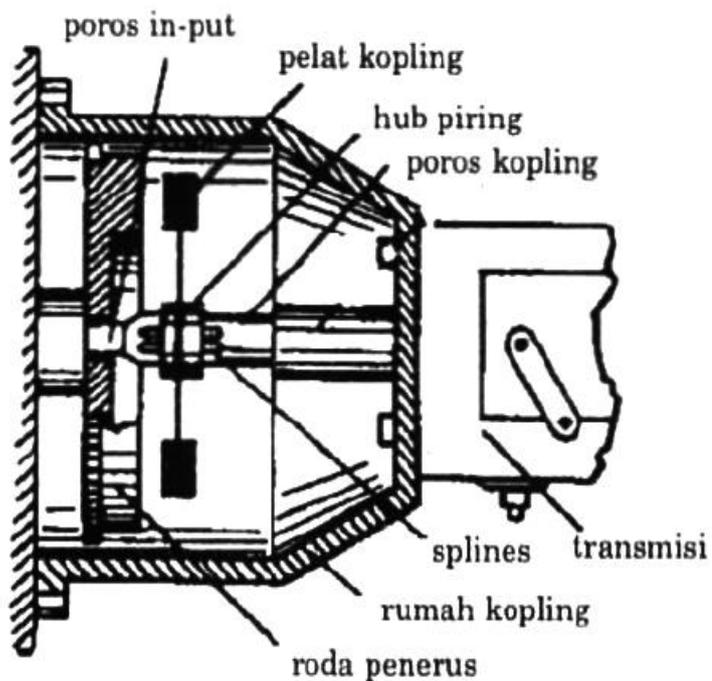
Bantalan bola yang dilengkapi dengan permukaan tekan akan mendorong tuas tekan.



Gb. 6 mekanisme penggerak kopling

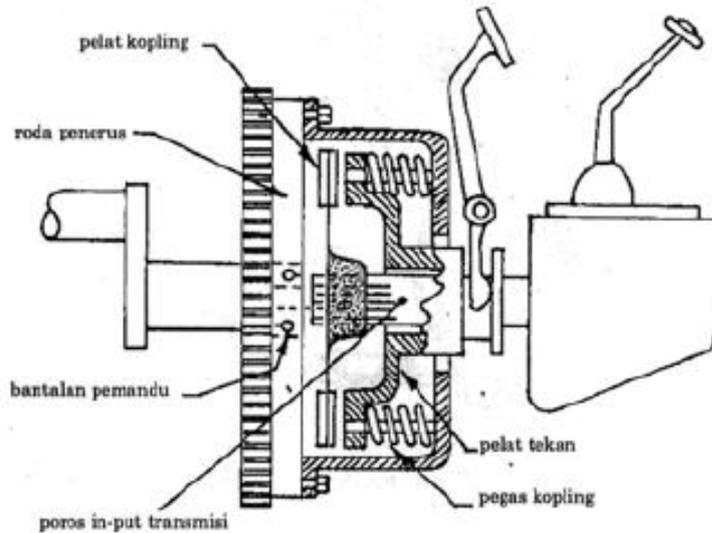
Rumah Kopling

Rumah kopling terbuat dari besi tuang atau aluminium. rumah kopling menutupi seluruh unit kopling dan mekanisme penggerak. rumah kopling umumnya mempunyai daerah terbuka yang berfungsi sebagai saluran sirkulasi udara.



Cara Kerja Kopling

Pada saat pedal kopling ditekan/diinjak, ujung tuas akan mendorong bantalan luncur kebelakang. bantalan luncur akan menarik plat tekan melawan tekanan pegas.



Pada saat pelat tekan bergerak mundur, pelat kopling terbebas dari roda penerus dan perpindahan daya terputus. bila tekanan pedal kopling dilepas, pegas kopling akan mendorong pelat tekan maju dan menjepit pelat kopling dengan roda penerus dan terjadi perpindahan daya.

Pada saat pelat tekan bergerak kedepan, pelat kopling akan menarik bantalan luncur, sehingga pedal kopling kembali ke posisi semula. selain secara mekanik, sebagai mekanisme pelepas hubungan.

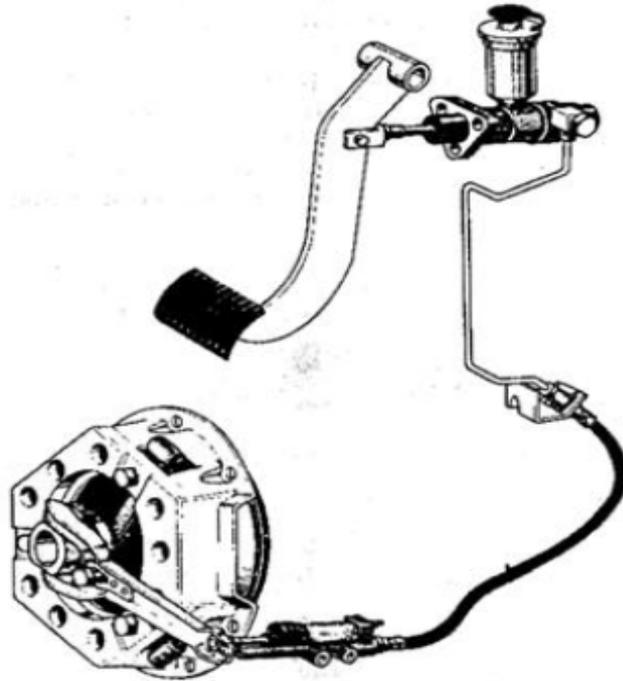
Sekarang sudah banyak digunakan sistem hidrolik dan booster. secara umum, sistem hidrolik dan hidrolik booster adalah sama. perbedaannya adalah pada sistem hidrolik booster, digunakan booster untuk memperkecil daya tekan pada pedal kopling. pemilihan sistem yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan.

Pada sistem hidrolik, pada saat pedal kopling ditekan, maka batang penerus akan mendorong piston pada master silinder kopling, fluida pada sistem akan meneruskan daya ini ke silinder pada unit kopling, dan piston silinder unit kopling akan mendorong tuas, dan seperti pada sistem mekanik, pelat kopling terlepas,

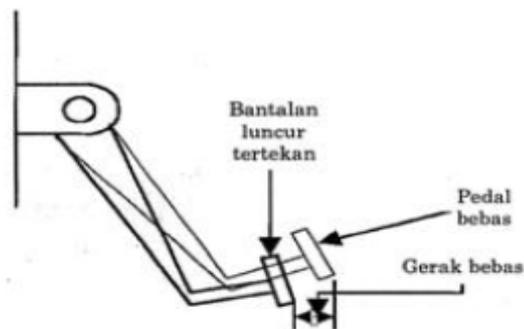
sehingga penerusan daya dari motor ke transmisi terputus.

Cara kerja sistem hidrolis ini sama seperti cara kerja pada sistem rem.

Kebocoran sistem hidrolis akan mengganggu proses pelepasan hubungan.



Gambar 5.7: Kopling dengan penggerak hidrolis.



Gb. 8 Gerak bebas pedal kopling

Pemeliharaan

Gangguan pada sistem kopling relatif kecil. salah satu penyetelan yang dilakukan hanya pada gerak bebas kopling. bila gerak kerja pedal kopling telah terlalu dalam, periksa kondisi pelat kopling, bila sudah terlalu tipis, ganti pelat kopling.

Rumus-rumus yang Digunakan

- **Torsi maksimum**

Kopling plat gesek bekerja karena adanya gaya gesek (U) dengan permukaan, sehingga menyebabkan terjadinya momen puntir pada poros yang di gerakkan. Momen ini bekerja dalam waktu t_r sampai putaran kedua poros sama. Pada keadaan terhubung tidak terjadi slip dan putaran kedua poros sama dengan putaran awal poros penggerak, sehingga dapat dibuat persamaan :

$$M_r = M_b + M_h$$

Dimana :

$$M_r = \text{Torsi gesek} \quad [\text{kgf.cm}]$$

$$M_b = \text{momen puntir poros transmisi} \quad [\text{kgf.cm}]$$

$$M_h = \text{Torsi percepatan} \quad [\text{kgf.cm}]$$

Nilai M_h dapat dihitung dengan persamaan :

$$M_h = 71620 \frac{N}{n}$$

Dengan :

$$M_h = \text{Torsi maksimum} \quad [\text{kgf.cm}]$$

$$N = \text{Daya maksimum} \quad [\text{hp}]$$

$$n = \text{putaran poros} \quad [\text{rpm}]$$

$$71620 = \text{konstanta korelasi satuan}$$

- **Teori Gesek**

Harga torsi gesek didapat dari hubungan :

$$M_r = C \cdot M_h$$

Dengan :

$$M_r = \text{Torsi gesek} \quad [\text{kgf.cm}]$$

$$C = \text{Konstanta}$$

Harga C dapat dipilih dari tabel pada lampiran, harga ini berkisar antara 2-3 untuk kendaraan mobil.

Kerja Gesek dan Daya Gesek

Kerja gesek ditentukan dari hubungan antara torsi, putaran, dan waktu terjadinya slip yaitu :

$$Ar = \frac{Mr.n.tr}{1910}$$

Dimana :

$$Ar = \text{Kerja gesek} \quad [\text{kgf.cm}]$$

$$Mr = \text{Torsi gesek} \quad [\text{kgf.cm}]$$

$$n = \text{Putaran} \quad [\text{rpm}]$$

$$tR = \text{Waktu penyambungan / slip} \quad [\text{detik}]$$

$$1910 = \text{Faktor korelasi satuan}$$

Harga daya gesek dapat ditentukan dari hubungan kerja gesek dengan frekuensi penggunaan kopling, yaitu jumlah penekanan atau pelepasan kopling persatuan waktu yaitu :

$$N_r = \frac{A_r.z}{27 \times 10^4}$$

Dimana :

$$N_r = \text{Daya gesek} \quad [\text{hp}]$$

$$z = \text{Frekuensi penekanan kopling dalam satu jam}$$

$$27 \times 10^4 = \text{Faktor korelasi satuan}$$

Diameter Rata-rata Plat Gesek

Diameter rata-rata plat gesek ditentukan dengan menggunakan persamaan untuk diameter rata-rata, yaitu :

$$d = 71,5 \left[\frac{N_R}{K_T \cdot \frac{b}{d} \cdot j \cdot n^{1/2}} \right]^{0,4}$$

Dengan :

$$d = \text{Diameter rata-rata pelat} \quad [\text{cm}]$$

$\frac{b}{d}$ = Ratio antara lebar pelat terhadap diameter rata-rata

K_T = Parameter koefisien gesek

n = Putaran

Pengujian Harga K_T dan K_U

Untuk memeriksa apakah harga K_T dan K_U masih dalam batas-batas yang diizinkan setelah adanya pembulatan-pembulatan dalam perhitungan, maka jika harga K_T tidak berbeda jauh dengan pemilihan harga awal dan harga K_U masih berkisar antara 2-8 maka rancangan ini dapat dilanjutkan :

$$K_T = \frac{N_f \cdot 1000}{b \cdot d \cdot j \cdot v^{1/2}}$$

$$K_U = \frac{2 \cdot M_r}{b \cdot d^2 \cdot j}$$

Kecepatan tangensial adalah :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

Luas Bidang Tekan

Tekanan permukaan terjadi akibat adanya gaya tekan yang mengenai satuan luas bidang tekan, gaya ini dipengaruhi oleh koefisien gesek sebesar $\mu = 0.3$, dan ini adalah koefisien gesek bahan permukaan pelat gesek yang kita pilih. Luas bidang tekan sama dengan luas permukaan pelat dan dapat diperoleh dari hubungan :

$$F = \pi \cdot b \cdot d \cdot j \cdot \bar{Y}$$

Dimana :

$$F = \text{Luas bidang tekan} \quad [\text{cm}^2]$$

$$\bar{Y} = \text{Faktor koreksi luas permukaan akibat pengurangan}$$

luas alur

Tekanan Rata-rata Permukaan

Tekanan rata-rata dicari dari hubungan torsi maksimum, diameter rata-rata, koefisien gesekan dan luas bidang tekan :

$$\bar{p} = \frac{2.M_r}{\mu.d.F}$$

Dimana :

$$\bar{p} = \text{Tekanan permukaan rata-rata} \quad [\text{kgf/cm}^2]$$

$$\mu = \text{Koefisien gesek}$$

$$F = \text{Luas bidang tekan} \quad [\text{cm}^2]$$

Tekanan Maksimum Permukaan

Tekanan permukaan maksimum digunakan untuk memilih pelat gesek yang cocok dan aman. Pada lampiran tebal tertulis harga-harga tekanan untuk bahan pelat gesek. Hubungan antara tekanan maksimum dan tekanan rata-rata adalah :

$$P_{\max} = \bar{p} \frac{d}{d_t} \quad [\text{kgf/cm}^2]$$

Umur Pelat Gesek

Daya saing pelat gesek sangat ditentukan oleh umur dari pelat gesek itu. Umur pelat gesek ditentukan dari hubungan antara volume keausan spesifik dan gaya gesek, sedangkan untuk menghitung volume keausan digunakan rumus :

$$V_v = F.S_v$$

Dengan :

$$V_v = \text{Volume keausan} \quad [\text{cm}^3]$$

$$F = \text{Luas permukaan bidang tekan} \quad [\text{cm}^2]$$

$$S_v = \text{Batas keausan} \quad [\text{cm}]$$

Umur pelat gesek akhirnya dapat ditentukan dari persamaan :

$$L_B = \frac{V_v}{Q_v.N_R}$$

Dimana :

$$L_B = \text{Umur pelat gesek} \quad [\text{jam}]$$

$$V_v = \text{Volume keausan} \quad [\text{cm}^3]$$

$$Q_v = \text{Keausan spesifik}$$

Temperatur Kerja Plat dan *Kopling*

Temperature kerja kopling harus memenuhi temperature yang diizinkan, karena apabila melewati batas yang diizinkan akan menyebabkan pelat gesek cepat sekali aus sehingga umur *kopling* akan lebih pendek. Temperature kerja *kopling* dipengaruhi oleh koefisien perpindahan panas dari rumah *kopling*, luas perpindahan panas dan temperature sekeliling, temperature kerja *kopling* adalah :

$$t = t_L + \Delta t$$

dengan :

$$t = \text{Temperatur kerja } \textit{kopling}$$

$$t_L = \text{Temperatur lingkungan}$$

$$\Delta t = \text{Kenaikan temperature}$$

Semua parameter dalam satuan °C. sementara itu kenaikan temperatur dapat diketahui dengan persamaan :

$$\Delta t = \frac{632 \cdot N_R}{F_K \cdot \alpha_K}$$

Dengan :

$$F_K = \text{Luas permukaan bidang pendingin} \quad [m^2]$$

$$\alpha_K = \text{Koefisien perpindahan panas}$$

$$[\text{kcal}/m^{\circ}C \cdot \text{jam}]$$

luas permukaan bidang pendingin dapat diketahui dengan rumus :

$$F_K = \pi \cdot d_k \cdot b_k + \frac{\pi \cdot (d_k^2 - d_i^2)}{4}$$

Dimana :

$$d_k = \text{Diameter terluar atau diameter rumah } \textit{kopling} [\text{cm}]$$

$$b_k = \text{Lebar rumah } \textit{kopling}$$

$$[\text{cm}]$$

koefisien perpindahan panas, dari rumah *kopling* dapat diketahui dari hubungan berikut :

$$\alpha_K = 4.5 + 6(v_k)^{3/4}$$

dengan :

$$v_k = \frac{\pi \cdot d_k \cdot n}{60}$$

v_k = Kecepatan tangensial rumah kopling [m/det]

maka kenaikan temperatur dapat dihitung dari hubungan sebagai berikut :

$$ts = \frac{632 \cdot N_R}{F_k \cdot a_k}$$

dengan :

N_R = Daya gesek

F_k = Luas permukaan bidang pendingin

A_k = Koefisien perpindahan panas

Pemasangan Paku Keling

Paku keeling yang dipasang pada pelat gesek dan pelat penghubung berfungsi untuk meneruskan putaran pelat gesek ke pelat penghubung dan seterusnya ke HUB, dan selanjutnya keporos. Untuk perhitungan pemasangan paku keeling didapat dengan menggunakan perhitungan berikut. Gaya yang dialami oleh setiap paku keeling didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$F_k = \frac{2 \cdot M_R}{Z}$$

Dengan :

F_k = Gaya yang diterima masing-masing paku keeling

M_R = Torsi gesek

Z = Jumlah paku keeling

Dimensi paku keeling diketahui dengan menggunakan persamaan berikut :

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_k}{\tau \cdot 3,14}}$$

dengan :

F_k = Gaya yang diterima masing-masing paku keeling

τ = Tegangan geser material paku keeling

3.2.1. Analisis Pegas

Pegas berfungsi sebagai peredam getaran dan penahan gaya permukaan terhadap pelat gesek. Pegas ini juga berfungsi sebagai penerus daya dari HUB ke pelat. Pada pegas ini bekerja momen torsi yang mengakibatkan tegangan geser. Tegangan ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\tau = \frac{M_t}{2.\pi.r^2.h}$$

Dengan :

M_t = Momen torsi maksimum

h = Panjang pegas

r = Diameter pegas

3.2.2. Analisis Tegangan Pada Pegas Diafragma

Pada rumah kopling terdapat pegas diafragma yang berbentuk cincin (bellivelle spring) pada pegas ini terdapat gaya P yang dapat melakukan pemasangan dan palepasan kopling. Tegangan yang terjadi pada pegas ini didapat dari persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{K_i.E.t^2}{b^2}$$

K_i = Konstanta pegas untuk steel bellivelle spring

T = Tebal pegas

E = Modulus elastisitas