



**LEMBAGA PENDIDIKAN MA'ARIF NU KABUPATEN KEBUMEN  
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) MA'ARIF 1 KEBUMEN**

PROGRAM / KOMPETENSI KEAHLIAN

- |  |  |
|--|--|
| 1. Teknik Audio Video ( Terakreditasi A )          | 3. Teknik Kendaraan Ringan ( Terakreditasi A ) |
| 2. Teknik Elektronika Industri ( Terakreditasi A ) | 4. Multimedia ( Terakreditasi A )              |
| 5. Akomodasi Perhotelan                            |  |



Alamat : Jl. Kusuma No.75 Telp.(0287) 383744, 381436, FAX.(0287) 383744 Kebumen Jawa Tengah 54316,

# **MODUL PEMBELAJARAN**

## **TAHUN PELAJARAN 2017 / 2018**

**Mata Pelajaran** : **Pemeliharaan Chasis Kendaraan Ringan**  
**Bidang Studi Keahlian** : **Teknik Otomotif**  
**Kelas/Paket Keahlian** : **XI/Teknik Kendaraan Ringan**  
**Semester/Tahun Pelajaran** : **Ganjil/2017-2018**  
**Nama Guru** : **Mohammad Nurhidayatulloh, S.Pd**

## a. URAIAN MATERI KOPLING

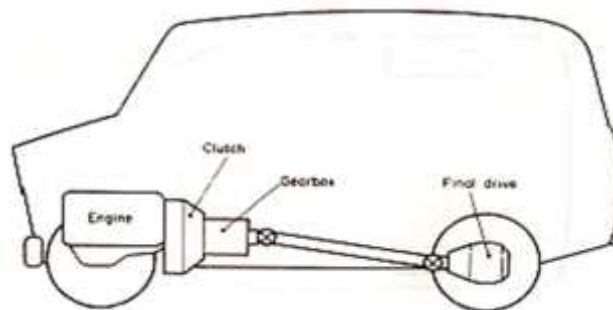
### 1) Konsep dasar fungsi dan kerja unit kopling

Kopling dan komponen pengoperasiannya yang akan dibahas dalam modul ini adalah yang dipergunakan pada kendaraan bermotor khususnya untuk kendaraan ringan, yaitu sepeda motor, sedan dan mobil penumpang. Kopling dan komponen pengoperasiannya merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga dari sebuah kendaraan, yaitu sistem yang berfungsi memindahkan tenaga dari sumber tenaga (mesin) ke roda kendaraan (pemakai/penggunaan tenaga).

Pemindahan tenaga dari mesin ke sistem penggerak pada kendaraan, tentunya diperlukan suatu proses yang halus tanpa adanya kejutan, yang menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengemudi dan penumpang. Di samping itu, kejutan juga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada bagian mesin.

Sistem pemindah tenaga secara garis besar terdiri dari Unit kopling, transmisi, defrensil, poros dan roda kendaraan. Sementara Posisi unit kopling dan komponennya (*Clutch Assembly*), terletak pada ujung paling depan dari sistem pemindah tenaga pada kendaraan. Sesuai dengan fungsinya, yaitu untuk memutuskan dan menghubungkan, unit kopling memutuskan dan menghubungkan aliran daya/gerak/momen dari mesin ke sistem pemindah tenaga. Dengan adanya kopling, maka saat tidak diperlukan tenaga gerak, maka tidak perlu harus mematikan sumber gerak (mesin).

Posisi unit kopling pada kendaraan secara skema dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.

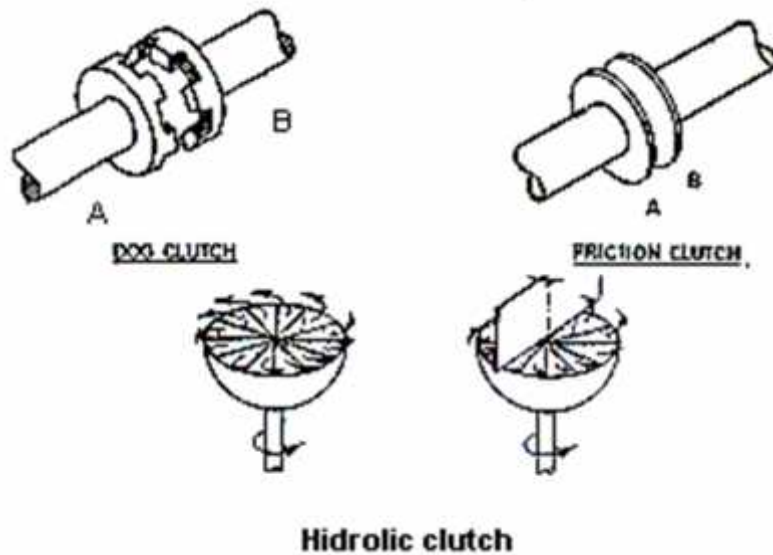


**Gambar 1.** Posisi Kopling (*Clutch*) pada kendaraan

Rangkaian pemindahan tenaga berawal dari sumber tenaga (*Engine*) ke sistem pemindah tenaga, yaitu masuk ke unit kopling (*Clutch*) diteruskan

ketransmisi (*Gear Box*) ke propeller shaft dan keroda melalui differensial (*Final Drive*).

Jenis kopling paling tidak dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu kopling dengan menggunakan gigi, menggunakan gesekan, dan menggunakan tekanan hidrolis. Secara skema seperti terlihat pada gambar 2 berikut ini.



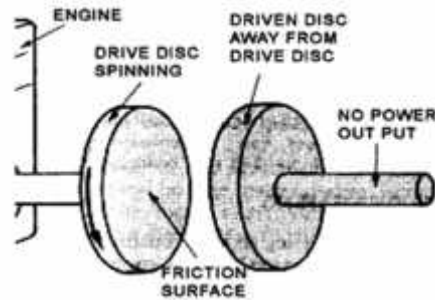
**Gambar 2.** Kopling jenis Dog, Friction dan Hidrolic.

Kopling jenis dog banyak dipergunakan pada mekanisme hubungan roda gigi transmisi. Untuk menyambungkan antara poros sumber tenaga dengan poros yang digerakan biasanya kopling ini mengalami kesulitan bila tidak dalam kondisi berhenti. Untuk itu pada transmisi dilengkapi dengan komponen yang disebut dengan synchronmesh. *Synchronmesh* pada dasarnya adalah salah satu bentuk kopling gesek dengan bentuk konis. Kopling konis ini akan menyamakan gerak kedua gigi yang akan dihubungkan, sehingga kopling dog akan mudah disambungkan.

Kopling gesek (*Friction Clutch*) adalah proses pemindahan tenaga melalui gesekan antara bagian penggerak dengan yang akan digerakan. Konsep kopling ini banyak dipergunakan pada sistem pemindah tenaga kendaraan, khususnya pada kendaraan ringan, sepeda motor, sedan dan mobil penumpang lainnya.

Kopling hidrolis banyak dipergunakan pada kendaraan dengan transmisi otomatis. Proses kerjanya memanfaatkan tekanan hidrolis, dan pemindahan dari satu kopling ke kopling yang lainnya, dilakukan dengan mengatur aliran hidrolisnya.

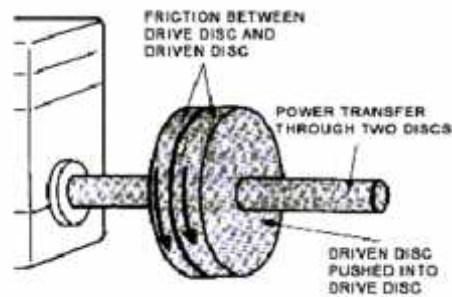
Berikut ini akan dibahas Konsep kerja kopling gesek yang banyak digunakan dapat dijelaskan melalui gambar 3 dan 4.



**Gambar 3.** Saat Piringan pemutar (*Drive Disc*) tidak berhubungan dengan piringan yang diputar (*Driven disk*)

Berdasarkan skema rangkaian tersebut, kini terlihat fungsi utama kopling adalah memutuskan dan menghubungkan jalur tenaga dari mesin ke roda kendaraan. Proses perpindahan tenaga, poros engkol (*crank shaft*) memutar drive disc dalam kopling. Selama piringan/disc yang lain (*driven disc*) tidak berhubungan dengan drive disc, maka tidak ada tenaga/torsi/ gerak yang ditransfer dari mesin ke pemindah daya. Atau kopling dalam kondisi bebas.

Pada saat drive disc dan driven disc bersinggungan, maka drive disc akan memutar driven disc yang berhubungan dengan poros input transmisi. Sebagai hasilnya, torsi/gaya putar dari mesin ditransfer melalui kopling ke komponen pemindah daya yang lainnya hingga ke roda penggerak. Saat kedua disc bersinggungan, dan saling berputar bersama dapat diilustrasikan dalam gambar 3 berikut ini.



**Gambar 4.** Saat Kedua piringan berhubungan dan berputar bersama.

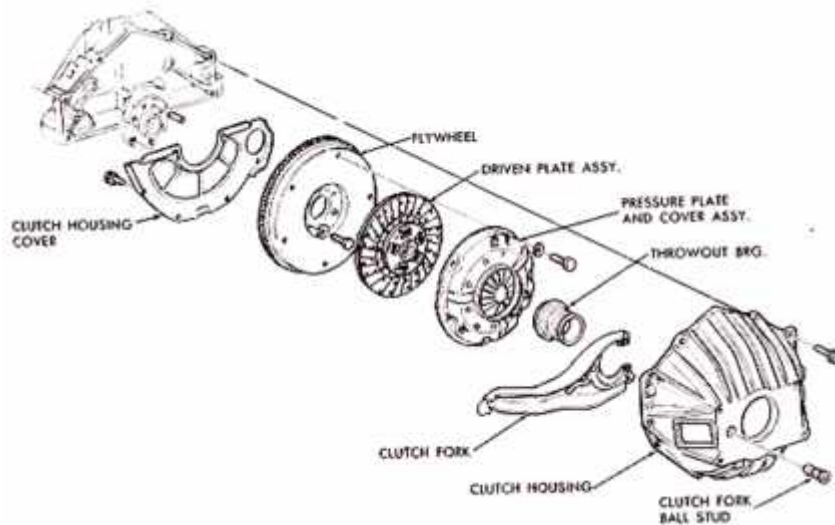
Pada prakteknya, saat menghubungkan kopling, yaitu disaat bersamaan melepas pedal kopling, tidak dilepas langsung namun sedikit demi sedikit hingga terhubung. Proses ini untuk menghindari terjadinya kejutan saat kedua berhubungan. Sebab bila kedua piringan tersebut, berhubungan secara langsung tentu akan terjadi kejutan gerak pada kendaraan, dan ini sering dialami oleh pengemudi pada pengalaman pertama-nya melepas pedal kopling, hingga mobilnya bergerak tersendat-sendat. Jadi dengan melepas kopling sedikit (kalau istilah masyarakat setengah kopling), terjadi perpindahan tenaga melalui gesekan plat kopling. Dengan kata lain, perpindahan tidak terjadi sekaligus.

## 2) Macam-macam Kopling Gesek.

Seperti telah dijelaskan di atas, kopling gesek banyak digunakan pada kendaraan ringan. Pada kendaraan roda empat menggunakan jenis kering dengan plat tunggal. Sedangkan pada sepeda motor, menggunakan jenis basah dengan plat ganda. Perbedaan kopling basah dan kering, karena plat kopling tidak kena minyak pelumas untuk jenis kering, dan plat kopling bekerja dalam minyak pelumas untuk jenis basah.

### a). Kopling gesek pelat tunggal.

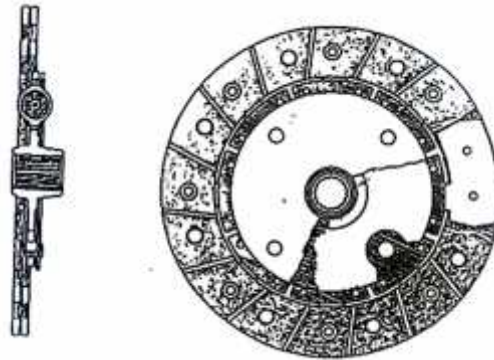
Komponen-komponen kopling gesek pelat tunggal secara bersamaan membentuk rangkaian kopling/ kopling set (clutch assembly). Seperti terlihat pada gambar 5 berikut ini.



**Gambar 5.** Clutch Assembly

Komponen utama dari kopling gesek ini adalah sebagai berikut :

- (1) *Driven plate* (juga dikenal sebagai piringan kopling, pelat kopling atau *friction disc*/piringan gesek, atau kanvas kopling). Plat kopling bagian tengahnya berhubungan slip dengan poros transmisi. Sementara ujung luarnya dilapisi kanvas kopling yang pemasangannya di keling. Konstruksinya dapat dilihat pada gambar 6.

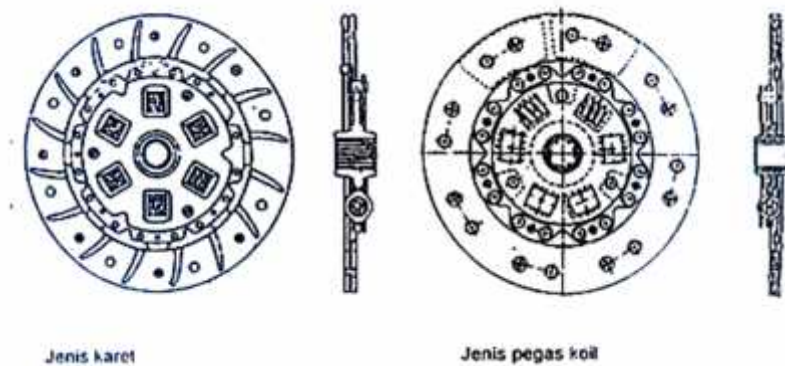


**Gambar 6.** Plat kopling tunggal.

Lapisan plat kopling disebut dengan kanvas kopling terbuat dari paduan bahan asbes dan logam. Paduan ini dibuat dengan tujuan agar plat kopling dapat memenuhi persyaratan, yaitu :

- (a). Tahan terhadap panas. Panas dalam hal ini terjadi karena terjadi gesekan yang memang direncanakan saat kopling akan dihubungkan.
- (b). Dapat menyerap panas dan membersihkan diri. Gesekan akan menyebabkan panas dan kotoran debu bahan yang aus. Kanvas kopling dilengkapi dengan alur yang berfungsi untuk ventilasi dan menampung dan membuang debu yang terjadi.
- (c). Tahan terhadap gesekan. Kanvas kopling direncanakan untuk bergesekan, maka perlu dibuat tahan terhadap keausan akibat gesekan.
- (d). Dapat mencengkeram dengan baik.

Plat kopling dilengkapi dengan alat penahan kejutan baik dalam bentuk pegas ataupun karet. Alat ini dipasang secara radial, hingga disebut dengan pegas radial. Konstruksinya seperti terlihat pada gambar 7 berikut ini.



**Gambar 7.** Pegas Radial Plat Kopling

Pegas radial berfungsi untuk meredam getaran/kejutan saat kopling terhubung sehingga diperoleh proses penyambungan yang halus, dan juga getaran atau kejutan selama menghubungkan/bekerja. Untuk itu maka pegas radial harus mampu menerima gaya radial yang terjadi pada plat kopling memiliki elastisitas yang baik. Namun demikian karena penggunaan yang terus menerus, maka pegas radial dapat mengalami kerusakan. Untuk yang dalam bentuk karet, kemungkinan karetnya berkurang/tidak elastis lagi atau pecah. Sedangkan yang pegas ulir, kemungkinan berkurang panjang bebasnya, yang biasanya ditunjukkan dengan terjadinya kelonggaran pegas dirumahnya dan menimbulkan suara.

Plat kopling di samping pegas radial juga dilengkapi dengan pegas aksial. Konstruksinya seperti terlihat pada gambar 8 berikut ini.



**Gambar 8.** Pegas Aksial Plat Kopling

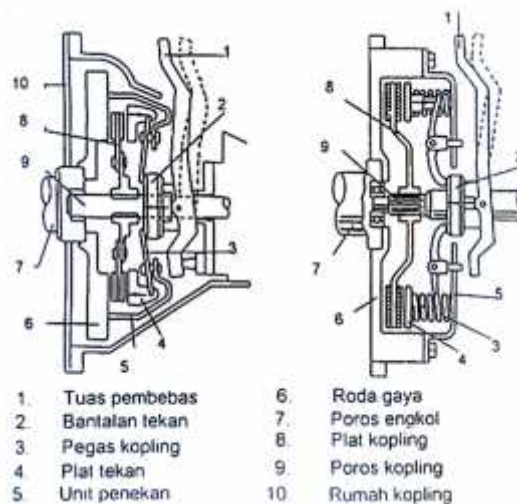
Pegas aksial dipasang diantara kanvas kopling, dan bentuknya ada dua macam. Gambar 8 A pegas aksial berbentuk E dan Gambar B pegas aksial berbentuk W.

Fungsi pegas aksial adalah untuk mendapatkan sentuhan yang halus saat plat kopling mulai terjepit oleh plat tekan pada *fly wheel*. Dengan kata

lain terjadi proses menggesek terlebih dahulu sebelum terjepit kuat oleh plat tekan pada *fly wheel*.

(2) *Pressure plate* (plat penekan) dan rumahnya, unit ini yang berfungsi untuk menekan/menjepit kampas kopling hingga terjadi perpindahan tenaga dari mesin ke poros transmisi.

Untuk kemampuan menjepitnya, plat tekan didukung oleh pegas kopling. Pegas kopling paling tidak ada dua macam, yaitu dalam bentuk pegas coil dan diafragma atau orang umum menyebutnya sebagai matahari. Kontruksinya seperti terlihat pada gambar 9 berikut ini.



**Gambar 9.** Clutch Assembly dengan pegas diafragma dan pegas coil.

Clutch Assembly sebelah kiri menggunakan pegas diafragma dan yang sebelah kanan menggunakan pegas coil. Karena fungsi pegas adalah untuk menjepit plat kopling, ternyata keduanya mempunyai karakteristik kemampuan kerja yang berbeda. Perbedaan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.



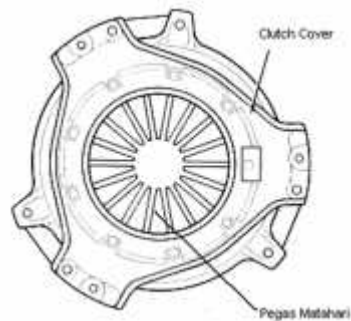
**Gambar 10.** Perbandingan kemampuan pegas diafragma dengan pegas coil.



Pada gambar 10, terdapat dua garis, garis yang penuh menggambarkan tekanan pegas diafragma, sedangkan garis terputus-putus menggambarkan tekanan pegas coil. Pada point a menunjukkan posisi pada saat plat kopling sudah aus. Pada posisi ini terlihat bahwa pegas diafragma memberikan tekanan yang lebih besar dibandingkan dengan pegas coil. Besarnya tekanan yang diberikan ini akan menentukan tingkat kemungkinan terjadinya slip pada kopling. Sehingga saat plat kopling sudah aus, penggunaan pegas coil kemungkinan akan terjadi slip lebih besar dibandingkan dengan pegas diafragma. Hal ini karena tekanan yang diberikan oleh pegas coil lebih kecil

Pada saat plat koplingnya masih baru atau tebal keduanya memberikan kemampuan tekanan yang sama besarnya. Posisi ini digambarkan pada titik poin b. Pada titik poin c menggambarkan tekanan pegas saat pedal kopling diinjak penuh. Pegas coil memberikan tekanan yang lebih besar dibandingkan pegas diafragma. Hal ini berarti terkait dengan besarnya tenaga pengemudi untuk membebaskan kopling. Kalau pegasnya coil berarti tenaga injakan kopling lebih berat dibandingkan bila menggunakan pegas diafragma.

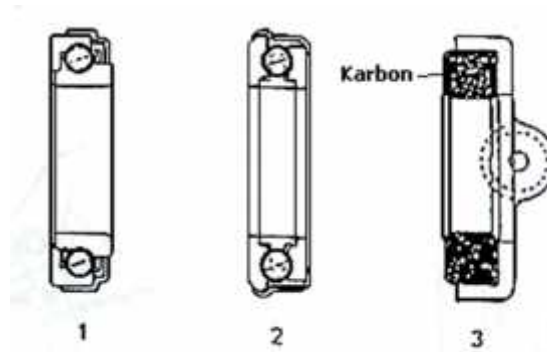
Pegas diafragma memberikan tekanan lebih merata dibandingkan pegas coil. Bentuk pegas diafragma bila dilihat dari depan seperti gambar 11 berikut ini.



**Gambar 11.** Pegas diafragma/matahari.

- (3) *Clutch release* atau *throwout bearing*, unit ini berfungsi untuk memberikan tekanan yang bersamaan pada pressure plate Lever dan menghindarkan terjadinya gesekan antara pengungkit dengan pressure plate Lever untuk pegas coil. Sedangkan yang pakai pegas diafragma langsung keujung pegas.

Bantalan tekan ini ada tiga macam. Seperti terlihat pada gambar 12 berikut ini.

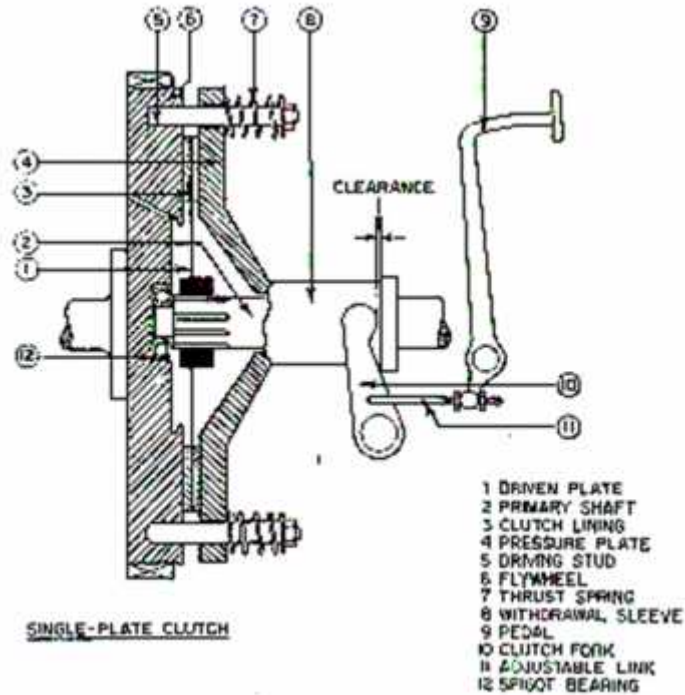


**Gambar 12.** macam-macam bantalan tekan kopling

Gambar 12.1 adalah bantalan tekan yang mampu menerima beban aksial dan menyudut. Gambar 12.2 bantalan tekan yang hanya mampu menerima beban aksial. Keduanya memerlukan pelumasan, bila pelumasnya habis maka keduanya akan mengalami kerusakan. Sedangkan gambar 12.3 adalah bantalan tekan yang terbuat dari karbon yang tidak memerlukan pelumasan.

- (4) *Throwout lever/Clutch Fork/plate Lever* berfungsi untuk menyalurkan tenaga pembebas kopling.

Konstruksi di atas berarti plat tekan bersama rumahnya dipasang menggunakan baut pada *fly wheel*. Sementara plat kopling dipasang diantara *fly wheel* dengan pelat tekan, dan bagian tengahnya dihubungkan dengan poros transmisi dengan sistem sliding. Dengan demikian Prinsip dasar bekerjanya kopling gesek dengan plat tunggal yang banyak digunakan pada kendaraan roda empat ini seperti terlihat pada gambar 13 berikut ini.

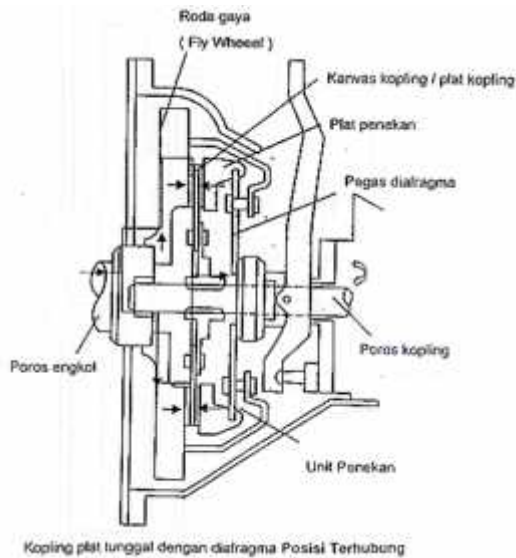


**Gambar 13.** Prinsip kerja kopling plat tunggal

Pada posisi seperti gambar 13 berarti kopling sedang bekerja, dimana plat kopling terjepit oleh *Fly wheel* (6) dan *Pressure plate* (4) yang mendapat tekanan dari pegas kopling (7). Dengan demikian putaran mesin disalurkan melalui *fly wheel* ke plat kopling dan kemudian ke poros primer (2).

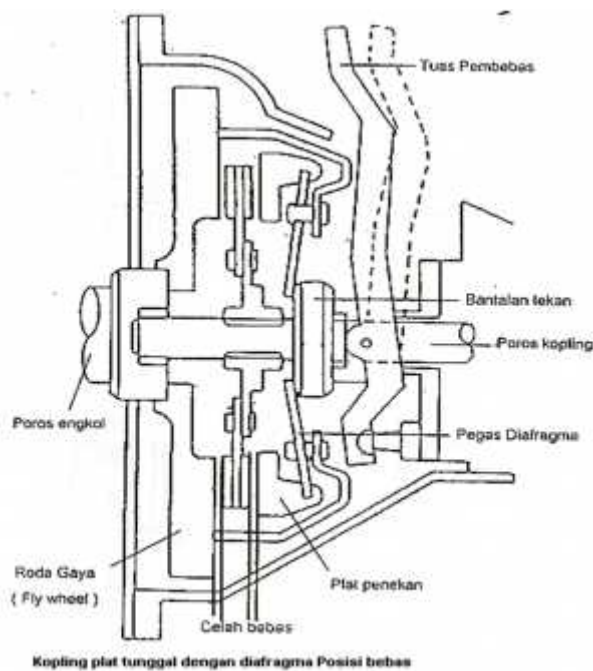
Sewaktu pedal kopling (9) diinjak, gerakan menarik sambungan pengatur (11) dan garpu kopling (10). Gerakan tersebut menyebabkan bearing (8) dan membawa *pressure plate* (4) bergerak kekanan melawan tegangan pegas kopling (7). Hal ini berarti menyebabkan plat kopling (3) terbebas dari jepitan. Sehingga putaran dari mesin terputus tidak tersalurkan ke sistem pemindah tenaga.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 14 berikut ini.



**Gambar 14.** Kopling Plat Tunggal Dengan Posisi Terhubung

Poros yang dihubungkan menggunakan kopling adalah poros engkol (*Driver shaft*) dengan poros kopling yang tidak lain adalah poros yang masuk ke transmisi (*Driven Shaft*). Pada gambar 14 plat kopling pada posisi terhubung terjepit diantara plat tekan dengan *Fly wheel*, kekuatan jepitnya diperoleh dari tegangan pegas kopling yang dalam hal ini dalam bentuk pegas diafragma. Dengan posisi demikian maka putaran poros transmisi akan sama dengan putaran mesin.

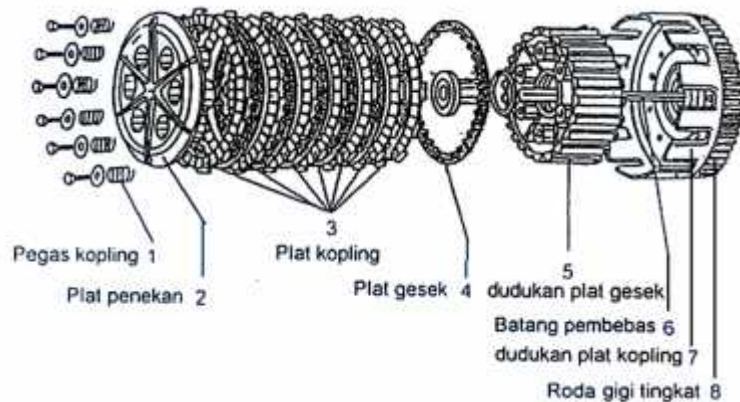


**Gambar 15.** Kopling Plat Tunggal Dengan Posisi bebas

Pada saat tuas pembebas ditekan maka gayanya diteruskan ke bantalan tekan dan menekan pegas diafragma. Pegas diafragma mengungkit plat penekan, sehingga plat kopling terbebas. Dengan kata lain, putaran poros engkol/mesin tidak tersalurkan ke sistem pemindah tenaga. Kondisi ini diperlukan saat memindah kecepatan transmisi, saat mengerem kendaraan, dan saat menghentikan kendaraan.

b). Kopling gesek plat ganda.

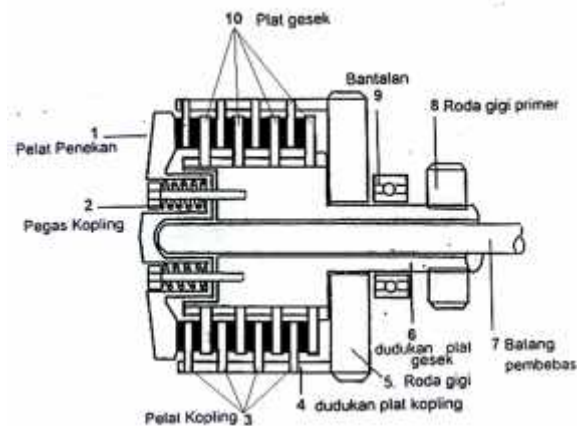
Kopling gesek plat ganda banyak digunakan pada kendaraan ringan seperti sepeda motor dan dalam kerjanya tercelup di dalam oli mesin. Konstruksinya seperti terlihat pada gambar 16.



**Gambar 16.** Komponen kopling gesek plat ganda.

Konstruksi kopling gesek plat ganda menggunakan dua jenis plat, yaitu plat gesek dan plat kopling. Plat gesek tanpa lapisan kanvas, seluruhnya dari logam. Sedangkan plat kopling pada bagian yang bersentuhan dengan plat gesek dilapisi dengan kanvas pada kedua sisinya. Jumlah dan lebar plat sangat ditentukan besarnya tenaga yang akan dipindahkan.

Rangkaian komponen kopling gesek plat ganda dapat digambarkan sebagai berikut.



**Gambar 17.** Rangkaian kopling gesek plat ganda.

Rangkaian kopling tersebut terdiri dari satu plat tekan yang ditekan oleh 4 sampai 6 buah pegas kopling. Terdapat 4 buah plat gesek dan 4 buah plat kopling yang dijepit oleh plat tekan.

Plat kopling dipasang pada rumah yang disambungkan dengan roda gigi yang berhubungan dengan transmisi. Sementara plat gesek dipasang pada dudukan plat gesek yang disambungkan dengan roda gigi primer yang berhubungan dengan poros engkol.

Pada saat batang pembebas tidak ada tekanan, maka plat tekan menekan/menjepit plat kopling dan plat gesek secara bersama, sehingga terjadi aliran tenaga dari mesin ke roda gigi primer, ke plat gesek, pindah ke plat kopling, dan ke roda gigi yang berhubungan dengan transmisi. Dengan kata lain, kopling menghubungkan tenaga mesin ke sistem pemindah tenaga.

Pada saat batang pembebas mendapat gaya dari mekanisme operasional kopling, akan mendorong Plat tekan ke arah kiri (gambar 17), melawan tegangan pegas kopling. Maka terjadi kelonggaran jepitan terhadap plat kopling dan plat gesek, sehingga keduanya tidak berhubungan lagi. Posisi ini berarti tenaga dari mesin tidak tersalurkan ke sistem pemindah tenaga.

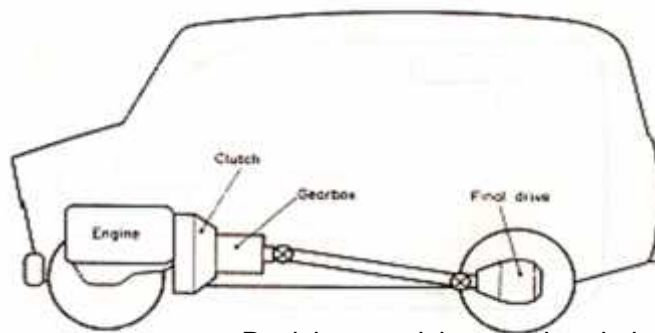
## b. URAIAN MATERI TRANSMISI

### 1) Prinsip Kerja Transmisi

Transmisi manual dan komponen-komponennya yang akan dibahas dalam modul ini adalah yang dipergunakan pada kendaraan bermotor. Transmisi manual dan komponen-komponennya merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga dari sebuah kendaraan, yaitu sistem yang berfungsi mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan tenaga dari sumber tenaga (mesin) ke roda kendaraan (pemakai/penggunaan tenaga).

Sistem pemindah tenaga secara garis besar terdiri dari Unit kopling, transmisi, defrensal, poros dan roda kendaraan. Sementara Posisi transmisi manual dan komponennya, terletak pada ujung depan sesudah unit kopling dari sistem pemindah tenaga pada kendaraan. Fungsi transmisi adalah untuk mengatur perbedaan putaran antara putaran mesin (memalui unit kopling) dengan putaran poros yang keluar dari transmisi. Pengaturan putara ini dimaksudkan agar kendaraan mampu bergerak sesuai dengan beban dan kecepatan kendaraan

Posisi transmisi manual pada kendaraan secara skema dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



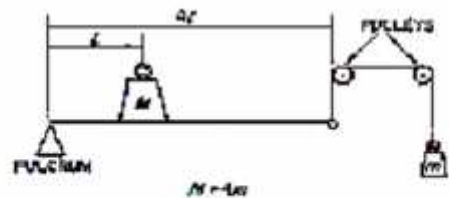
Gambar 1. Posisi transmisi manual pada kendaraan

Rangkaian pemindahan tenaga berawal dari sumber tenaga (*Engine*) ke sistem pemindah tenaga, yaitu masuk ke unit kopling (*Clutch*) diteruskan ke transmisi (*Gear Box*) ke propeller shaft dan keroda melalui defrensal (*Final Drive*). Konsep kerja transmisi manual dapat dijelaskan melalui gambar 2 dan 3 berikut.

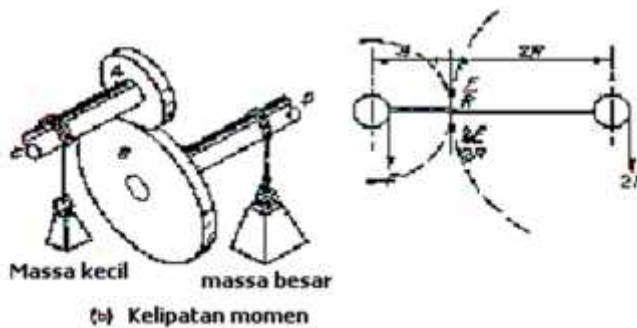
Gambar 2. Prinsip Kerja menggunakan konsep momen

Berdasarkan gambar 2 tersebut, dapat dilihat perbedaan antara keduanya. Gambar pertama seseorang mendorong mobil ditanjakan secara langsung, sementara gambar kedua menggunakan tongkat pengungkit. Melihat kondisi tersebut, manakah diantara keduanya yang lebih ringan?. Jawabnya tentu dia yang menggunakan pengungkit, sebab pada posisi pertama gaya dorong secara langsung, sementara posisi kedua menggunakan transfer momen melalui tongkat. Semakin panjang lengan, maka tenaga yang dikeluarkan untuk mendorong kendaraan akan semakin ringan.

Konsep dasar di atas kemudian dipergunakan dalam membuat desain transmisi, dimana lengan pengungkit tersebut diterapkan pada diameter roda gigi. Sehingga transmisi kendaraan juga disebut dengan gear box atau kotak roda gigi, karena komponen utama transmisi adalah roda gigi. Konsep pemindahan tenaga melalui roda gigi, seperti terlihat pada gambar 3 berikut ini.



(a) Massa besar diangkat dengan massa kecil



Gambar 3. Konsep pemindahan tenaga melalui roda gigi

Gambar 3 (a) menggambarkan lengan pengungkit sederhana. Pada kondisi seimbang persamaannya  $M \times l = m \times 4l$  artinya massa  $m$  yang hanya  $\frac{1}{4} M$  dapat mengangkat  $M$ . Hal ini menunjukkan bahwa dengan gaya yang kecil dapat mengangkat massa yang beratnya 4 kali lipat, karena digunakannya sistem lengan pengungkit.



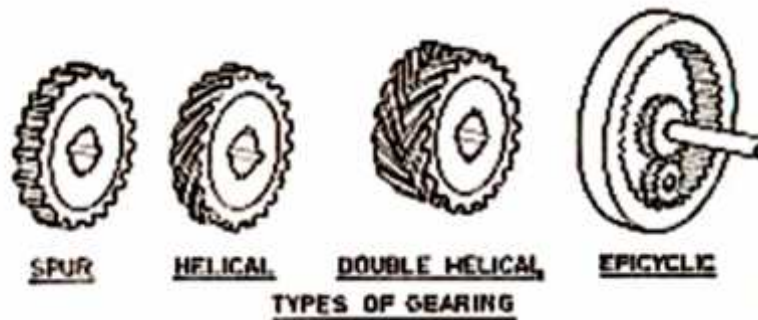
Gambar 3 (b), menunjukkan bagaimana dua piringan dipergunakan sebagai lengan pengungkit. Pada contoh tersebut massa yang digantungkan pada poros C akan mengangkat beban yang ada pada poros D. Rangkaian ini mungkin dapat dipergunakan untuk memahami konsep kerja transmisi, mesin dihubungkan ke poros C, dan yang ke roda dihubungkan ke D. Apabila diameter piringan B dibuat tiga kali piringan A, maka momen yang dihasilkan tiga kali lipat. Namun bila perbandingan giginya (gear ratio) 2 : 1, maka roda gigi A berputar dua kali, sedangkan roda gigi B berputar 1 kali. Momen pada roda gigi A  $\frac{1}{2}$  dari roda gigi B, atau gaya angkatnya akan setengah dari beban yang diangkat.

## 2) Macam-macam Roda gigi

Roda gigi/Gears adalah roda yang terbuat dari besi yang mempunyai gerigi pada permukaannya. Bentuk gigi dibuat sedemikian rupa hingga dapat bekerja secara berpasangan dan setiap pasangan terdapat sebuah roda gigi yang menggerakkan (*driving gear*) dan sebuah roda gigi yang digerakkan (*driven gear*).

Suatu kelompok/kumpulan roda gigi dengan komponen lain membentuk suatu sistem transmisi dalam suatu kendaraan, mereka terletak dalam suatu wadah yang disebut *transmission case*, atau kadang juga disebut *gear box*.

Beberapa macam desain roda gigi yang dipergunakan pada transmisi adalah:



Gambar 1. Macam-macam roda gigi

- a). Roda gigi jenis Spur – bentuk giginya lurus sejajar dengan poros, dipergunakan untuk roda gigi geser atau yang bisa digeser (*Sliding mesh*).
- b). Roda gigi jenis Helical – bentuk giginya miring terhadap poros, dipergunakan untuk roda gigi tetap atau yang tidak bisa digeser (*Constant mesh dan synchro-mesh*).

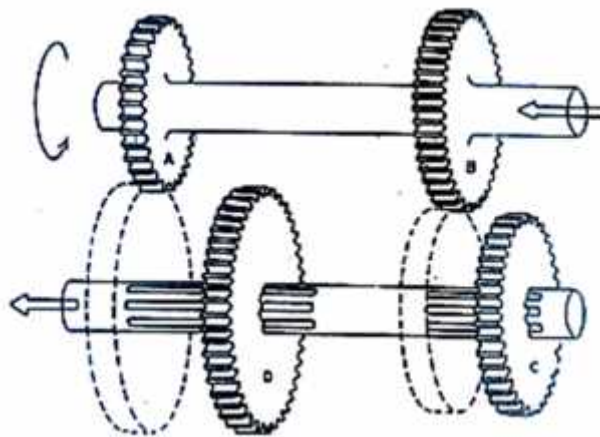
- c). Roda gigi jenis Double Helical – bentuk giginya dobel miring terhadap poros, dipergunakan untuk roda gigi tetap atau yang tidak bisa digeser (*Constant mesh dan synchro-mesh*).
- d). Roda gigi jenis Epicyclic – bentuk giginya lurus atau miring terhadap poros, dipergunakan untuk roda gigi yang tidak tetap kedudukan titik porosnya (*Constant mesh*).

### 3) Konsep kerja transmisi

Seperti telah dikemukakan di atas, transmisi pada kendaraan terdiri dari berbagai bentuk roda gigi, ada yang sistem tetap ada yang digeser (*slidingmesh*). Berikut ini akan dicoba dijelaskan konsep kerja masing-masing.

#### a) Transmisi dengan roda gigi geser

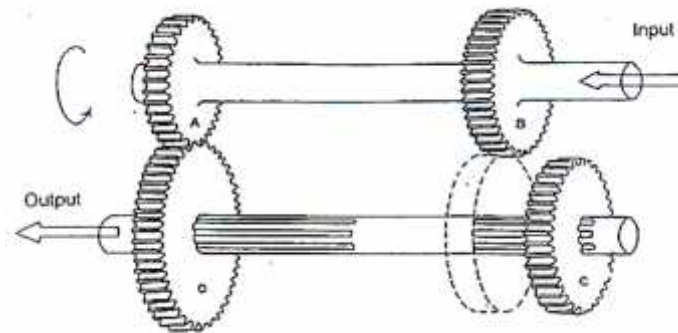
Roda gigi pada poros input yaitu berasal dari kopling, dipasang mati. Sedangkan roda gigi yang dipasang pada poros output dipasang geser/sliding. Roda gigi yang digunakan untuk model ini tentunya jenis spur. Perhatikan pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 2. Transmisi Sliding Gear

Posisi Netral, setiap transmisi mempunyai posisi ini dimana putaran poros input tidak dipindahkan keporos output. Posisi ini digunakan saat berhenti atau yang lainnya dimana sedang tidak memerlukan tenaga mesin. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka kedua roda gigi pada poros output (C & D) digeser agar tidak berhubungan dengan roda gigi dari poros input (A & B).

Posisi gigi 1, digunakan untuk menggerakkan kendaraan pertama kali. Kondisi ini memerlukan momen yang besar gerakan pelan, maka roda gigi pemutar (Driver) harus yang lebih kecil (A) memutar roda gigi yang lebih besar (D). Sehingga roda gigi pada poros output yang dihubungkan dengan roda gigi yang sebelah kiri, sementara yang sebelah kanan tidak berhubungan. Seperti terlihat pada gambar 6 berikut ini.

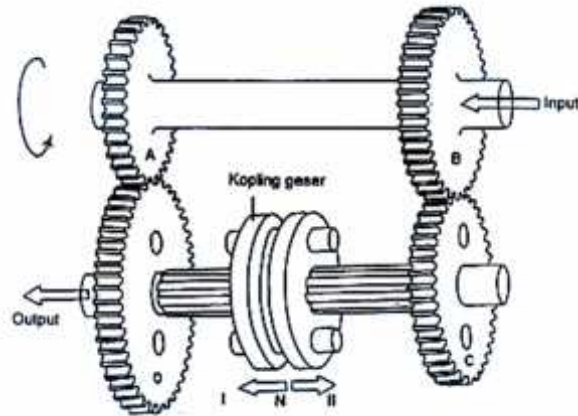


Gambar 3. Posisi gigi 1

Posisi gigi 2, pada posisi ini tentunya kendaraan sudah bergerak sehingga momennya tidak begitu besar dibandingkan dengan saat posisi gigi 1. komposisi roda gigi pada posisi gigi kedua ini roda gigi D digeser sampai tidak berhubungan dengan roda gigi A, dan roda gigi C digeser kekiri agar berhubungan dengan roda gigi B. Dengan demikian, putaran poros input dipindahkan melalui roda gigi B & C ke poros output.

b) Transmisi dengan roda gigi tetap.

Sistem pemindahan kecepatan pada sistem ini tidak memindah roda gigi, namun dengan menambah satu perlengkapan kopleng geser. Hubungan roda gigi C & D terhadap poros output bebas bukan sliding seperti pada model sebelumnya. Sedangkan yang terhubung sliding dengan poros output adalah kopleng gesernya. Ilustrasi model ini dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.



Gambar 4. Transmisi dengan posisi roda gigi tetap

Pada model transmisi roda gigi tetap ini memungkinkan dipergunakan bentuk roda gigi selain model spur. Sehingga memungkinkan penggunaan roda gigi yang lebih kuat.

Kopling geser dapat digeser kekanan atau kekiri. Bila kopling ada ditengah maka berarti transmisi pada posisi netral. Pada posisi ini meskipun roda gigi C & D terus berputar bersama roda gigi A & B, namun tidak ada pemindahan putaran keporos output. Hal ini karena baik roda gigi C maupun roda gigi D terpasang bebas terhadap poros output.

Posisi gigi 1, kopling geser digeser kekiri hingga berhubungan dengan roda gigi D. Sehingga putaran poros input disalurkan melalui roda gigi A memutar roda gigi D dan membawa kopling geser yang telah terhubung, dan akhirnya poros output terbawa putaran melalui kopling geser.

Posisi gigi 2, kopling digeser kekanan hingga berhubungan dengan roda gigi C. Sehingga putaran poros input disalurkan melalui roda gigi B memutar roda gigi C dan membawa kopling geser yang telah terhubung, dan akhirnya poros output terbawa putaran melalui kopling geser.

#### c) Transmisi Synchronmesh

Terdapat kerugian yang perlu diatasi pada penggunaan sistem roda gigi geser seperti yang telah diuraikan di atas, yaitu:

- a) Suara transmisi kasar saat memindah kecepatan.
- b) Pemindahan gigi sangat sulit, apalagi pada kecepatan tinggi, sehingga pemindahan gigi harus dilakukan pada kecepatan yang rendah.

Hal ini juga dialami pada sistem pengembangan yang menggunakan sistem *Constantmesh*. Meskipun pada sistem *constant-mesh* sudah tidak menggunakan penggeseran roda gigi, namun sistem penyambungannya masih mengalami permasalahan. Penyambungan yang dipergunakan pada sistem *Constantmesh* mirip pada sistem *sliding gear* saat memasuki kecepatan tertinggi yaitu antara roda gigi C dengan roda gigi D. Dengan kata lain, kendaraan yang transmisinya menggunakan sistem *sliding gear* atau *Constantmesh* akan terhambat khususnya pada proses akselerasi kendaraan. Karena setiap pemindahan kecepatan harus menunggu putaran turun terlebih dahulu.

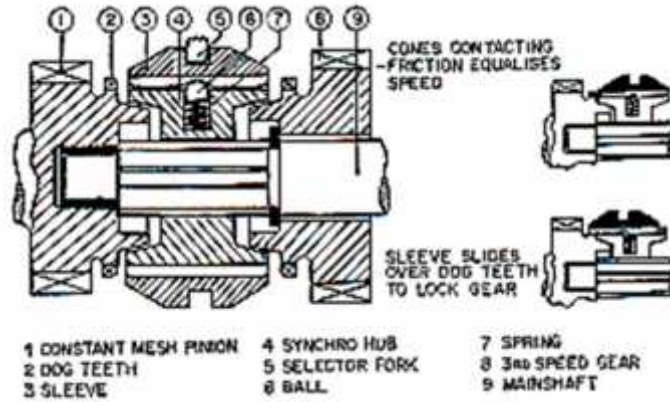
Permasalahan proses pemindahan gigi tersebut, karena perbedaan putaran kedua gigi yang akan disambungkan. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Misalkan: gambar 7 jumlah gigi dari roda gigi A = 20; B = 30; C = 20; dan D = 30. Pada saat kendaraan belum berjalan, berarti putaran poros output dan kopling geser  $n_2 = 0$  rpm. Sementara bila putaran poros input adalah  $n_1 = 1000$  rpm, maka putaran roda gigi D  $n_3$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$n_3 = (A \times n_1)/D = (20 \times 1000)/30 = 666 \text{ rpm.}$$

Pada putaran yang demikian tinggi yaitu 666 rpm, sementara kopling geser tidak berputar tentu tidak dapat dihubungkan. Untuk itu biasanya pengemudi, memutuskan hubungan poros input dengan mesin dengan menginjak pedal kopling. Meskipun demikian untuk putaran sebesar 666 rpm, disamping tidak/sulit dihubungkan, kalau dapat dihubungkan akan terjadi kejutan yang luar biasa. Kejutan ini dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen transmisi.

Oleh karena itu kemudian ditemukan sistem *synchromesh*. Sistem ini secara sederhana seperti terlihat pada gambar 8. Roda gigi transmisi dalam kondisi tetap, untuk memindahkan posisi kecepatan dipergunakan perlengkapan *synchromesh*, dimana dengan bentuk konisnya akan menyamakan putaran, baru kemudian gigi sleeve disambungkan. Kemampuan menyesuaikan putaran antara dua roda gigi yang akan disambungkan ini yang tidak dimiliki oleh kedua sistem sebelumnya.



Gambar 5. Unit *SynchroMesh*

Sistem *synchromesh* ini yang kemudian dipergunakan pada transmisi manual sampai saat ini.

Cara kerjanya saat handel transmisi pada posisi netral, maka *synchromesh* berada ditengah tidak berpengaruh atau dipengaruhi oleh kedua roda gigi yang ada disampingnya.

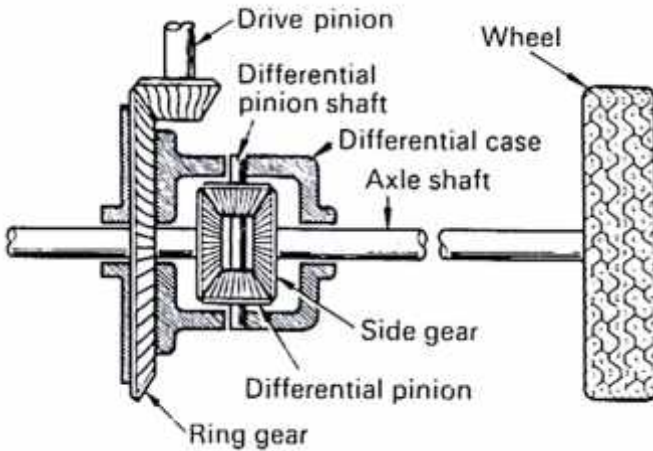
Pada saat *synchromesh* digerakan kekiri kearah roda gigi (1), maka synchro hub (4) akan terdorong kekiri dan semakin kuat, maka akan mengerem putaran melalui bentuk konisnya hingga putaran antara roda gigi (1) dengan synchro hub (4) sama, kemudian sleeve (3) bergeser kekiri lebih lanjut hingga tersambung dengan gigi kecil (*dog teeth*) (2). Posisi ini berarti proses penyambungan sudah selesai. Dengan cara demikian proses penyambungan roda gigi transmisi tidak perlu me-nunggu turunnya putaran mesin.

Proses tersebut sama saat akan menghubungkan dengan roda gigi yang sebelah kanan (8), *synchromesh* digerakan kekanan kearah roda gigi (8), maka synchro hub (4) akan terdorong kekanan dan semakin kuat, maka akan mengerem putaran melalui bentuk konisnya hingga putaran antara roda gigi (8) dengan synchro hub (4) sama, kemudian sleeve (3) bergeser kekanan lebih lanjut hingga tersambung dengan gigi kecil (*dog teeth*) roda gigi (8).

d) Komponen-komponen utama sistem transmisi dan fungsi-fungsinya

No	Komponen	Fungsi
1	<i>Transmission input shaft</i> Poros input transmisi	Sebuah poros dioperasikan dengan kopling yang memutar gigi di dalam <i>gear box</i>
2	<i>Transmission gear</i> Gigi transmisi	Untuk mengubah output gaya torsi yang meninggalkan transmisi
3	<i>Synchroniser</i> Gigi penyesuai	Komponen yang memungkinkan pemindahan gigi pada saat mesin bekerja/hidup
4	<i>Shift fork</i> Garpu pemindah	Batang untuk memindah gigi atau synchroniser pada porosnya sehingga memungkinkan gigi untuk dipasang/ dipindah
5	<i>Shift linkage</i> Tuas penghubung	Batang/tuas yang menghubungkan tuas persneling dengan <i>shift fork</i> .
6	<i>Gear shift lever</i> Tuas pemindah presnelling	Tuas yang memungkinkan sopir memindah gigi transmisi.
7	<i>Transmission case</i> Bak transmisi	Sebagai dudukan bearing transmisi dan poros-poros serta sebagai wadah oli/ minyak transmisi
8	<i>Output shaft</i> Poros output	Poros yang mentransfer torsi dari transmisi ke gigi terakhir
9	<i>Bearing</i> Bantalan/laker	Mengurangi gesekan antara permukaan benda yang berputar di dalam sistem transmisi
10	<i>Extension housing</i> Pemanjangan bak	Melingkupi poros output transmisi dan menahan seal oli belakang. Juga menyokong poros output.

## c. URAIAN MATERI GARDAN



Final drive/gardan pada kendaraan bermotor lebih dikenal dengan istilah differensial yang artinya berbeda. Hal ini berkaitan dengan salah satu fungsinya yaitu membedakan putaran roda kiri dan kanan saat kendaraan membelok.

Putaran mesin yang diteruskan oleh poros propeller akan direduksi atau diperkecil sesuai tenaga yang

diteruskan drive pinion gear ke ring gear, sebaliknya momen yang dihasilkan bertambah dan arah putaran dirubah sebesar  $90^\circ$  terhadap arah putaran asal.

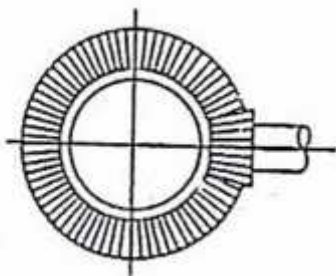
Final drive terdiri dari 2 bagian besar yaitu final gear dan differential gear.

## Final Gear/Final Reduction

Final gear terdiri dari drive pinion gear dan ring gear. Drive pinion gear selalu dibuat lebih kecil daripada ring gear, hal ini untuk memperkecil/mereduksi putaran agar diperoleh momen yang lebih besar, karena momen yang dihasilkan oleh transmisi belum cukup mampu untuk menggerakkan kendaraan.

Berdasarkan konstruksinya roda gigi final gear dibedakan menjadi beberapa model antara lain:

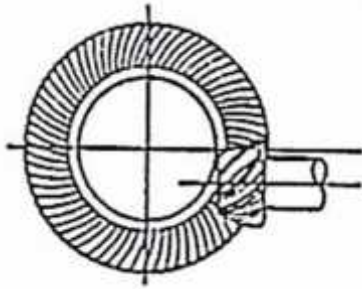
- 1) Model bevel gear.



Pada konstruksi ini perkaitan drive pinion dengan ring gear berada di tengah-tengah garis pusat (garis tengah) ring gear.



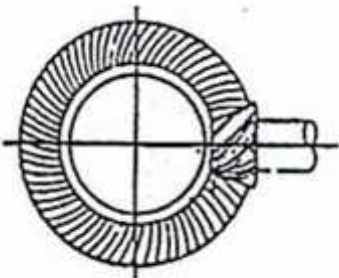
2) Model hypoid bevel gear.



Konstruksi model ini perkaitan drive pinion dengan ring gear berada di bawah garis pusat ring gear, sehingga membentuk offset. Kedudukan poros propeller bisa diperendah tanpa mengurangi jarak minimum ke tanah. Dengan rendahnya kedudukan propeller maka letak transmisi bisa lebih rendah maka titik berat mobil juga lebih rendah sehingga faktor keamanan lebih terjamin.

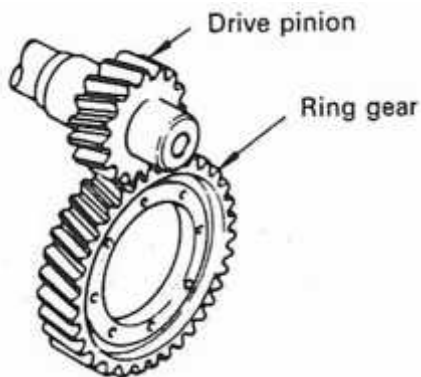
Hypoid bevel gear mempunyai permukaan gigi dengan kecepatan menggelincir yang kuat, perbandingan persinggungan gigi besar dan bekerja sangat halus hanya saja diperlukan oli special yang memiliki oil film yang kuat dan pembuatannya lebih sukar, memerlukan ketelitian yang tinggi. Pelumas yang sesuai untuk roda gigi jenis ini adalah GL-5 berdasarkan API service classification.

3) Model spiral bevel gear.



Konstruksi model ini drive pinion berbentuk gigi spiral, perkaitannya dengan ring gear berada di tengah-tengah garis pusat ring gear. Putarannya halus namun proses pembuatannya memerlukan kepresisian/ketelitian yang tinggi.

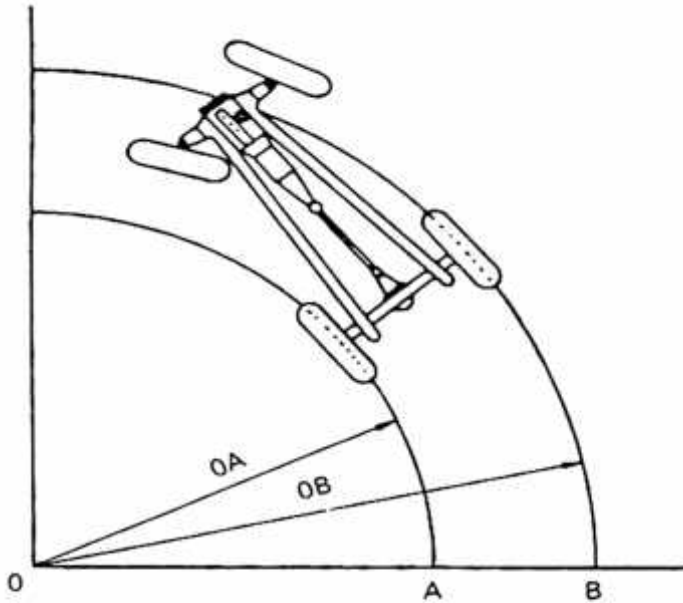
4) Helical gear.



Pada model ini drive pinion selalu bersinggungan dengan ring gear pada lokasi yang sama tanpa ada celah antara kedua gigi tersebut. Oleh sebab itu bunyi dan getaran yang timbul sangat kecil.

Dari beberapa model di atas yang sering digunakan pada kendaraan penggerak roda depan adalah model helical gear, sedangkan pada penggerak roda belakang adalah model hypoid bevel gear.

## Differential Gear

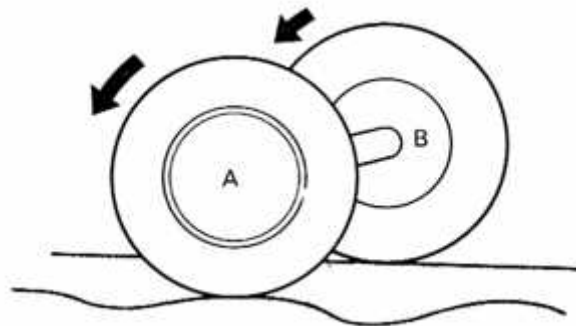


Jarak A < Jarak B

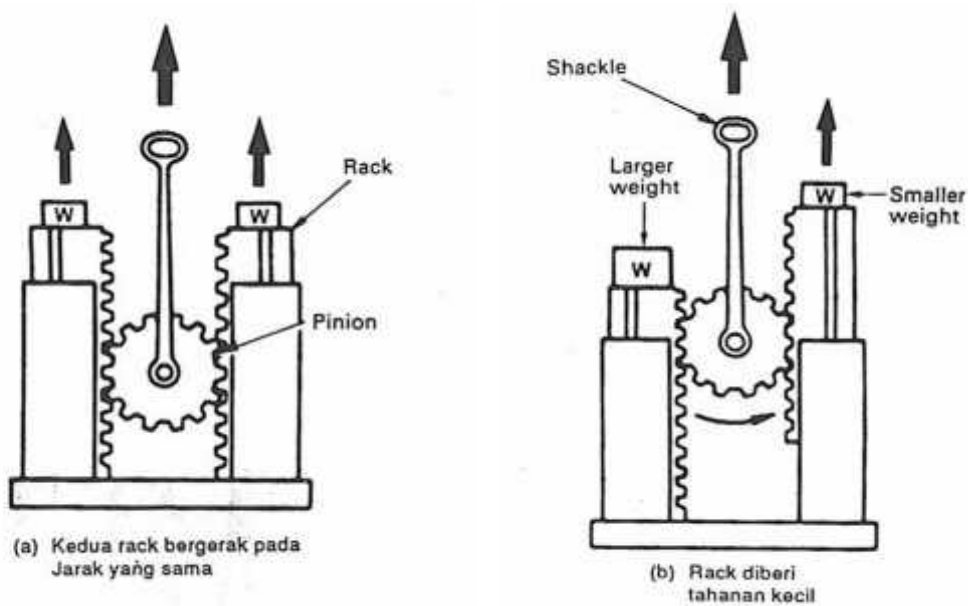
RPM roda bagian dalam < RPM roda bagian luar

Bila kendaraan sedang membelok maka roda kanan dan kiri berputar harus dengan kecepatan berbeda, karena pada saat membelok jarak tempuh roda bagian luar lebih panjang dari pada bagian dalam.

Bila salah satu roda berada pada jalan datar dan yang lainnya pada jalan bergelombang seperti pada gambar, roda (A) pada permukaan jalan bergelombang dan roda (B) pada permukaan jalan datar maka roda (A) akan berputar lebih cepat dari pada roda (B).



## Prinsip dasar differential gear

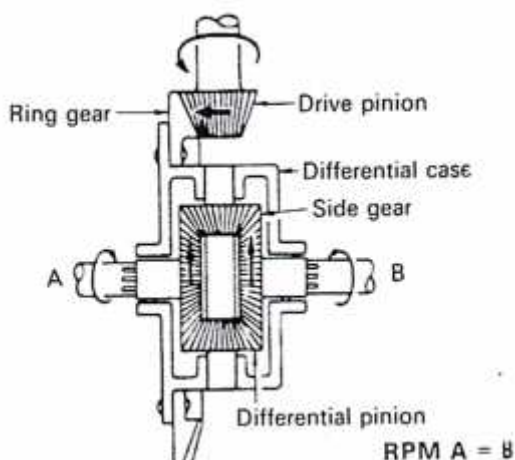


Bila beban ( $w$ ) yang sama diletakkan pada setiap rack, kemudian shackle ditarik ke atas maka kedua rack akan terangkat pada jarak yang sama sejauh shackle ditarik ke atas, selama tahanan pada kedua sisi pinion sama.

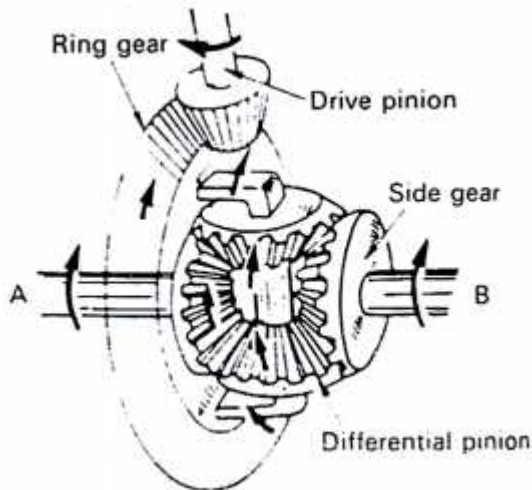
Bila beban yang lebih besar diletakkan pada rack sebelah kiri dan shackle ditarik ke atas seperti pada gambar (b), pinion akan berputar sepanjang gigi rack yang mendapat beban lebih berat disebabkan adanya perbedaan tahanan yang diberikan pada pinion dan ini mengakibatkan rack yang mendapat beban lebih kecil akan terangkat. Jarak rack yang terangkat sebanding dengan jumlah putaran pinion.

### Cara kerja differential gear

a. Pada saat jalan lurus.

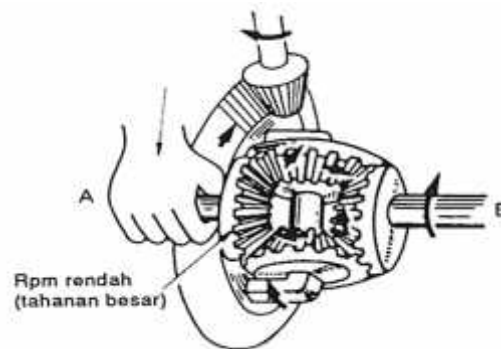
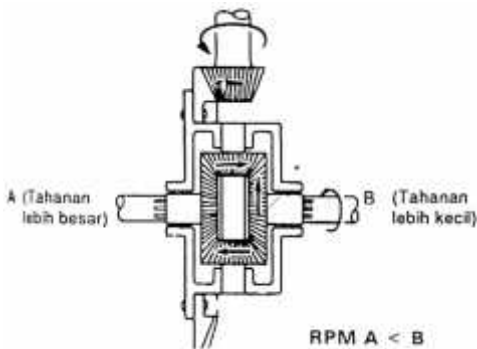


Pada saat kendaraan jalan lurus pada jalan datar tahanan gelinding (rolling resistance) pada kedua roda penggerak (drive gear) relatif sama.



Bila tahanan kedua poros axle belakang sama (A dan B) , pinion tidak berputar sendiri tetapi ring gear, differential case dan poros pinion berputar bersama dalam satu unit. Dengan demikian pinion hanya berfungsi untuk menghubungkan side gear bagian kiri dan kanan, sehingga menyebabkan kedua drive wheel berputar pada rpm yang sama.

b. Pada saat membelok.



Pada saat kendaraan membelok ke kiri tahanan roda kiri lebih besar dari pada roda kanan. Apabila differensial case berputar bersama ring gear maka pinion akan berputar pada porosnya dan juga bergerak mengelilingi side gear sebelah kiri, sehingga putaran side gear sebelah kanan bertambah, yang mana jumlah putaran side gear satunya adalah 2 kali putaran ring gear.

Hal ini dapat dikatakan bahwa putaran rata-rata kedua roda gigi adalah sebanding dengan putaran ring gear.

#### REFERENSI

Hubungan antara rpm drive wheel dan ring gear dapat diuraikan sebagai berikut :

Rpm ring gear =

$$\frac{\left( \text{Rpm drive wheel kanan} \right) + \left( \text{Rpm drive wheel kiri} \right)}{2}$$

c. Satu roda pada permukaan jalan yang berlumpur.

Bila salah satu roda berada di Lumpur maka akan terjadi slip bila pedal akselerator diinjak. Hal ini disebabkan karena tahanan gesek yang sangat rendah dari permukaan Lumpur.

Keadaan ini akan menyulitkan untuk mengeluarkan roda dari Lumpur karena lebih banyak terjadi slip dari pada bergerak