

Sistem Pemindah Tenaga



Sistem Kopling Kendaraan



Sistem Transmisi Manual



Propeller & Drive Shaft



Unit Final Drive



BUKU PINTAR

SISTEM PEMINDAH TENAGA (S.P.T)



Ahmad Zahrani Azhar

**BUKU PINTAR
SISTEM PEMINDAH TENAGA (SPT)**

Hak cipta ©

Penulis : Ahmad Zahrani Azhar

Pembimbing : Dr. Tawardjono Us, M.Pd

Validator Buku : 1. Noto Widodo, M.Pd (Dosen Ahli Media)
2. Dr. Tawardjono Us, M.Pd (Dosen Ahli Materi)
3. Sukanto, S.Pd (Guru Teknik Kendaraan Ringan)
4. Suharto, S.Pd (Guru Teknik Kendaraan Ringan)

Editor Sampul : Ilham Rabbani

Dilarang keras mengutip, menjiplak, memfotocopy sebagian atau seluruh isi buku ini serta memperjualbelikannya tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit.

**UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 19 TAHUN 2002
TENTANG HAK CIPTA**

Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan penggandaan/memperbanyak, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan maka akan dikenakan pidana, dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik, hidayah serta kenikmatan kepada kita semua. Dan sungguh atas karunia-Nya pula kami dapat menyusun dan menyelesaikan buku Pintar Sistem Pemindah Tenaga ini.

Buku Pintar Sistem Pemindah Tenaga (Buku Pintar SPT) ini, disusun berdasarkan silabus yang dikembangkan dalam kurikulum 2013. Diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum tersebut, yaitu agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains (penerapan scientific), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Tidak lupa pula kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam membantu terselesaikannya buku Pintar SPT ini, Kedua Orang Tua, Bapak/ Ibu Dosen serta teman-teman atas saran dan masukannya. Semoga dengan adanya buku Pintar SPT ini dapat memberi manfaat bagi kami dan harapannya memberi kemudahan siswa dalam membantu proses pembelajaran, yaitu Mata Pelajaran Pemeliharaan Chasis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan pada kelas XI/Semester 2 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Yogyakarta, 14 Maret 2015

Ahmad Zahrani Azhar

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Buku Pintar Sistem Pemindah Tenaga adalah salah satu buku rekomendasi sebagai pegangan siswa yang dikembangkan sebagai sumber belajar siswa dalam program studi teknik kendaraan ringan. Tujuan pengembangan Buku Pintar SPT ini guna memberi kemandirian dan kemudahan bagi siswa dalam mempelajari Mata Pelajaran *Chasis* dan Sistem Pemindah Tenaga. Materi yang dibahas dalam Buku Pintar SPT ini mencakup penjelasan umum tentang sistem pemindah tenaga kendaraan, komponen-komponennya yaitu Kopling, Transmisi manual, *Final Drive* (Gardan) dan Poros Penggerak (*Poros Propeller*) dan Poros/As Roda. beserta fungsi dan cara kerjanya, serta cara memeriksa, memelihara dan memperbaiki setiap komponennya.

B. Petunjuk Penggunaan

Untuk mempermudah penggunaan Buku Pintar SPT, berikut ini petunjuk khusus yang perlu diperhatikan dalam menuntun proses pembelajaran :

1. Pelajari setiap kegiatan belajar secara terurut dari tujuan pembelajaran, uraian materi, rangkuman sampai dengan tahap evaluasi.
2. Buku ini menganut system ketuntasan dalam belajar. Artinya urutan kegiatan belajar harus berurutan seperti yang tertuang dalam buku ini. Hal tersebut dikarenakan Kegiatan Belajar bab 3 dapat terlaksana dengan baik jika Kegiatan Belajar pada bab 2 telah dikuasai, Demikian halnya Kegiatan Belajar pada bab 2 akan dapat dipelajari dengan lancar jika telah menguasai Kegiatan Belajar pada bab 1.
3. Model pembelajaran buku ini menggunakan pendekatan saintifik yang menuntut siswa selalu aktif dalam kegiatan belajar. Untuk itu metode belajar diskusi kelompok, dan metode praktek sering dilakukan dalam kegiatan belajar.

4. Untuk memahami isi materi yang terdapat di dalam setiap sub bab kompetensi, maka kerjakan semua pertanyaan yang diberikan pada setiap akhir kegiatan belajar pada setiap bab kompetensi.

C. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari Buku Pintar Sistem Pemindah Tenaga ini, maka diharapkan siswa dapat :

1. Memahami sistem pemindah tenaga pada kendaraan ringan.
2. Mendeskripsikan fungsi dan cara kerja bagian-bagian dari sistem pemindah tenaga.
3. Mengerti berbagai konstruksi sistem pemindah tenaga dan komponennya serta dmenjelaskan keuntungan dan kerugian dengan berbagai alasannya.
4. Mampu melakukan pembongkaran, perawatan, pemeriksaan/ penggantian, penyetelan dan pemasangan kembali komponen-komponen dari bagian sistem pemindah tenaga.

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Kata Pengantar	iii
Pendahuluan	iv
Daftar Isi	vi
 Bab. 1 Pengantar Sistem Pemindah Tenaga.....	1
 A. Pengertian Sistem Pemindah Tenaga..... B. Bagian-bagian Utama Sistem Pemindah Tenaga C. Unit Sistem Pemindah Tenaga Berdasarkan Penggerak Rodanya..... D. Rangkuman E. Evaluasi.....	2 3 4 6 7
 Bab. 2 Sistem Kopling	8
 A. Pengertian Sistem Kopling Kendaraan B. Jenis-jenis Kopling C. Konstruksi Unit Kopling D. Cara Kerja Kopling..... E. Sistem Pengoperasian Kopling F. Pembongkaran, Pemeriksaan dan Pemasangan Unit Kopling dan Pengoperasiannya G. Rangkuman H. Evaluasi.....	9 9 11 14 16 27 37 38

Bab. 3 Sistem Transmisi Manual.....	40
 A. Pengertian Sistem Transmisi Manual Kendaraan	41
B. Roda Gigi (<i>Gear</i>)	42
C. Transmisi Manual Kendaraan	45
D. Sistem Pengoperasian Transmisi Manual.....	55
E. Pembongkaran, Pemeriksaan dan Pemasangan Transmisi Manual	60
F. Rangkuman	65
G. Evaluasi.....	67
Bab. 4 Poros Penggerak dan Poros Roda (<i>Propeller Shaft dan Drive Shaft</i>).....	69
 A. Pengertian Poros Penggerak dan Poros Roda	70
B. Poros Penggerak (<i>Propeller shaft</i>)	70
C. Cara Kerja Poros Penggerak	76
D. Poros Roda (<i>Drive shaft/Axle shaft</i>).....	78
E. Pembongkaran, Pemeriksaan dan Pemasangan Poros Peng gerak (<i>Propeller Shaft</i>) dan Poros Roda (<i>DriveShaft</i>)	81
F. Rangkuman	93
G. Evaluasi.....	95
Bab. 5 Final Drive (Gardan)	96
 A. Pengertian Gardan (<i>Final Drive</i>)	97
B. Konstruksi Gardan (<i>Final Drive</i>)	97
C. Pembongkaran, Pemeliharaan/ Servis, Perbaikan dan Pemasangan Unit <i>Final Drive</i>	112
D. Rangkuman	125
E. Evaluasi.....	127
Daftar Istilah/Glossary	128
Daftar Pustaka	131
Daftar Riwayat Hidup Penulis.....	133

■ BAB 1

PENGANTAR SISTEM PEMINDAH TENAGA



Sistem Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan adalah salah satu kompetensi pembelajaran di SMK yang akan disampaikan pada kelas XI semester 1. Unsur materinya terdiri atas : Unit Kopling, Transmisi Manual, Poros Penggerak (*Propeller Shaft*) dan *Final Drive* (Gardan) serta Poros/ As Roda.

Tujuan pembelajaran pada bab 1 ini adalah peserta didik memahami sistem pemindah tenaga pada kendaraan yang terdiri dari bagian-bagian utama yaitu unit kopling, unit transmisi manual, unit poros *propeller*, unit *final drive* (gardan) serta poros roda (poros aksel) dan juga dapat menjelaskan keuntungan dan kerugian masing-masing sistem penggerak roda.



Sistem Pemindah Tenaga

A. Pengertian Sistem Pemindah Tenaga

Sistem pemindah tenaga adalah salah satu sistem yang menyokong unit kendaraan yang memiliki fungsi untuk meneruskan putaran/tenaga yang dihasilkan *engine* ke roda-roda penggerak, dan sekaligus mengatur putaran untuk mendapatkan momen putar yang bervariasi.

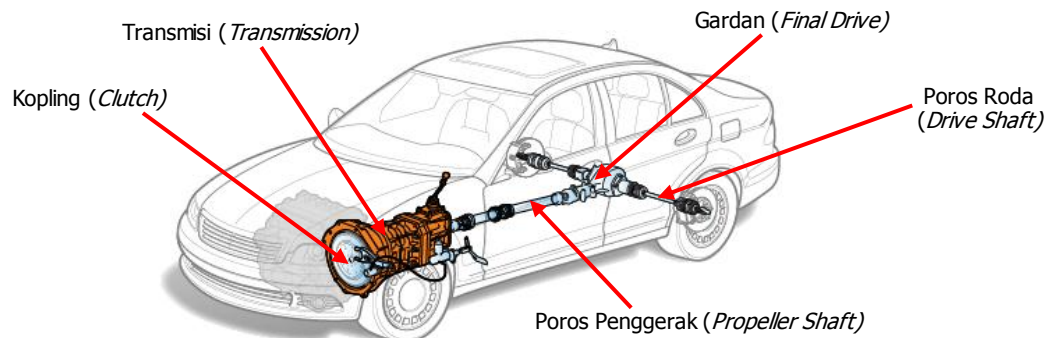
Secara umum jenis kendaraan ditinjau dari sistem pemindah tenaga terbagi menjadi empat jenis, yaitu:

1. Penggerak roda depan motor di depan (*Front wheel drive*)
Front wheel drive adalah kendaraan dengan mesin (*engine*) berada didepan serta sistem penggerak rodanya juga berada di depan.
2. Penggerak roda belakang motor di depan (*Rear wheel drive*)
Rear wheel drive adalah kendaraan dengan mesin (*engine*) berada didepan, sistem penggerak rodanya berada di belakang.
3. Penggerak roda belakang motor di belakang
Penggerak roda belakang motor di belakang adalah kendaraan dengan mesin (*engine*) berada di belakang serta sistem penggerak rodanya juga berada di belakang.
4. Penggerak empat roda (*Four wheel drive/4-WD*)
Four wheel drive adalah kendaraan dengan mesin (*engine*) berada di depan dan menggunakan sistem penggerak empat roda.



B. Bagian-bagian Utama Sistem Pemindah Tenaga

Sistem pemindah tenaga kendaraan terdiri dari beberapa bagian utama untuk menyokong kinerjanya, yaitu sebagai berikut :



Gambar 1.1. Bagian Utama Sistem Pemindah Tenaga

Sumber: <http://repairpal.com/manual-transmission-fluid-change>

Keterangan :

1. Kopling (*Clutch*) : Unit sistem pemindah tenaga yang memiliki fungsi untuk memutus dan menghubungkan putaran/ tenaga dari motor (*Engine*) ke transmisi.
2. Transmisi (*Transmission*) : Unit sistem pemindah tenaga yang berfungsi mengatur perbandingan putaran motor (*Engine*) sehingga menghasilkan momen puntir pada poros penggerak, dan juga mengubah arah putaran apabila kendaraan berjalan mundur.



3. Poros Penggerak (*Propeller Shaft*) : Unit sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk meneruskan putaran/tenaga dari transmisi ke gardan (*differential*).
4. Gardan (*Final Drive*) : $\Rightarrow$ Penggerak sudut (*Final Reduction*), komponen gardan yang berfungsi merubah arah putaran poros penggerak ke arah poros aksel (merubah putaran 90 derajat) dan meningkatkan momen.
 $\Rightarrow$ *Differential*, komponen gardan yang berfungsi menyeimbangkan putaran antara roda kiri dan roda kanan pada saat berbelok.
5. Poros Roda (*Drive Shaft*) : Unit sistem pemindah tenaga yang berfungsi meneruskan putaran dari penggerak aksel ke roda dan sekaligus memikul beban kendaraan.

C. Unit Sistem Pemindah Tenaga Berdasarkan Penggerak Rodanya

1. Penggerak roda belakang motor di depan

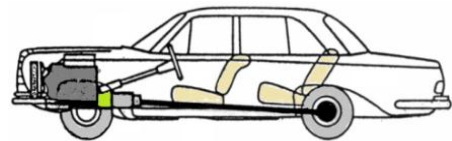
Keuntungan :

- Kenyamanan berkendara di jalan rata/aspal baik, traksi dirasakan pada roda yang dikemudikan.

Kerugian :

- Pada kondisi jalan berlumpur, roda penggerak cepat slip jika tidak cukup beban pada aksel belakang.

Contoh pemakaian : Banyak kendaraan (konstruksi standar).



Gambar 1.2. Penggerak roda belakang motor di depan



2. Penggerak roda depan motor di depan

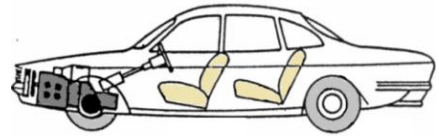
Keuntungan :

- Bentuk mobil dapat dibuat lebih rendah, dan titik berat kendaraan lebih rendah.
- Keamanan tinggi, jika terjadi slip pada roda penggerak, mobil masih bisa stabil.
- Penggerak sudut dan poros propeller tidak diperlukan.

Kerugian :

Traksinya jelek, jika kelebihan beban pada aksel belakang.

Contoh pemakaian : Pada mobil lama (Merupakan konstruksi lama), Misalnya : Pada Mobil Renault



Gambar 1.3. Penggerak roda depan motor di depan

3. Penggerak roda belakang motor di belakang

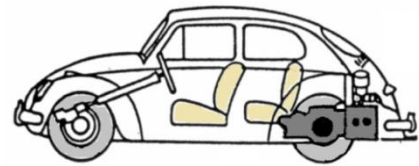
Keuntungan :

- Pada jalan berlumpur traksi baik (traksi pada roda penggerak baik).

Kerugian :

Kenyamanan berkendara di jalan rata/aspal kurang baik. Jika beban kurang pada aksel depan, traksi dirasakan pada roda yang dikemudikan.

Contoh pemakaian : VW kodok (konstruksi lama), Bus Mb.



Gambar 1.4. Penggerak roda belakang motor di belakang



4. Penggerak empat roda (4-WD)

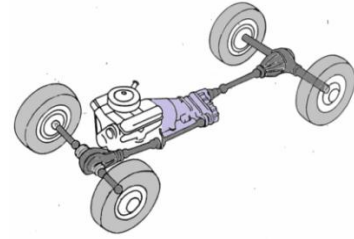
Keuntungan :

- Traksi sangat baik, terutama dalam kondisi jalan berlumpur (digunakan oleh mobil offroad)

Kerugian :

- Menambah beban mobil dan kerumitan mobil
- Harga kendaraan (mobil) relatif lebih mahal dibandingkan dengan model biasa.

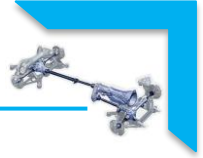
Contoh pemakaian : Kendaraan lapangan, militer, offroad. Misal : Daihatsu Taft, Jeep, dan lain-lain



Gambar 1.5. Penggerak empat roda (4-WD)

D. Rangkuman

1. Sistem pemindah tenaga kendaraan adalah salah satu sistem yang menyokong sebuah kendaraan yang memiliki fungsi untuk meneruskan putaran/tenaga yang dihasilkan oleh motor/engine ke roda penggerak kendaraan.
2. Sistem pemindah tenaga terdiri dari beberapa komponen, yaitu : Unit Kopling, Unit Transmisi, Unit Poros Penggerak (*Propeller Shaft*), dan Garda (*Final Drive*).
 - a. Sistem pemindah tenaga berdasarkan sistem penggerak rodanya, yaitu : Penggerak roda depan motor di depan, penggerak roda belakang motor di depan, penggerak roda belakang motor di belakang, penggerak empat roda (4-WD).



E. Evaluasi

1. Tugas Individu

- a. Bacalah buku-buku, majalah dan artikel-artikel terkait dengan sistem pemindah tenaga sebuah kendaraan !
- b. Buatlah kliping tentang perkembangan sistem pemindah tenaga sebuah kendaraan !
(referensi : Majalah, Koran dan Internet)

2. Tes Akhir Kompetensi Sistem Pemindah Tenaga

- a. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan sistem pemindah tenaga ?
- b. Sebutkan dan jelaskan secara rinci macam-macam komponen sistem pemindah tenaga ?
- c. Sebutkan dan jelaskan perbedaan tiap-tiap kendaraan ditinjau dari sistem pemindah tenaganya ?

■ BAB 2 SISTEM KOPLING



Unit Kopling Kendaraan adalah salah satu komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran tenaga/putaran yang dihasilkan oleh motor/engine hingga sampai ke roda-roda penggerak. Pada materi kopling ini akan dibahas tentang fungsi, konstruksi dan cara kerja kopling serta sistem pengoperasiannya dan juga langkah-langkah pembongkaran, pemeriksaan komponen, penyetelan dan perakitan kembali sesuai dengan standar dunia kerja (sesuai SOP).

Tujuan akhir pembelajaran pada bab 2 ini adalah :

1. Memahami jenis-jenis, prinsip kerja, dan konstruksi unit kopling dan sistem pengoperasiannya.
2. Melakukan pembongkaran, pemeriksaan dan penggantian kerusakan unit kopling dan komponennya dengan prosedur yang tepat.
3. Melakukan pembongkaran, pemeriksaan dan penggantian kerusakan sistem pengoperasian kopling dan komponennya sesuai dengan prosedur yang tepat (SOP).



Sistem Kopling Kendaraan

A. Pengertian Sistem Kopling Kendaraan

Sistem kopling kendaraan adalah salah satu komponen sistem pemindah tenaga yang terletak diantara mesin dan transmisi, fungsinya adalah untuk menghubungkan dan memutuskan tenaga/putaran yang dihasilkan oleh mesin/motor melalui mekanisme penggeraknya sehingga dapat memindahkan tenaga secara perlahan-lahan ke roda-roda penggerak.

Beberapa syarat yang harus dimiliki unit kopling minimal sebagai berikut :

- Harus dapat memutus dan menghubungkan putaran mesin ke transmisi dengan lembut sehingga mendapatkan kenyamanan saat berkendara.
- Harus dapat memindahkan tenaga mesin dengan tanpa slip sehingga daya dan putaran mesin dapat disalurkan secara maksimal.
- Harus dapat memutuskan hubungan dengan sempurna dan cepat.

B. Jenis-jenis Kopling

1. Kopling Gesek

Kopling gesek adalah kopling yang cara kerjanya memindahkan daya/putaran yaitu dengan memanfaatkan gaya gesek yang terjadi pada bidang gesek.

Kopling gesek terdiri dari beberapa jenis, yaitu :

- a. Ditinjau dari bentuk bidang geseknya yaitu terdiri dari kopling piringan dan kopling konis,
- b. Ditinjau dari jumlah plat/piringan yang digunakan yaitu terdiri dari kopling tunggal dan kopling ganda/banyak,



- c. Ditinjau dari media kerjanya yaitu terdiri dari kopling kering dan kopling basah,
- d. Ditinjau dari pegas penekannya yaitu terdiri dari kopling pegas spiral dan kopling pegas diapragma.

2. Kopling Magnet

Kopling magnet adalah kopling yang cara kerjanya memindahkan daya/putaran yaitu dengan memanfaatkan gaya magnet. Magnet yang digunakan adalah magnet *remanent* yang dibangkitkan dengan mengalirkan arus listrik ke dalam sebuah lilitan kawat pada sebuah inti besi. Contoh : Kopling yang digunakan pada kompresor AC.

3. Kopling satu arah (*one way clutch*)

Kopling satu arah adalah kopling otomatis yang memutus dan menghubungkan daya/putaran tergantung pada perbandingan kecepatan putaran sudut yaitu pada poros penggerak (*driving shaft*) dan poros yang digerakkan (*driven shaft*).

4. Kopling Hidrolik

Kopling hidrolik adalah kopling yang cara kerjanya memindahkan daya/putaran yaitu dengan memanfaatkan tenaga hidrolik. Tenaga hidrolik didapat dengan menempatkan cairan/ minyak pada suatu wadah/ mekanisme yang diputar, sehingga cairan akan terlempar/ bersirkulasi oleh adanya gaya sentrifugal akibat putaran sehingga fluida mempunyai tenaga hidrolik. Contoh : Torque converter pada transmisi otomatis.



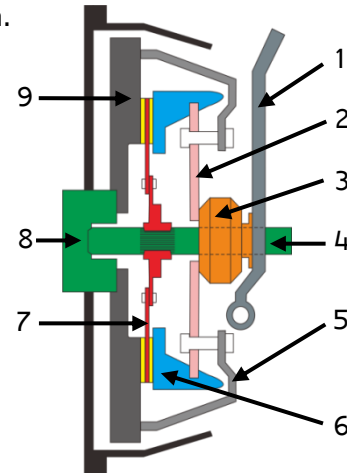
C. Konstruksi Unit Kopling

1. Bagian-bagian Utama Kopling

Contoh : Kopling kering plat tunggal dengan pegas diafragma.

Keterangan :

1. Tuas Pembebas (*Release Fork*)
2. Pegas Diafragma (*Diafragma Spring*)
3. Bantalan Penekan (*Release Bearing*)
4. Poros Kopling/*Input Shaft* (Ke Transmisi)
5. Tutup Kopling (*Clutch Cover*)
6. Plat penekan (*Pressure Plate*)
7. Plat Kopling (*Disc Clutch*)
8. Poros Engkol (*Engine Shaft*)
9. Roda Gaya/Roda Gila (*Fly Wheel*)



Gambar 2.1. Konstruksi Unit Kopling

Penjelasan Komponen Kopling :

1. Tuas Pembebas : Untuk menekan dan membebaskan bantalan penekan sehingga plat kopling dapat terhubung dan terputus.
2. Pegas Diafragma : Untuk menekan dan mengembalikan plat penekan ke posisi semula setelah tuas pembebas di lepas.



3. Bantalan Penekan : Untuk menekan pegas diafragma sehingga plat kopling dapat terbebas.
4. Poros Kopling : Meneruskan putaran motor ke transmisi.
5. Tutup Kopling : Sebagai penutup unit kopling.
6. Plat penekan : Untuk menekan dan membebaskan plat kopling.
7. Plat Kopling : Sebagai penerima dan penerus tenaga motor dari poros engkol ke input shaft transmisi.
8. Poros Engkol : Menghasilkan putaran yang akan disalurkan ke seluruh komponen sistem pemindah tenaga sehingga kendaraan dapat berjalan.
9. Fly wheel/ Roda Gila : Menyimpan putaran yang dihasilkan oleh motor/mesin.

2. Kopling Gesek Yang Digunakan Dikendaraan (Mobil)

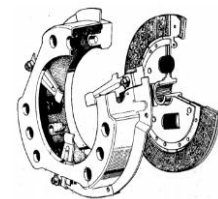
a. Kopling plat tunggal dengan pegas koil

Kopling jenis ini memiliki kelebihan :

- 1) Penekanannya kuat
- 2) Kinerjanya cepat/ spontan, dan banyak digunakan pada kendaraan menengah dan berat yang mengutamakan kekuatan.

Kelemahan kopling jenis ini :

- 1) Konstruksi rumit dan terlalu mahal.
- 2) Penekanan tidak merata jika salah satu lengan penekannya rusak.



Gambar 2.2. Kopling pegas koil

Sumber : <https://otogembel.wordpress.com/2012/08/05/kopling>



b. Kopling plat tunggal dengan pegas diafragma

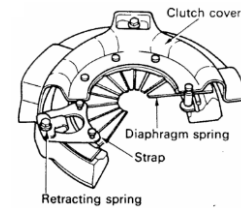
Kopling jenis ini memiliki kelebihan :

- 1) Gaya penekan pada pedal kopling lebih ringan.
- 2) Penekan terhadap plat kopling lebih merata.

Konstruksi ini banyak digunakan dewasa ini.

Kekurangan kopling jenis ini :

- 1) Kontruksinya lebih lemah dibandingkan jenis pegas koil.
- 2) Kurang responsive, banyak digunakan pada kendaraan ringan yang mengutamakan kenyamanan.

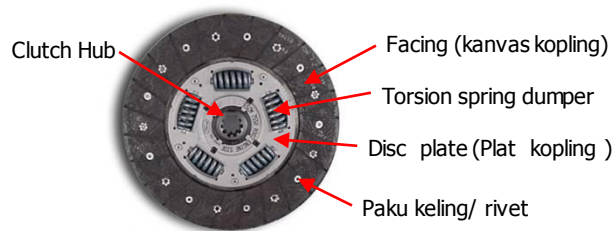


Gambar 2.3. Kopling pegas diafragma

Sumber : <https://otogembel.wordpress.com/2012/08/05/kopling>

3. Plat Kopling (*Disc Clutch*)

Plat kopling adalah komponen unit kopling yang berfungsi menerima dan meneruskan tenaga mesin dari roda penerus dan plat penekan ke input shaft transmisi. Bagian-bagian plat kopling terlihat pada gambar 2.4. di bawah ini.



Gambar 2.4. Bagian plat kopling

Sumber : Modul SPT.OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya

**Penjelasan Komponen Kopling :**

1. Clutch hub : adalah hub kopling yang berfungsi sebagai tempat dudukan poros kopling.
2. Kanvas kopling : adalah kanvas yang terdapat pada unit kopling yang berfungsi untuk memperbesar gesekan.
3. Torsion spring : adalah pegas yang terdapat di plat kopling yang berfungsi untuk meredam dumper getaran atau kejutan.
4. Plat kopling : adalah sebuah plat yang berfungsi sebagai penerima dan penerus tenaga motor dari poros engkol ke input shaft transmisi.
5. Paku keling : adalah sebuah paku yang digunakan pada plat kopling berfungsi untuk mengklem antara plat piringan kopling dengan pegas aksial dan juga untuk memegang antara kanvas kopling dan plat dengan pegas aksial.

D. Cara Kerja Kopling

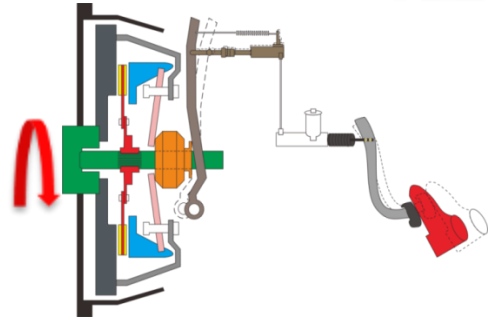
Pemindahan tenaga dari motor/engine melewati kopling hingga sampai ke roda-roda penggerak melalui pegas penekan yang dikontrol oleh pengemudi harus dapat dilakukan secara halus, sehingga kendaraan dapat berjalan sesuai dengan medan yang dilaluinya. Berikut akan dijelaskan cara kerja kopling sesuai dengan kebutuhan, yaitu :

1. Ketika pedal kopling ditekan penuh

Ketika pedal kopling tertekan penuh, tekanan tersebut akan diteruskan melalui mekanisme penggerak yang membuat *release fork* dan *release bearing* mendorong pegas diafragma yang mem-



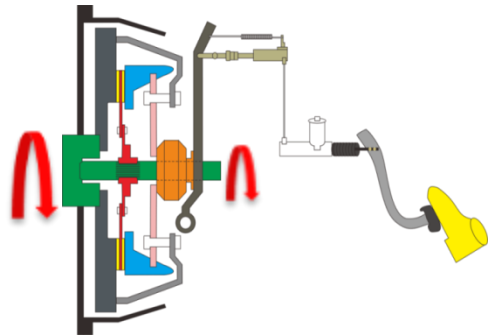
buat plat penekan terangkat sehingga plat kopling tidak mendapatkan tekanan. Dengan demikian tidak terjadi gesekan antara plat kopling dengan *fly wheel* sehingga putaran/tenaga yang dihasilkan oleh mesin tidak dapat diteruskan sampai ke roda-roda penggerak. Proses kerja ini dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini. Contoh : Kopling kering plat tunggal pegas diafragma dengan penggerak hidrolik.



Gambar 2.5. Kopling ditekan penuh

2. Ketika pedal kopling dilepas

Apabila pedal kopling dilepas maka gaya pegas diafragma akan kembali mendorong dengan penuh plat penekan. Plat penekan menghimpit plat kopling ke *fly wheel* dengan kuat sehingga terjadi gesekan kuat dan berputar bersama, dengan demikian putaran dan daya mesin dapat diteruskan sepenuhnya (100%) tanpa terjadi slip. Proses kerja ini dapat dilihat pada gambar 2.6 di bawah ini. Contoh : Kopling kering plat tunggal pegas diafragma dengan penggerak hidrolik.



Gambar 2.6. Kopling dilepas



E. Sistem Pengoperasian Kopling

Sistem pengoperasian kopling adalah sebuah unit mekanisme untuk mengoperasikan kopling yaitu memutus dan menghubungkan putaran dan daya mesin ke unit pemindah daya selanjutnya (transmisi). Secara umum terdapat dua mekanisme penggerak kopling, yaitu : Sistem mekanik dan sistem hidrolik dan pada perkembangan saat ini, pada kendaraan-kendaraan beban menengah dan beban berat menggunakan sistem pneumatik-hidrolik.

1. Sistem pengoperasian kopling tipe mekanik

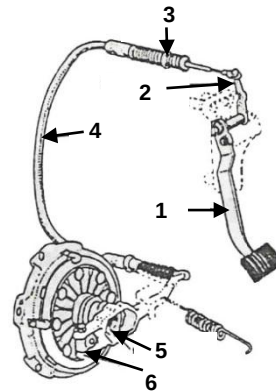
Pengoperasian kopling tipe mekanik adalah sistem pemindahan tenaga secara mekanik menggunakan alat mekanik. Mekanisme yang dipakai dalam pengoperasian kopling tipe ini yaitu :

a. *Cable mechanism* (mekanik kabel)

Mekanik kabel adalah sistem pengoperasian kopling yang menggunakan media sebuah kabel baja untuk meneruskan gerakan pedal ke garpu pembebas. Konstruksi sistem pengoperasian kopling dengan mekanik kabel dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini.

Keuntungan dari mekanisme ini adalah :

- 1) Konstruksinya sederhana,
- 2) Karena sifat kabel yang fleksible maka penempatannya juga fleksible dan tidak memerlukan ruang gerak yang besar.



Keterangan :

- 1) Pedal kopling
- 2) *Releases lever*
- 3) *E-ring*
- 4) *Release cable*
- 5) *Hub*
- 6) *Release fork*

Gambar 2.7. Konstuksi *cable mechanism*

Sumber : Modul SPT OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya



Kerugian dari mekanisme ini adalah :

- 1) Mempunyai kerugian gesek yang besar antara kabel dan selongsongnya, apalagi jika banyak belokan/ tekukan.
- 2) Elastisitas bahan kabel menyebabkan mekanisme ini tidak bekerja dengan spontan dan kurang kuat untuk beban berat.

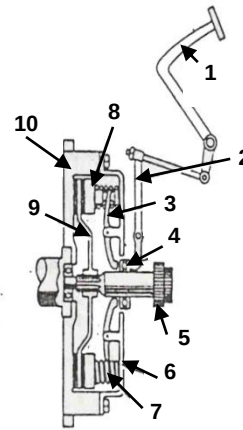
b. Linkage mechanism (mekanik batang)

Mekanik batang adalah sistem pengoperasian kopling yang menggunakan mekanisme batang untuk meneruskan gerakan pedal ke garpu pembebas. Konstruksi sistem pengoperasian kopling dengan mekanik batang dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini.

Keuntungan dari mekanisme ini adalah :

- 1) Elastisitas bahan lebih kecil sehingga kuat
- 2) Spontanitas kerja lebih baik

Kerugian dari mekanisme ini yaitu karena berbentuk batang, maka untuk penempatannya menjadi lebih sulit dan perlu ruang gerak yang lebih besar.



Keterangan :

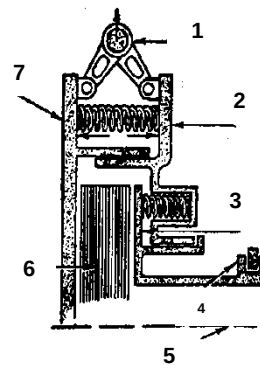
- 1) Pedal kopling
- 2) Release fork
- 3) Pressure lever
- 4) Release bearing
- 5) Input shaft transmisi
- 6) Clutch cover
- 7) Pressure spring
- 8) Pressure plate
- 9) Disc clutch (plat kopling)
- 10) Fly wheel

Gambar 2.8. Konstruksi *linkage mechanism*
Sumber : Modul SPT OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya



c. *Centrifugal mechanism* (mekanik sentrifugal)

Mekanik sentrifugal adalah sistem pengoperasian kopling dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Jika mesin berputar maka bandul sentrifugal akan terlempar keluar oleh gaya sentrifugal, sehingga *centrifugal plate* akan tertarik sehingga menekan plat kopling ke *fly wheel*. Bila putaran mesin berkurang maka intensitas tekanan *centrifugal plate* juga berkurang. Konstruksi sistem pengoperasian kopling dengan mekanisme centrifugal dapat dilihat pada gambar 2.9 di bawah ini.



Keterangan :

- 1) *Weight*
- 2) *Plate centrifugally controlled*
- 3) *Pressure plate*
- 4) *Withdrawal gear*
- 5) *Shaft centreline*
- 6) *Clutch plates*
- 7) *Back plates (fitted to fly wheel)*

Gambar 2.9. Konstruksi mekanisme centrifugal

Sumber : Modul SPT OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya

2. Sistem pengoperasian kopling tipe hidrolis

Pengoperasian kopling tipe hidrolis merupakan sistem pemindah tenaga dengan memanfaatkan cairan fluida/ minyak. Prinsip yang digunakan pada sistem hidrolis ini adalah pengaplikasian **Hukum Pascal**, dimana jika ada fluida dalam ruang tertutup diberi tekanan maka tekanan tersebut akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar. Dengan dibuat adanya perbandingan diameter (luas bidang) pada master cylinder lebih kecil dari release cylinder maka akan didapatkan peningkatan tenaga. Gaya/tenaga dihitung dengan persamaan sebagai berikut :



$$P = Q \times K \times \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

Dimana :

- P = gaya pada release cylinder
 Q = gaya tekan pedal rem
 K = perbandingan tuas pedal kopling
 d₁ = diameter master cylinder
 d₂ = diameter release cylinder

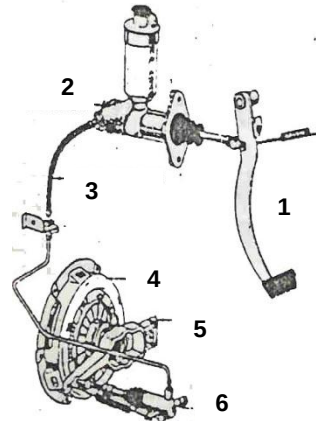
a. Konstruksi sistem pengoperasian kopling tipe hidrolik

Keuntungan dari sistem pengoperasian ini adalah :

- 1) Mampu mengurangi kekurangan yang terdapat pada sistem mekanik,
- 2) Kehilangan tenaga karena gesekan kecil sehingga penekanan pedal kopling lebih ringan,
- 3) Pemindahan tenaga lebih cepat dan sangat baik,
- 4) Penempatannya fleksibel karena fluida dialirkan melalui *flexible hose*.

Kerugian dari mekanisme ini adalah :

- 1) Konstruksi lebih rumit,
- 2) Dapat terjadi kegagalan fungsi jika terdapat udara di dalam sistem.



Keterangan :

- 1) Pedal kopling
- 2) Master cylinder
- 3) Flexible hose
- 4) Clutch cover
- 5) Release fork
- 6) Release cylinder

Gambar 2.10. sistem pengoperasian kopling tipe hidrolik

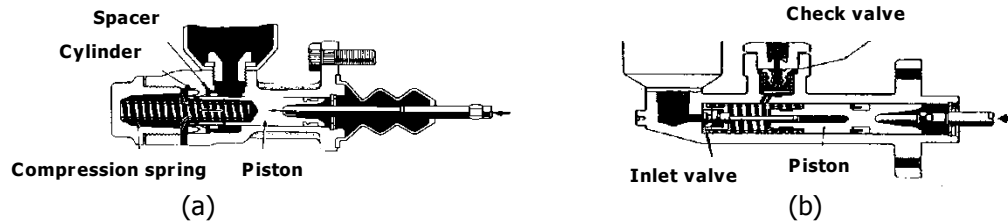
Sumber : Modul SPT OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya



b. Komponen utama sistem pengoperasian kopling tipe hidrolik

1) *Master cylinder*

Master cylinder yang umum digunakan pada sistem pengoperasian kopling tipe hidrolik ada dua, yaitu tipe girling dan tipe portlees.



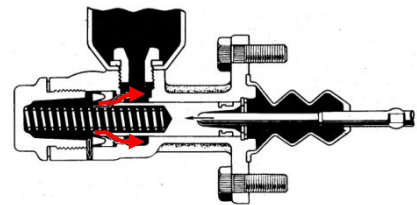
Gambar 2.11. (a) *Master cylinder* tipe girling, dan (b) *Master cylinder* tipe portlees

Sumber : Modul SPT.OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya

Cara kerja *master cylinder* tipe girling :

a) Ketika pedal kopling mulai di tekan

Ketika pedal kopling mulai di tekan, pada saat itu piston mulai bergerak menekan minyak (tekanan minyak ditunjukkan dengan tanda panah merah) di dalam cylinder, tekanan minyak akan mengalir ke reservoir melalui lubang ujung piston, cylinder cup dan spacer, sehingga minyak akan mengalir ke reservoir dan ke release cylinder melalui flexible hose dengan tekanan yang kecil. Cara kerja ini dapat dilihat pada gambar 2.12.



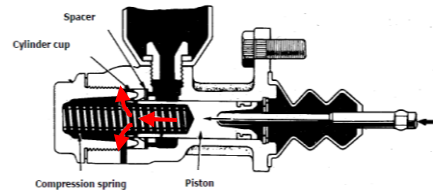
Gambar 2.12. *Master cylinder* ketika pedal kopling mulai di tekan

Sumber : Modul SPT OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya



b) Ketika pedal kopling di tekan lebih dalam

Ketika pedal kopling di tekan lebih dalam, pada saat itu juga piston bergerak lebih maju, maka lubang pada ujung piston akan tertutup oleh adanya tekanan minyak yang menekan spacer (tekanan minyak ditunjukkan dengan tanda panah merah), sehingga tekanan minyak yang ke release cylinder semakin tinggi dan mampu menekan piston release cylinder mendorong push-rod. Cara kerja ini dapat dilihat pada gambar 2.13.

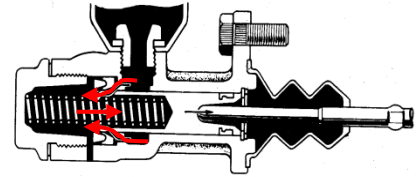


Gambar 2.13. Master cylinder ketika pedal kopling di tekan lebih dalam

Sumber : Modul SPT OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya

c) Ketika pedal kopling dilepas

Ketika pedal kopling dilepas, saat ini juga tekanan pada pedal hilang, maka compression spring akan mendorong piston bergerak mundur, yang menyebabkan kevakuman pada cylinder, sehingga minyak reservoir mengalir ke dalam cylinder (tekanan minyak ditunjukkan dengan tanda panah merah). Pada saat piston telah kembali pada posisi awal, maka minyak dari release cylinder akan mengalir kembali ke reservoir samapai tekanan minyak normal kembali. Cara kerja ini dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. Master cylinder ketika pedal kopling dilepas

Sumber : Modul SPT OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya



2) Release cylinder

Release cylinder yang umum digunakan ada tiga tipe, yakni *adjustable type*, *non adjustable* dan *free adjustable type*.

b) *Adjustable type*

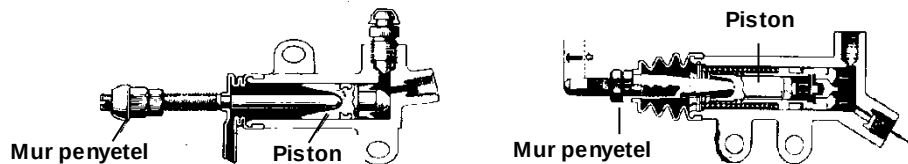
Release cylinder tipe ini untuk menyesuaikan jarak bebas ujung *release fork* dilakukan dengan menyetel mur penyetelnya.

c) *Free adjustable type*

Release cylinder tipe ini tidak memerlukan penyetelan karena penyetelan akan terjadi secara otomatis oleh pegas. Pada tipe ini *release bearing* selalu menempel pada *pressure lever* atau *diaphragm spring*.

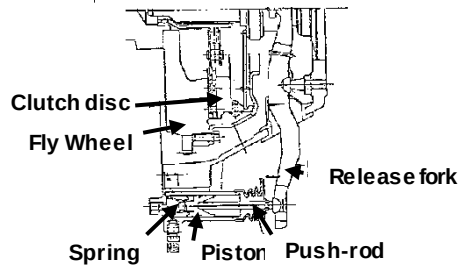
d) *Non adjustable type*

Release cylinder tipe ini merupakan penyempurnaan dari *free adjustable type*, dimana *non-adjustable* ini panjang push rodnya dapat distel sehingga dapat dijaga *release bearing* tidak selalu menempel pada *pressure lever* atau *diaphragm spring*. *Release cylinder adjustable type*, dan *non adjustable* dapat dilihat pada gambar 2.15 dan gambar 2.16 di bawah ini.



Gambar 2.15. Konstuksi *release cylinder adjustable* dan *non-adjustable type*

Sumber : Modul SPT.OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya

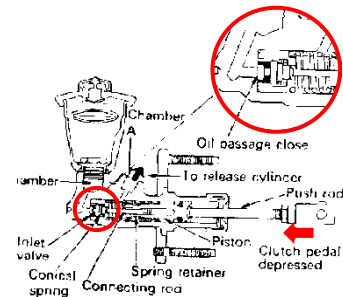


Gambar 2.16. Konstuksi *release cylinder free-adjustable type*

Sumber : Modul SPT.OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya

Cara kerja *Release cylinder tipe portless* adalah sebagai berikut :

Pada saat pedal kopling ditekan, piston bergerak maju dan minyak melalui *valve inlet* mengalir ke *reservoir* dan *release cylinder* dengan tekanan yang rendah/ kecil. Jika pedal terus ditekan maju, gaya yang mempertahankan *conecting rod* akan hilang dan *conecting rod* akan bergerak maju oleh gaya *conical spring*, sehingga *inlet valve* akan menutup, yang mengakibatkan tekanan fluida yang ke *release cylinder* naik. Proses kerja *release cylinder* saat pedal kopling ditekan dapat dilihat pada gambar 2.17.

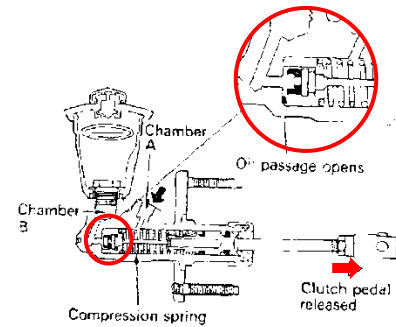


Gambar 2.17. *Release cylinder* ketika pedal kopling di tekan

Sumber : Modul SPT OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya



Bila pedal kopling dibebaskan/dilepas, Piston akan kembali mundur oleh tekanan compression spring, maka tekanan fluida akan turun, sehingga spring retainer akan menarik connecting rod ke arah luar an in-let valve terbuka. Gaya balik conical spring maka minyak dari release cylinder kembali ke master cylinder dan reservoir. Proses kerja *release cylinder* saat pedal kopling ditekan dapat dilihat pada gambar 2.18 di bawah.



Gambar 2.18. *Release cylinder* ketika pedal kopling di bebaskan

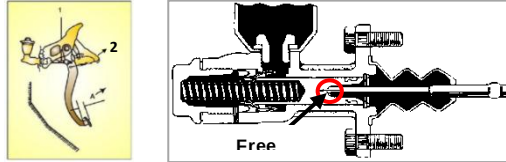
Sumber : Modul SPT OTO 321 - 01 Tentang kopling dan Sistem Pengoperasiannya

c. Kebebasan kopling (*free play*)

Free play adalah kebebasan yang terdapat pada sistem kopling pada saat pedal kopling mulai ditekan samapai dengan release bearing mulai menyentuh diaphragm spring atau pressure lever. Dengan adanya kebebasan kopling maka sistem kopling tidak akan bekerja pada saat kopling tidak ditekan dan tidak lngsung bekerja saat pedal ditekan, tetapi memerlukan beberapa waktu untuk mencapai langkah efektif.

1) Kebebasan master cylinder dan push-rod.

Kebebasan master cylinder dan push-rod merupakan jarak dari ujung push-rod sampai dengan piston pada saat pedal kopling tidak ditekan. Berikut gambar 2.19. kebebasan master cylinder dan push-rod.

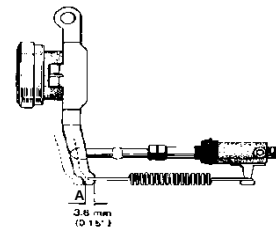


Gambar 2.19. Jarak antara pedal kopling dan rantai mobil
Sumber : Buku pemeliharaan sasis dan pemindah tenaga kendaraan ringan

- Penyetelan : Batang pendorong dapat di putar maju/mundur dan dikunci oleh kedua mur
- Kegunaan : Agar posisi piston *master cylinder* kembali sampai batas ring penahan saat pedal tidak ditekan (bebas)
- Catatan : Jarak bebas batang pendorong terhadap piston *master cylinder* diukur melalui pedal kopling yaitu $\approx 2-3$ mm
Huruf A pada gambar di atas ≈ 20 mm = 2 cm.

2) Kebebasan *release fork*

Kebebasan *release fork* merupakan jarak mulai dari push-rod release cylinder bergerak samapai release bearing menyentuh *diphragm spring* atau *pressure lever*, pada saat pedal kopling bebas.



Gambar 2.20. Kebe-basan *release fork*
Sumber : Buku pemeliharaan sasis dan pemindah tenaga kendaraan ringan



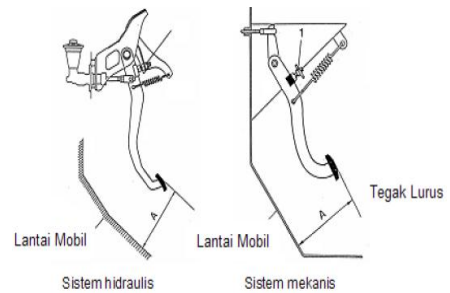
- Penyetelan : Batang pendorong dapat di putar maju/mundur dan dikunci oleh kedua mur
- Kegunaan : Agar bantalan tekan tidak berhubungan dengan *pegas diafragma* maupun pada saat pedal kopling bebas.
- Catatan : Kebebasan *release fork* (tuas pembebas) $\approx 2-3$ mm.

3) Penyetelan tinggi pedal kopling

Ukuran tinggi pedal tidak sama pada semua kendaraan, rekomendasi dengan melihat masing-masing buku manual kendaraan.

Penyetelan : Dilakukan pada baut penyetel, sebagai pembatas langkah balik pada pedal kendaraan.

- Catatan :
- Jika tinggi pedal terlalu tinggi maka penekan terhadap pegas (diafragma) terlalu panjang, akibatnya pegas menjadi bengkok/patah
 - Jika terlalu rendah pembebasan kopling tidak sempurna akibatnya pemindahan gigi sulit dan kanvas cepat mengalami keausan.



Gambar 2.22. Jarak antara pedal kopling dan lantai mobil

Sumber : Buku pemeliharaan sasis dan pemindah tenaga kendaraan ringan



F. Pembongkaran, Pemeriksaan dan Pemasangan Unit Kopling dan Pengoperasiannya

1. Pembongkaran, Pemeriksaan dan Pemasangan Unit Kopling

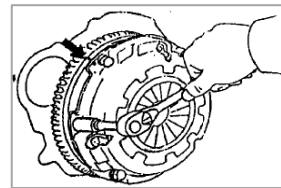
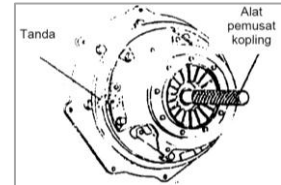
a. Pembongkaran unit kopling

Pada kendaraan, sebelum dapat membongkar unit kopling haruslah terlebih dahulu melepas komponen-komponen lain yang terkait/ menghalangi, antara lain :

- *Release cylinder* unit (dengan pipa tetap terpasang)
- Propeller unit (untuk kendaraan tipe FR atau FWD)
- Unit transmisi dan sistem pemindahannya

Langkah-langkah melepas unit kopling adalah :

- 1) Berilah/ buatlah tanda pada rumah kopling dan *fly wheel*.
- 2) Pasangkan alat pemusat kopling (*center clutch*) atau alat bantu yang lain untuk menahan plat kopling pada tempatnya.
- 3) Kendorkan baut-baut pengikat rumah kopling ke *fly wheel* dengan urutan menyilang secara bertahap dan merata, sampai tekanan tidak ada tekanan pegas.
- 4) Lepaskan baut pengikat satu persatu dan kemudian lepaskan *clutch cover* dan *clutch disc*.



Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain adalah :

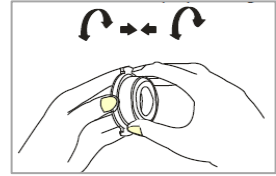
- Lepaskan clutch cover dengan hati-hati jangan sampai clutch disc terjatuh.
- Jagalah kebersihan permukaan clutch disc, pressure plate dan fly wheel. Jangan sampai terkena minyak atau gemuk.
- Bersihkanlah kotoran, debu dan beram-beram yang dapat mengganggu kinerja kopling.

**b. Release Bearing**

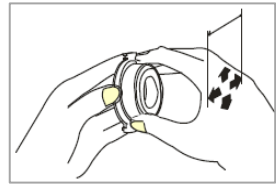
Release bearing merupakan unit bearing tertutup dengan tipe pelumasan permanen, tidak memerlukan pembersihan pada pelumasannya. Pemeriksaan pertama yang dapat dilakukan adalah secara fisual, adalah dengan melihat apakah ada kotoran, luka bekas gesekan/ terbakar, tergores dan atau retak.

Pemeriksaan release bearing dengan cara pengujian kerja sebagai berikut :

- 1) Putar bearing dengan tangan dan berilah tenaga pada arah axial. Jika putaran kasar dan atau terasa ada tahanan sebaiknya ganti.



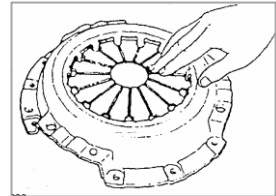
- 2) Tahan hub dan case dengan tangan kemudian gerakkan pada semua arah untuk memastikan *selfcentering system* agar tidak tersangkut. Hub dan casae harus bergerak kira-kira 1 mm. Jika kekocakan berlebihan atau macet sebaiknya diganti dengan yang baru.

**c. Pegas penekan**

Pegas penekan yang dibahas dalam hal ini adalah tipe diafragma spring.

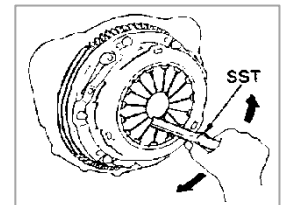
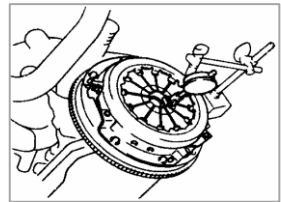
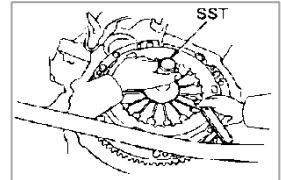
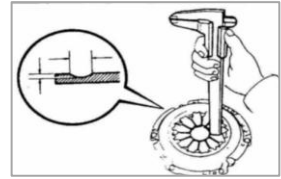
Langkah-langkah pemeriksaannya adalah sebagai berikut :

- 1) Pemeriksaan secara fisual, yaitu dengan melihat apakah ada kotoran, luka bekas gesekan/ terbakar, dan retak. Jika ada kotoran, luka bekas gesekan/ terbakar, tergores hanya sedikit dapat dibersihkan dengan kertas amplas yang halus.





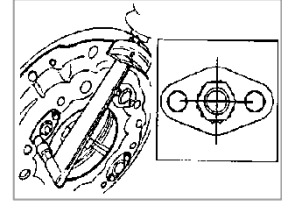
- 2) Lakukan pengukuran kedalaman dan lebar keausan bekas gesekan release bearing. Kedalaman maksimal adalah 0.6 mm dan lebar maksimal 5.0 mm. Jika keausan melebihi spesifikasi ganti dengan yang baru.
- 3) Pemeriksaan dengan bantuan SST dan *Filler gauge*, untuk memeriksa kerataan permukaan ujung pegas diaphragm atau ujung tuas pembebas. Dengan selisih ketidakrataan maksimal 0.5 mm.
- 4) Pemeriksaan dengan dial indikator, yaitu mengukur ketidakrataan permukaan ujung pegas diaphragm atau ujung tuas pembebas. Untuk memudahkan pengukuran pasanglah dial dengan magnetik base pada mesin. Penyimpangan maksimal : 0.5 mm. Pemeriksaan dengan dial indikator dapat dilihat pada gambar 2.36 di bawah.
- 5) Perbaikan/ penyetelan
 - a) Pegas diaphragm
Pada pegas diaphragm lakukan penyetelan ketinggian dan kerataan dengan SST.





b) Tuas pembebas

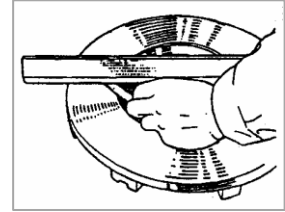
Penyetelan tuas pembebas dilakukan dengan mengatur baut penyetel pada pengikat tuas pembebas dan plat penekan dengan bantuan SST pengukur kerataan. Setelah kerataan tepat, maka kunci dan keraskan mur penahan pengunci.



d. Plat penekan (*pressure plate*)

Pemeriksaan plat penekan dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- 1) Pemeriksaan secara fisual, yaitu dengan melihat adanya kotoran, luka bekas gesekan/ terbakar, dan retak. Jika ada kotoran, luka bekas gesekan/ terbakar, tergores dan itu hanya sedikit dapat dibersihkan dengan kertas amplas yang halus. Jika kerusakannya parah, perbaiki dengan menggunakan mesin bubut atau jika tidak memungkinkan, ganti dengan plat penekan baru.
- 2) Lakukan pengukuran kerataan plat kopling dengan straight edge dan filler gauge. Ketidakrataan max. adalah 0.5 mm.
- 3) Jika ketidakrataannya melebihi spesifikasi, ratakan dengan menggunakan mesin bubut atau ganti dengan plat penekan yang baru.



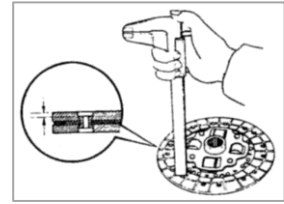
e. Plat kopling (*Disc clutch*)

Pemeriksaan plat penekan dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

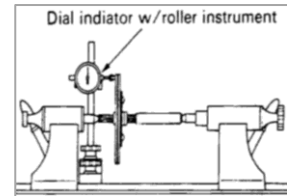
- 1) Pemeriksaan secara fisual yaitu dengan melihat apakah ada kotoran, luka bekas gesekan/ terbakar, tergores dan atau retak. Jika kerusakannya hanya sedikit dapat dibersihkan dengan kertas amplas yang halus. Jika kerusakannya parah, ganti kampas kopling.



- 2) Pemeriksaan dan pengukuran kedalaman paku keling dengan jangka sorong. Batas kedalaman paku keling, minimal 0.3 mm. Jika melebihi spesifikasi, ganti kampas kopling atau ganti dengan plat kopling baru.



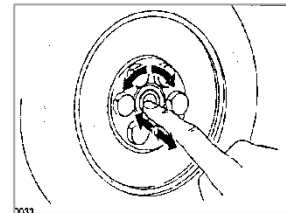
- 3) Pemeriksaan run-out plat kopling. Dengan roller-instrumen (mesin/alat-pemutar) dan dial indikator periksalah run-out plat kopling ! Bila run-out melebihi 0.8 mm, gantilah plat kopling dengan yang baru.



f. Fly wheel

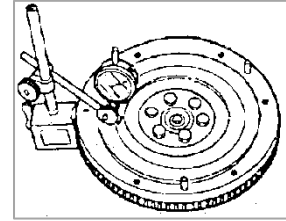
Pemeriksaan plat penekan dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- 1) Pemeriksaan secara fisual, adalah dengan melihat adanya kotoran, luka bekas gesekan/terbakar, tergores dan atau retak pada bidang geseknya. Jika terdapat kerusakan hanya sedikit dapat dibersihkan dengan kertas amplas yang halus atau ganti dengan yang baru.
- 2) Pemeriksaaan keausan gigi-gigi ring gear dari keausan dan kerusakan.
- 3) Pemeriksaan Pilot Bearing. Putarkan bearing dan beri tenaga pada arah axial. Jika putaran kasar dan terdapat kekocakan yang berlebihan, ganti dengan pilot bearing yang baru.





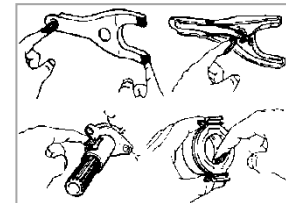
Pemeriksaan/pengukuran run-out fly wheel. Dengan dial indikator periksalah run-out *fly wheel*!. Bila run-out melebihi 0,2 mm, gantilah fly wheel dengan yang baru.



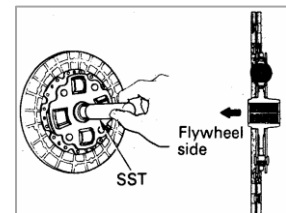
g. Pemasangan unit kopling

Langkah langkah pemasangan merupakan kebalikan dari langkah-langkah pembongkaran, sehingga langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam pemasangan adalah sebagai berikut :

- 1) Beri vet/gemuk sedikit pada bantalan pilot fly wheel, pada busing bantalan pembebas, alur-alur poros transmisi dan juga tempat persinggungan antara garpu pembebas dengan busing.

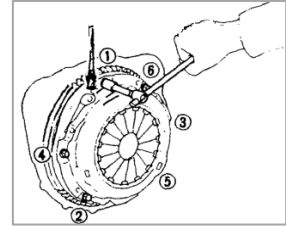


- 2) Perhatikan arah pemasangan plat kopling (bagian menonjol dibelakang)
- 3) Masukkan center clutch pada clutch hub dan atur posisi plat kopling.
- 4) Pasangkan plat kopling pada fly wheel dengan *center clutch* dan atur posisinya supaya tepat di tengah.
- 5) Pasangkan clutch cover unit dengan memperhatikan tanda yang telah dibuat pada saat pembongkaran dan ketepatan knock pin.





- 6) Pasang dan keraskan baut-baut pengikat secara bertahap.
- 7) Keraskan baut pengikat sesuai momen spesifikasi pengencangan yaitu berkisar 195 kg cm atau 19 N-m.
- 8) Setelah unit kopling terpasang dengan baik, pasang *release lever shaft*, *release lever* dan *release bearing* pada dudukannya dan pasang transmisi ke dalam mobil.

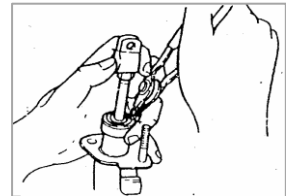
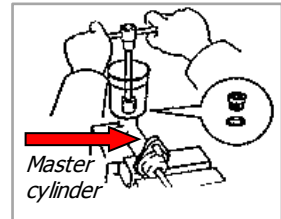


2. Pembongkaran, pemeriksaan dan pemasangan sistem pengoperasian kopling

a. Pembongkaran dan pemeriksaan *master cylinder* kopling

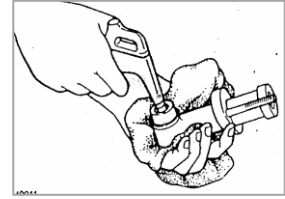
Langkah-langkah membongkar dan memeriksa *master cylinder* :

- 1) Lepas tangki cadangan, dengan Lepas baut pengikat, cincin dan tangki cadangan (recervoir).
- 2) Tekan push rod maju/ ke dalam dan lepaskan snap ring dengan tang snap ring.
- 3) Tarik keluar push-rod

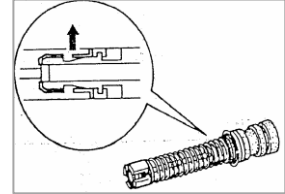




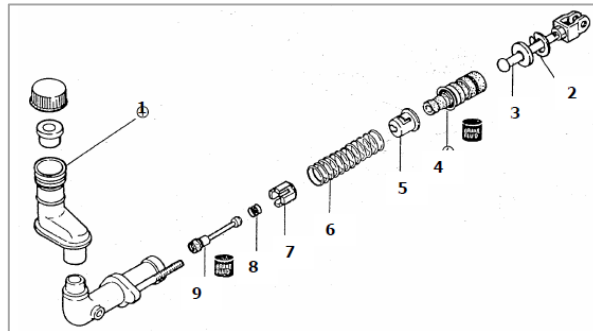
- 4) Keluarkan piston unit dengan udara bertekanan



- 5) Lakukan pembongkaran piston unit dengan meluruskan piston klip,

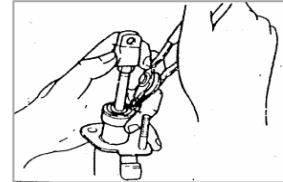
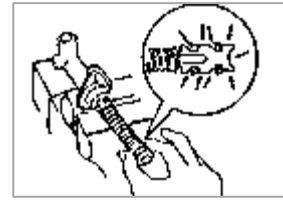


- 6) Lakukan identifikasi dan pemeriksaan komponen-komponen master cylinder kopling hidrolis. Identifikasi komponen *master cylinder* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**b. Prosedur pemasangan *master cylinder* kopling hidrolik**

- 1) Memasukkan piston unit ke dalam silinder master dengan sebelumnya diberikan pelumasan dengan minyak kopling pada silinder, piston dan sealnya,
- 2) Pasangkan push-rod
- 3) Tekan push rod maju/ ke dalam dan pasang snap ring dengan tang snap ring
- 4) Pasang tangki cadangan (*recervoir*), dengan Pasang tangki cadangan dengan cincin dan baut pengikat Momen pengencangan : 25 N.m (250 kg-cm, 1q8 ft-lb).

**c. *Air Bleeding***

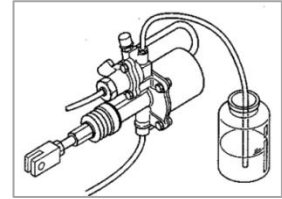
Air bleeding adalah suatu proses yang dilakukan pada mekanisme penggerak kopling tipe hidrolik yaitu ketika terjadi kebocoran pada sistem pengoperasian kopling, ketika penggantian minyak (fluida) dan ketika telah pergantian komponen.



Berikut adalah langkah-langkah **bleeding** sistem kopling kendaraan :

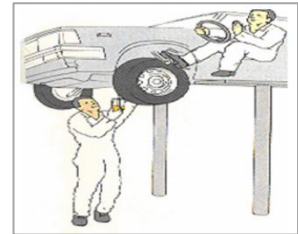
Persiapan : Beberapa hal yang perlu disiapkan dan diperhatikan sebelum melakukan proses bleeding, diantaranya.

- 1) Dongkrak kendaraan di tempat yang rata, serta rem tangan/parkir di fungsikan,
- 2) Memasang fender cover pada kendaraan,
- 3) Dilakukan oleh dua orang,
- 4) Isi reservoir/tangki dengan minyak kopling
- 5) Sambungkan pipa transparan ke katup pembuangan udara yang terdapat pada release cylinder. Terlihat pada gambar di samping.



Cara Bleeding sistem kopling : berikut ini adalah langkah-langkah bleeding minyak kopling

- 1) Salah seorang yang berada di dalam mobil bertugas untuk menginjak pedal kopling 4-5 kali dan orang yang menginjak kopling kemudian menahan sebentar
- 2) Katup pembuangan kopling di buka dan di tutup kembali dengan cepat oleh orang yang berada di luar.
- 3) Ulangi Langkah 1, 2, dan 3 hingga tidak terdapat gelembung udara pada katup pembuangan
- 4) Setelah itu injak pedal kopling dan rasakan apakah sudah nyaman dan lembut
- 5) Jika dirasa sudah pas maka bersihkan semua peralatan yang digunakan.





G. Rangkuman

1. Unit kopling adalah Bagian/komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran tenaga yang dihasilkan oleh engine ke bagian sistem pemindah tenaga lainnya sehingga dapat menggerakkan kendaraan tersebut.
 - a. Jenis-jenis kopling terdiri dari kopling gesek, kopling magnet, kopling satu arah (*one way clutch*), dan kopling hidrolik.
2. Sistem Pengoperasian Kopling
 - a. Sistem pengoperasian kopling tipe mekanik
 - 1) *Cable mechanism* (mekanik kabel)
 - 2) *Linkage mechanism* (mekanik batang)
 - 3) *Centrifugal mechanism* (mekanik sentrifugal)
 - b. Sistem pengoperasian kopling tipe hidrolik
 - 1) Komponen sistem pengoperasian kopling tipe hidrolik terdiri dari : Pedal kopling, *Master cylinder*, *Flexible hose*, *Clutch cover*, *Release fork*, *Release cylinder*
3. Cara kerja kopling tipe hidrolik

Ketika pedal kopling mulai di tekan, pada saat itu piston mulai bergerak menekan minyak, tekanan minyak akan mengalir ke reservoir melalui lubang ujung piston, cylinder cup dan spacer, sehingga minyak akan mengalir ke reservoir dan ke release cylinder melalui flexible hose dengan tekanan yang kecil.



Ketika pedal kopling di tekan lebih dalam, pada saat itu juga piston bergerak lebih maju, maka lubang pada ujung piston akan tertutup oleh adanya tekanan minyak yang menekan spacer, sehingga tekanan minyak yang ke release cylinder semakin tinggi dan mampu menekan piston release cylinder mendorong push-rod.

Ketika pedal kopling dilepas, saat ini juga tekanan pada pedal hilang, maka compression spring akan mendorong piston bergerak mundur, yang menyebabkan kevakuman pada cylinder, sehingga minyak reservoir mengalir ke dalam cylinder. Pada saat piston telah kembali pada posisi awal, maka minyak dari release cylinder akan mengalir kembali ke reservoir samapai tekanan minyak normal kembali.

H. Evaluasi

1. Tugas Individu

- a. Bacalah buku-buku, majalah dan artikel-artikel terkait dengan sistem pemindah tenaga sebuah kendaraan !
- b. Seorang pengemudi memiliki kendaraan menggunakan kopling gesek pegas diafragma dan menggunakan sistem pengoperasian hidrolik, kemudian pengemudi mengeluhkan injakan pedal koplingnya terlalu sedikit. Apa analisis anda dan apa yang perlu anda lakukan untuk mengatasi permasalahan pengemudi tersebut ?



2. Tes Akhir Kompetensi Sistem Pemindah Tenaga

- a. Jelaskan pengertian dan fungsi sistem kopling dalam sebuah kendaraan ?
- b. Sebutkan dan jelaskan komponen-komponen unit kopling gesek ?
- c. Jelaskan cara kerja kopling ketika pedal kopling di tekan dan dilepas oleh pengendara ?
- d. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan :
 - 1) Free play
 - 2) Kebebasan release fork

■ BAB 3

SISTEM TRANSMISI MANUAL



Unit Transmisi Kendaraan adalah salah satu komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan tenaga dari sumber tenaga (mesin) hingga ke roda penggerak. Pada materi transmisi manual ini membahas tentang fungsi, konstruksi dan cara kerja transmisi serta sistem pengoperasiannya dan juga langkah-langkah pembongkaran, pemeriksaan komponen, penyetelan dan perakitan kembali sesuai dengan standar dunia kerja (sesuai SOP).

Tujuan akhir pembelajaran pada bab 3 ini adalah:

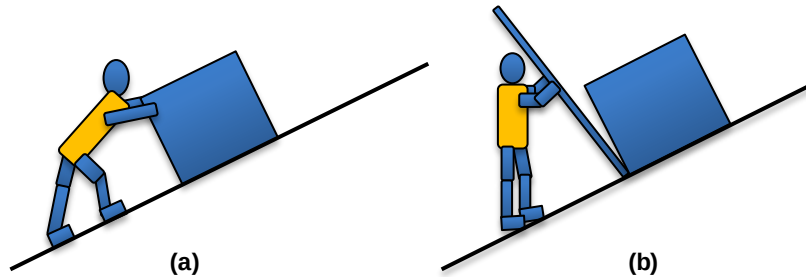
1. Memahami konsep, fungsi dan prinsip kerja transmisi manual dan komponennya
2. Menjelaskan macam-macam transmisi manual dan sistem pengoperasiannya.
3. Memahami proses perawatan dan pemeliharaan transmisi manual dan komponen-komponennya.



Transmisi Manual Kendaraan

A. Pengertian Sistem Transmisi

Proses pemindahan tenaga berawal dari sumber tenaga (*Engine*) ke sistem pemintah tenaga, yaitu setelah mesin masuk ke kopling (*Clutch*) diteruskan ke transmisi (*Gear Box*) ke poros penggerak (*Propeller Shaft*) ke gardan (*Final Drive*) dan penggerak roda. Konsep kerja transmisi manual dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1. Prinsip kerja transmisi manual

Berdasarkan gambar 3.1 tersebut, dapat dilihat perbedaan antara keduanya. Gambar (a) seseorang mendorong kotak ditanjakan secara langsung, sementara gambar (b) menggunakan tongkat pengungkit. Melihat kondisi tersebut, manakah diantara keduanya yang lebih ringan?. "Jawabnya tentu dia yang menggunakan pengungkit", alasannya "disebabkan pada posisi (a) gaya dorong secara langsung, sementara posisi (b) menggunakan transfer momen melalui tongkat. Semakin panjang



lengan, maka tenaga yang dikeluarkan untuk mendorong kotak akan semakin ringan. Konsep dasar di atas kemudian dipergunakan dalam membuat desain transmisi, dimana lengan pengungkit tersebut diterapkan pada diameter roda gigi. Sehingga dapat disimpulkan sistem transmisi kendaraan adalah salah satu komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk mempermudah pengemudi dalam mengatur tingkat kecepatan proses pemindahan tenaga dari sumber tenaga (mesin) hingga ke roda penggerak sehingga kendaraan dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

B. Roda Gigi (*Gear*)

1. Perbandingan Roda Gigi (*Gear Ratio*)

Dasar dari operasi sistem transmisi manual adalah rasio/perbandingan roda gigi (*gears ratio*). Perubahan rasio pada transmisi mengakibatkan perubahan gaya torsi yang dikirimkan ke roda penggerak. Rasio roda gigi (*Gear Ratio*) adalah jumlah putaran yang harus ditempuh roda penggerak (*driving gears*) sebelum *driven gear* berputar satu putaran penuh. Sebagai contoh, jika jumlah gerigi pada *driven gear* adalah 24 buah dan pada *driving gear* 12 buah maka rasio giginya adalah dua banding satu (2:1). Hal ini berarti *driving gear* berputar dua kali untuk setiap satu putaran *driven gear*. Atau dengan kata lain jumlah gerigi *gear* yang diputar berbanding dengan jumlah gerigi *gear* yang memutar. Untuk lebih jelasnya dapat melihat rumus perbandingan *gear ratio* di bawah ini.

$$GR = \frac{\text{Jumlah gerigi } gear \text{ yang diputar}}{\text{jumlah gerigi } gear \text{ yang memutar}}$$



Gambar 3.2. Pasangan dua dan tiga roda gigi

Gear ratio (GR) dua roda gigi :

$$GR = \frac{\sum \text{gigi B}}{\sum \text{gigi A}} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{T_A}{T_B}$$

Kecepatan putar B :

$$n_B = \frac{\sum \text{gigi A}}{\sum \text{gigi B}} \times n_A$$

Gear ratio (GR) dua roda gigi :

$$GR = \frac{\sum \text{gigi B}}{\sum \text{gigi A}} \times \frac{\sum \text{gigi C}}{\sum \text{gigi D}}$$

$$GR = \frac{36}{14} \times \frac{26}{18} = 3,71$$

$$GR = 3,71 : 1$$

Kecepatan putar C :

$$n_C = \frac{14}{36} \times \frac{18}{26} \times n_A$$

$$n_C = 0,26 \times n_A$$

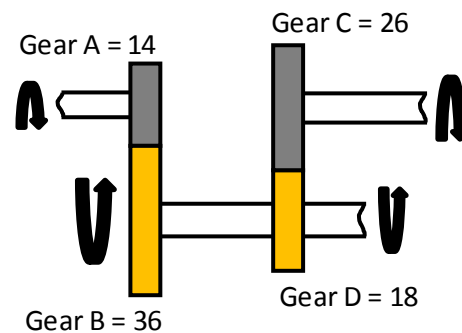
$$n_C = 0,3 \times n_A$$

Gear ratio (GR) dua roda gigi :

$$GR = \frac{\sum \text{gigi B}}{\sum \text{gigi A}} \times \frac{\sum \text{gigi C}}{\sum \text{gigi B}} = \frac{\sum \text{gigi C}}{\sum \text{gigi A}}$$

Kecepatan putar C :

$$n_C = \frac{\sum \text{gigi A}}{\sum \text{gigi B}} \times \frac{\sum \text{gigi B}}{\sum \text{gigi C}} \times n_A = n_C = \frac{\sum \text{gigi A}}{\sum \text{gigi C}} \times n_A$$



Gambar 3.3. Pasangan empat roda gigi



2. Macam-macam Roda Gigi

Di dalam unit transmisi tersusun oleh perbandingan roda-roda gigi yang terbuat dari besi campuran, tujuannya untuk mendapatkan variasi momen dan kecepatan. Roda gigi yang digunakan pada kendaraan ada berbagai macam, antara lain :

a. Roda gigi jenis Spur

Roda gigi jenis ini bentuk giginya lurus sejajar dengan poros, dipergunakan untuk roda gigi geser atau yang bisa digeser. Contoh pemakaiannya pada transmisi tipe Sliding mesh.



Gambar 3.4. Roda gigi spur

Sumber: <http://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/gear2.htm>

b. Roda gigi jenis Helical

Roda gigi jenis ini bentuk giginya miring terhadap poros, dipergunakan untuk roda gigi tetap atau yang tidak bisa digeser. Contoh pemakaiannya pada transmisi tipe Constant mesh dan synchro-mesh.



Gambar 3.5. Roda gigi Helical

Sumber: <http://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/gear2.htm>

c. Roda gigi jenis Double Helical

Roda gigi jenis ini bentuk giginya dobel miring terhadap poros, dipergunakan untuk roda gigi tetap atau yang tidak bisa digeser. Contoh pemakaiannya pada transmisi tipe Constant mesh dan synchro-mesh.



Gambar 3.6. Roda gigi Double Helical

Sumber: <http://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/gear2.htm>



d. Roda gigi jenis Bevel Gear

Mempunyai jalur gigi berbentuk spiral pada bidang kerucut yang sumbunya bersilang. Pemindahan gaya pada permukaan gigi berlangsung secara meluncur dan menggelinding. Contoh pemakaiannya pada roda gigi difrensial mobil.



Gambar 3.7. Roda gigi bevel

Sumber: <http://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/gear2.htm>

e. Roda gigi jenis Epicyclic

Bentuk giginya lurus atau miring terhadap poros, dipergunakan untuk roda gigi yang tidak tetap kedudukan titik porosnya. Contoh pemakaiannya pada transmisi tipe Constant mesh dan Otomatis.



Gambar 3.8. Roda gigi Epicyclic

Sumber: <http://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/gear2.htm>

C. Transmisi Manual Kendaraan

Transmisi manual adalah gabungan dari *gear* atau roda-roda gigi berfungsi memindahkan putaran dan momen poros engkol ke roda-roda penggerak yang diatur secara manual/mekanis.

Beberapa syarat yang harus dimiliki oleh sebuah transmisi, yaitu sebagai berikut.

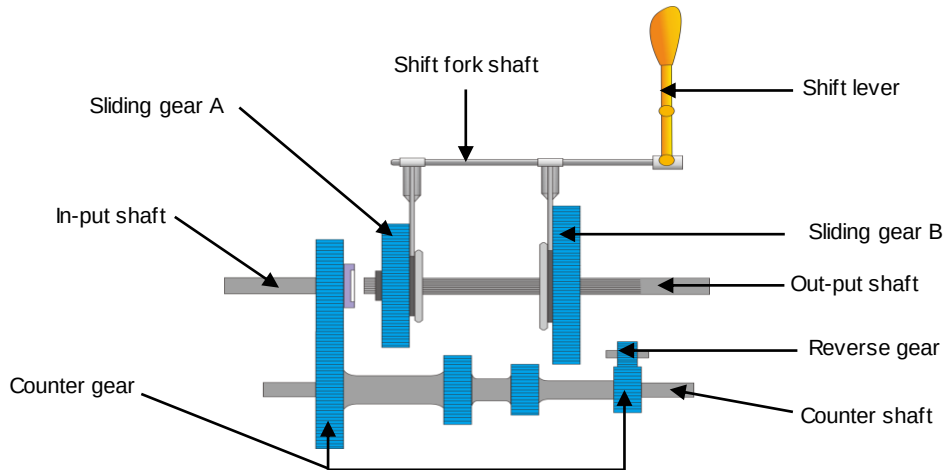
- Dapat menghasilkan tenaga yang besar untuk saat start dan berjalan di tempat yang mendaki
- Mampu menggerakkan roda-roda pada kecepatan tinggi selama pengendaraan kecepatan tinggi (*light-speed driving*).
- Mampu menggerakkan roda-roda pada arah yang berlawanan untuk mundur.



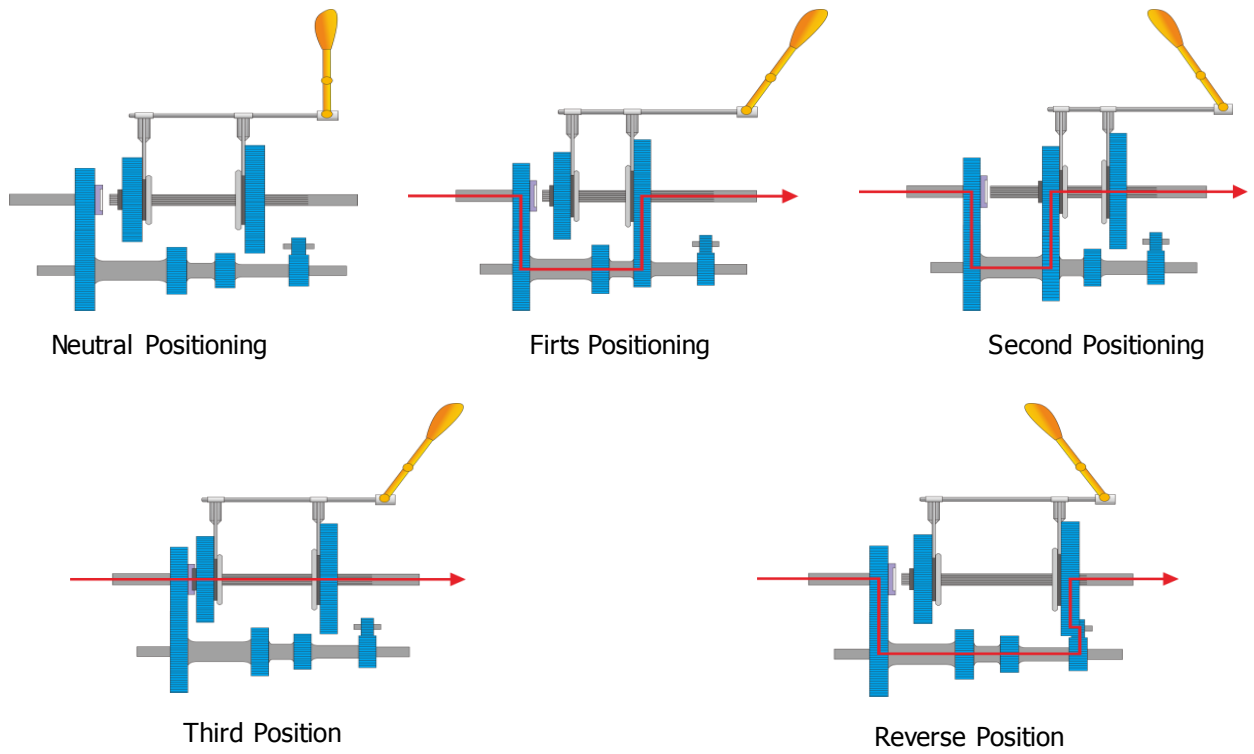
Dalam perkembangannya, transmisi manual terdiri dari beberapa jenis, yaitu

1. Transmisi dengan roda gigi geser (*sliding mesh type*)

Transmisi tipe ini terdapat gear yang dipasang mati pada poros input dan gear yang bergeser/ sliding pada poros output. Gear yang bergeser/ sliding ini akan berhubungan dengan counter gear yang kemudian diperoleh berbagai perbandingan. Berikut konstruksi dan contoh posisi *gear* transmisi sliding mesh tiga kecepatan maju dan satu mundur, terlihat pada gambar 3.9 dan 3.10 di bawah ini.



Gambar 3.9. Transmisi tipe sliding mesh



Gambar 3.10. Aliran tenaga transmisi tipe sliding mesh



Berikut adalah proses kerja roda gigi transmisi, dicontohkan satu set rasio gigi sebagai berikut.

- Gigi rendah (*low gear*)

Gigi rendah (gigi pertama) sebagai contoh mempunyai rasio 4 : 1. Pada kondisi ini, menghasilkan tenaga yang besar, kecepatan rendah akan tetapi gaya torsi yang besar. Pada rasio gigi yang rendah ini efektif untuk melipatgandakan gaya torsi dari poros engkol yang ditransfer ke transmisi.

- Gigi menengah (*intermediate gear*)

Gigi menengah (gigi kedua dan gigi ketiga). Kombinasi yang berbeda dari gaya torsi dan rpm yang dihasilkan tergantung dari arah pemindahan gigi. Pada saat pengemudi memindah gigi dari gigi pertama ke gigi kedua dan ketiga, gaya torsi roda penggerak berkurang tetapi rpm-nya meningkat. Dan sebaliknya pada saat gigi dipindah dari gigi keempat ke gigi ketiga dan kedua, rpm roda penggerak berkurang tapi gaya torsi meningkat.

- Gigi tinggi (*high gear*)

Pada gigi tinggi, rasionya adalah 1:1. Poros output dari transmisi berputar pada rpm (revolution perminute) yang sama dengan poros engkol mesin. Pada kondisi ini tidak terdapat peningkatan atau pelipatgandaan gaya torsi yang dihasilkan oleh mesin, walaupun demikian kendaraan dapat berjalan dengan sangat lebih cepat dibandingkan dengan pada gigi rendah.

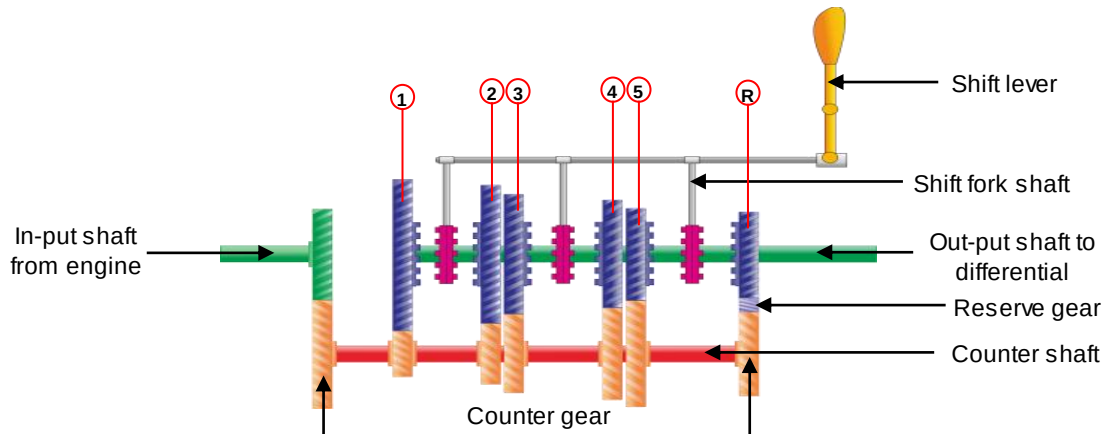
- Gigi mundur (*reverse gear*)

Roda gigi ini memungkinkan kendaraan bergerak mundur dengan aman. Gerakan mundur selalu dalam keadaan rpm rendah dengan torsi tinggi.

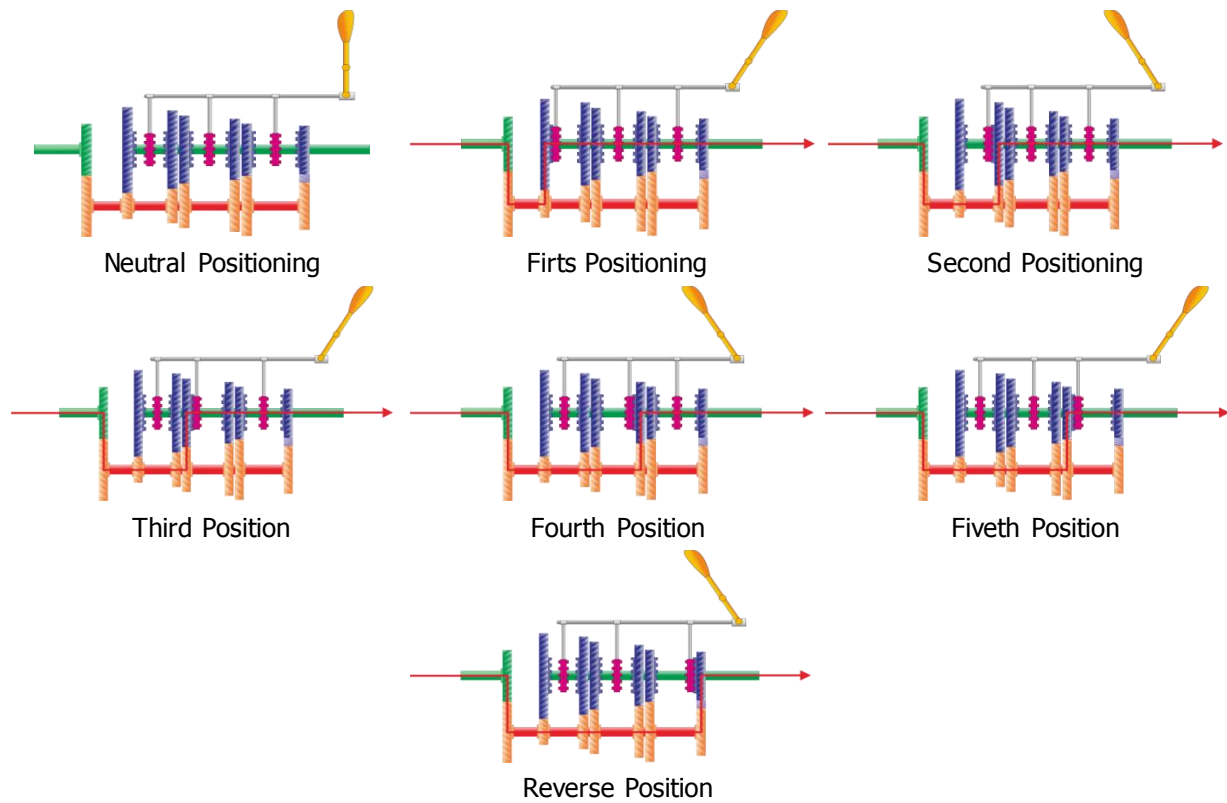


2. Transmisi dengan roda gigi tetap (*constant mesh type*)

Pada tipe constant mesh perkaitan roda giginya tetap atau konstan, tetapi roda gigi percepatannya dipasang bebas terhadap poros out-put. Untuk mendapatkan variasi kecepatan adalah dengan mengunci roda gigi percepatan terhadap poros out-put. Pengunci roda gigi percepatan tersebut dinamakan roda gigi kopling atau *collar*. Bila dibandingkan dengan sliding mesh, constant mesh perkaitannya lebih baik dan tidak menimbulkan kerusakan gigi. Penguncian oleh *collar* gigi kopling masih menggunakan konsep sliding, tetapi karena gigi kopling kecil, maka gaya yang diterima lebih kecil sehingga keausan lebih sedikit. Berikut konstruksi dan contoh posisi *gear* transmisi *constant mesh* lima kecepatan maju dan satu mundur, terlihat pada gambar 3.11 dan 3.12 di bawah ini.



Gambar 3.11. Transmisi tipe constant mesh

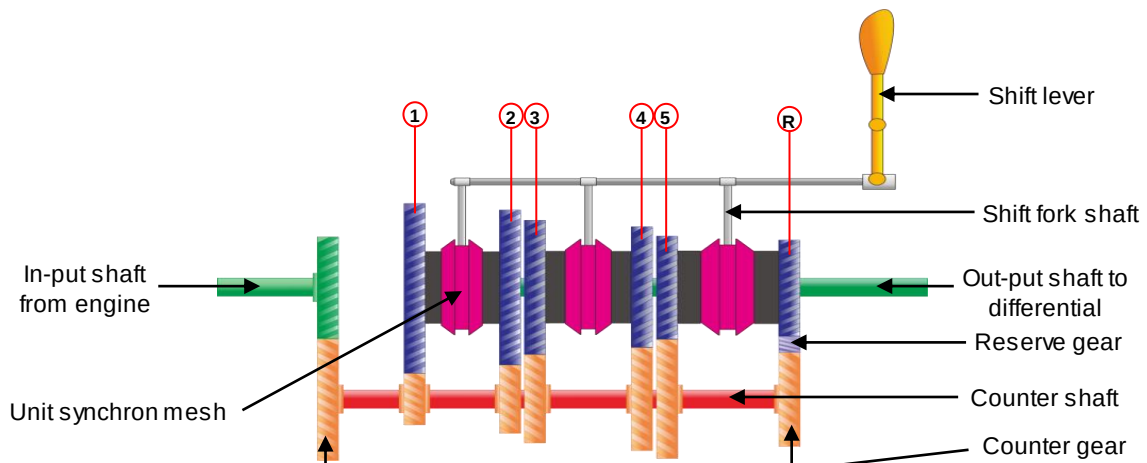


Gambar 3.12. Aliran tenaga transmisi tipe constant mesh

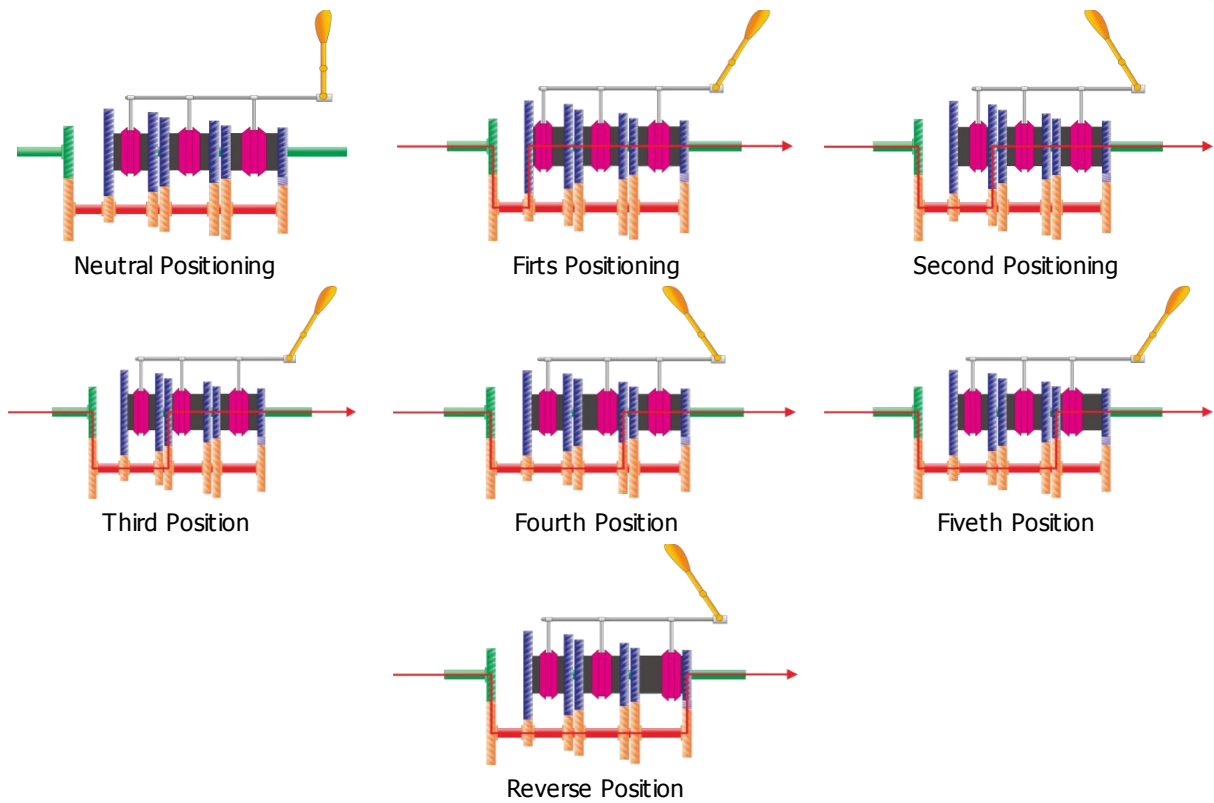


3. Transmisi *synchron mesh*

Pada tipe ini, pemindahan putaran dari main gear ke main shaft digunakan Syncromesh. Perkaitan roda gigi transmisi *synchron mesh* adalah konstan atau tetap, sama dengan transmisi tipe konstan mesh. Untuk memindahkan posisi kecepatan dipergunakan perlengkapan *synchron mesh*, 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. Berikut konstruksi dan contoh posisi *gear* transmisi *synchron mesh* lima kecepatan maju dan satu mundur, terlihat pada gambar 3.13 dan 3.14 di bawah ini.



Gambar 3.13. Transmisi tipe *synchron mesh*



Gambar 3.14. Aliran tenaga transmisi tipe synchron mesh

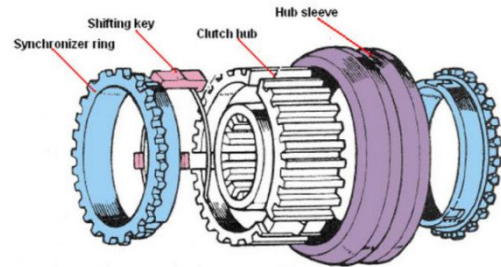


a. Unit *synchron mesh*

Unit *synchron mesh* adalah sebuah komponen pada transmisi tipe *synchron mesh* yang berfungsi menyamakan putaran antara dua roda gigi yang akan disambungkan. Berikut konstruksi unit *synchron mesh* pada gambar 3.15 di bawah ini.

Bagian-bagian utama synchromesh terdiri dari :

- 1) *Synchronizer ring*: Terletak diantara *clutch hub* dan *gog gear* yang berbentuk kerucut, memiliki tiga alur untuk penempatan *shifting key*.
- 2) *Shifting key* : Terpasang pada *clutch hub* dan dipegang oleh *key spring* dan kedua ujungnya masuk ke dalam celah *synchronizer ring*.
- 3) *Shifting key spring* : Ring pegas yang menahan *shifting key* pada bagian dalam.
- 4) *Clutch hub* : Terpasang pada *splain main shaft* dan terdapat tiga buah alur untuk pemasangan *shifting key*.
- 5) *Hub sleeve* : Berkaitan dengan bagian luar (*spline*). Dilengkapi dengan alur bagian luar untuk garpu pengatur (*shift fork*).



Gambar 3.15. Unit *synchron mesh*
 Sumber : <http://otoengine.com/pengertian-transmisi-gear-box/transmisi-synchromesh/>



b. Cara kerja *synchron mesh*

1) Saat mesin pada posisi netral, gigi percepatan juga berputar tetapi main shaft tidak berputar karena terdapat celah antara *blocker ring* dengan *dog gear*.

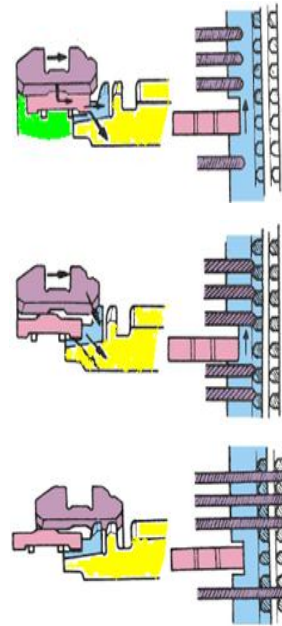
2) Tahap pertama

Hub sleeve mendorong bagian atas *shifting key*, kemudian mendorong *synchronizer ring* hingga berhubungan dengan *dog gear* sehingga *synchronizer ring* ikut berputar.

3) Tahap kedua

Hub sleeve mendorong dengan kuat chamfer dari *blocker ring* dan menekan *dog gear* menyebabkan kecepatan putar dari gigi percepatan sama dengan kecepatan putar *hub sleeve*.

4) *Hub sleeve* terus bergerak ke kanan dan alur-alur pada *hub sleeve* berkaitan dengan *dog gear* pada gigi percepatan.



Gambar 3.16. Proses kerja *synchron mesh*

Sumber : Daihatsu training center



D. Sistem Pengoperasian Transmisi Manual

Sistem pengoperasian transmisi adalah mekanisme pengoperasian transmisi yang berfungsi untuk menyediakan hubungan antara pengemudi dengan bekerjanya transmisi. Atau dengan kata lain sebagai sarana untuk mengendalikan bekerjanya transmisi oleh pengemudi, dengan demikian pengemudi dapat memilih gigi kecepatan yang dianggap sesuai dengan kondisi kecepatan dan beban kendaraan.

Konstruksi pengoperasian transmisi manual terdiri dari tiga macam, yaitu sistem pengoperasian langsung, sistem handel pada pengemudi, dan sistem pengoperasian dengan kabel baja.

1. Macam-macam Pengoperasian Transmisi Manual

a. Sistem pengoperasian langsung (*Direct control*)

Pada tipe ini tuas persnelleng letaknya langsung mendapatkan *shift fork shaft* sehingga mempunyai beberapa keuntungan yaitu : posisi mudah dicari/ dirubah, pemindahan lebih lembut dan mudah serta konstruksinya sederhana. Konstruksi sistem pengoperasian langsung dapat dilihat pada gambar 3.17.



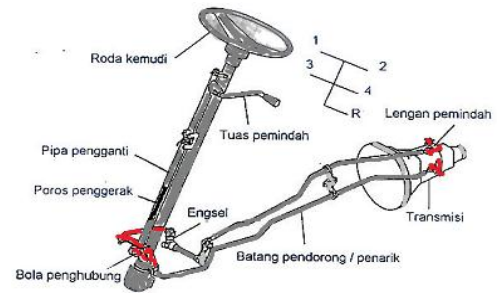
Gambar 3.17. Sistem pengoperasian langsung (*Direct control*)

b. Sistem pengoperasian handel (*Column shift type*)

Pada *column type*, *shift lever* terletak pada *steering column*, digunakan pada kendaraan tipe FR (mesin depan penggerak roda belakang). Sistem ini dipergunakan agar samping peng-



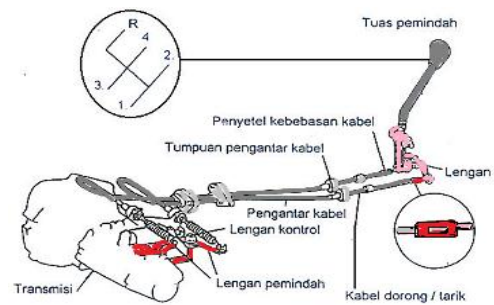
emudi ruangnya dapat dipergunakan untuk tempat duduk. Konstruksi sistem pengoperasian *column shift* dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. Sistem pengoperasian *column shift type*

c. Sistem pengoperasian dengan kabel baja (*Floor shift type*)

Floor shift type, *shift lever* terletak pada lantai, digunakan pada kendaraan FF (mesin depan penggerak roda depan). Untuk mencegah getaran ke tuas pemindah digunakan insulator karet (*rubber insulator*). Sistem pengoperasian ini menggunakan kabel baja elastis untuk menggerakkan garpu pembebas transmisi. Konstruksi sistem pengoperasian *floor shift type* dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19. Sistem pengoperasian *floor shift type*

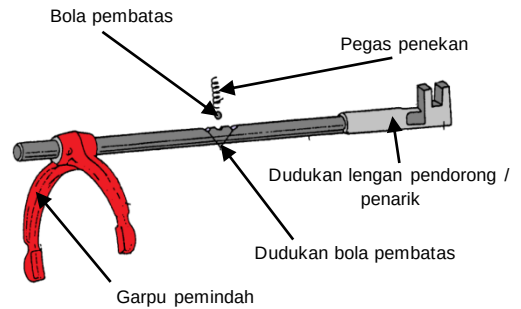


2. Mekanisme Penguncian

Mekanisme penguncian adalah mekanisme penguncian yang terdapat pada pengoperasian transmisi bertujuan untuk menjaga agar posisi tingkat kecepatan tidak berubah dengan sendirinya akibat getaran dan mencegah kemungkinan terjadinya perpindahan dua roda gigi pada waktu bersamaan. Mekanisme ini dinamakan *detent mechanism*, terdiri dari dua jenis, yaitu terdapat pada poros garpu pemindah dan pada alur-alur *hub sleeve*. Mekanisme pencegah terjadinya perpindahan dua posisi bersamaan dinamakan *interlock pin*. Berikut ini konstruksi mekanisme penguncian (*detent mechanism*) pada gambar 3.20.

a. Pada garpu pemindah (*Shift fork shaft*)

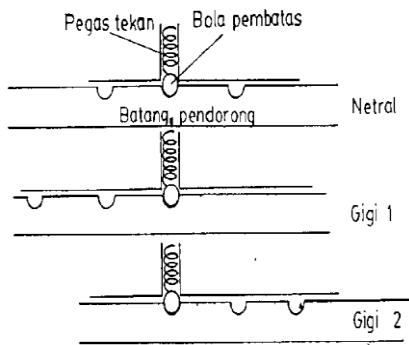
Shift fork shaft mempunyai tiga alur (*notch*) dimana detent ball akan ditekan oleh spring bila transmisi diposisikan masuk gigi. Shift detent mechanism berfungsi untuk mencegah gigi kembali ke netral dan untuk meyakinkan pengemudi bahwa roda gigi telah berkaitan sepenuhnya. Konstruksi dan cara kerja *Detent mechanism* pada garpu pemindah dapat dilihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.20. Detent Mechanism pada posos garpu pemindah

Cara Kerja :

- 1) Lengan pemindah mendorong dan menarik tuas
- 2) Garpu menggerakkan kopling geser pada posisi gigi yang diinginkan
- 3) Pembatas / Pengepas Kopling Geser



Gigi Netral

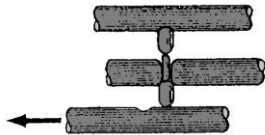
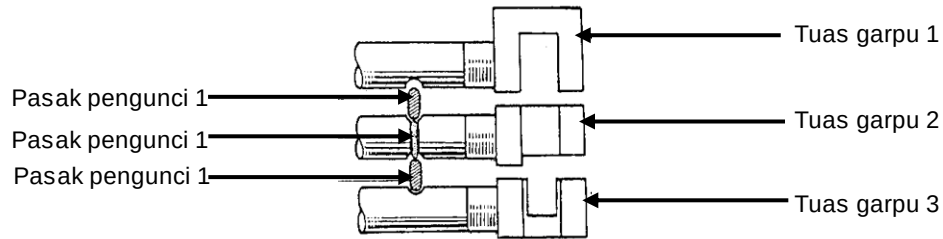
Batang pendorong tidak digerakkan, bola pembebas masih berada di posisi awalnya.

Gigi 1

Batang pendorong digeser ke kiri hingga dudukan bola pembatas dan bola terikat.

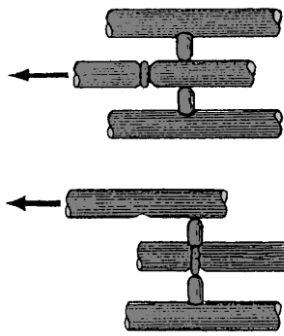
Gigi 2

Batang pendorong digeser ke kanan hingga bola pembatas dan bola terikat.



Menggerakkan tuas garpu 3

- Tuas garpu didorong ke kiri
- Pasak pengunci terdorong ke atas
- Tuas garpu 1 dan 2 tidak dapat didorong / ditarik (terkunci)



Menggerakan tuas garpu 2

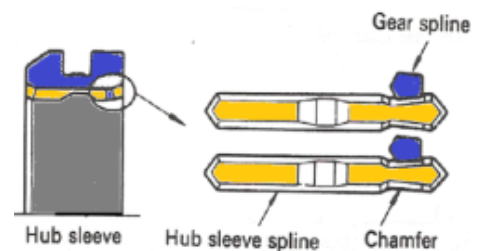
- Tuas garpu 3 kembali netral
- Tuas garpu 2 didorong ke kiri
- Kedua pasak pengunci terdorong keatas dan ke bawah mengunci tuas garpu 1 dan 3

Menggunakan tuas garpu 1

- Tuas garpu 2 kembali netral
- Tuas garpu 1 terdorong ke kiri
- Pasak pengunci terdorong ke bawah
- Tuas garpu 2 dan 3 terkunci

b. Pada *hub sleeve*

Alur-alur pada hub sleeve mempunyai bentuk runcing yang berkaitan dengan teeth dog gear gigi percepatan untuk mencegah gigi loncat. Konstruksi *Detent mechanism* pada *hub sleeve* dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21. Detent Mechanism pada Hub Sleeve



E. Pembongkaran, Pemeriksaan dan Pemasangan Transmisi Manual

1. Pembongkaran

Pada kendaraan, untuk dapat membongkar transmisi terlebih dahulu melepas komponen-komponen lain yang terkait/ menghalangi, antara lain :

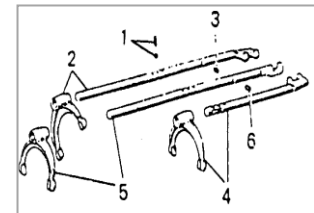
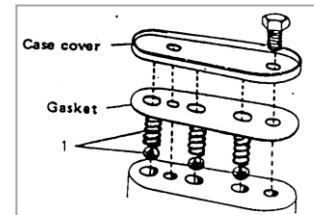
- Release cylinder unit (dengan pipa tetap terpasang)
- Propeller unit (untuk kendaraan tipe FR atau FWD)
- Sistem pengoperasian transmisi

Unit transmisi dapat dilepas/ dibongkar setelah baut-baut pengikat rumah transmisi ke mesin atau bodi dilepas. Setelah transmisi terlepas, dapat dilakukan pembongkaran dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Melepas Garpu – Garpu

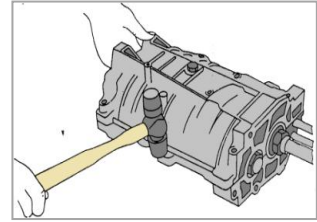
- 1) Lepaskan pegas dan bola penahan
- 2) Tarik tuas garpu satu persatu, mulai dari tuas garpu gigi mundur, tuas garpu gigi 3 dan 4 kemudian terakhir tuas garpu untuk gigi 1 dan 3.

- Ket. : 1. Pegas dan peluru pembatas
 2. Tuas garpu gigi 3 dan 4
 3. Pasak pengunci
 4. Tuas garpu gigi mundur
 5. Tuas garpu gigi 1 dan 2
 6. Lubang alur pasak pengunci

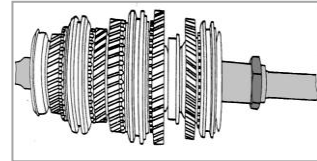




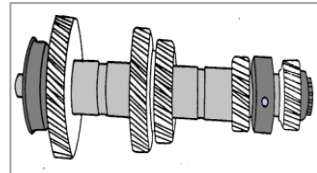
- b. Melepas rumah kopling (1)
- c. Melepas roda gigi sepedo meter (2)
- d. Melepas rumah belakang, dudukan tuas pemindah transmisi (3). Prose pelepasan ini terlihat pada gambar di bawah ini.
- e. Melepas rumah transmisi (Gear box)/(Bila merekat terlalu kuat dapat dipukul perlahan – lahan dengan palu plastik, terlihat pada gambar di samping).



- f. Melepas poros input dan output bersama – sama.

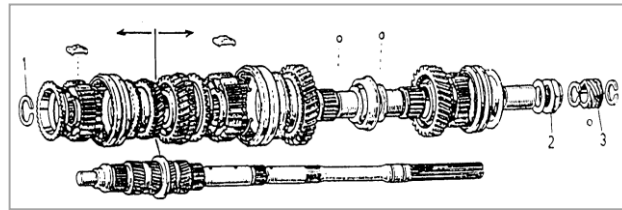


- g. Keluarkan poros bantu (counter shaft)



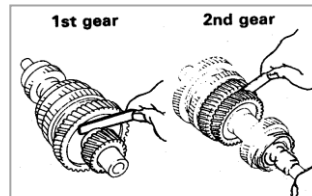
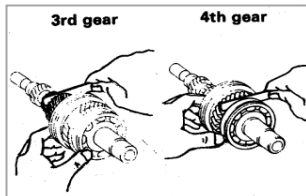
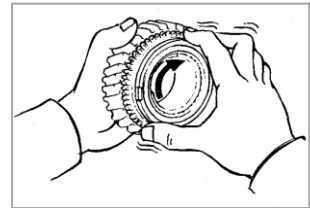


h. Melepas roda – roda gigi



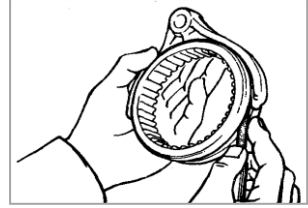
2. Pemeriksaan

- Pemeriksaan bearing poros transmisi dan bearing roda gigi.
- Pemeriksaan dilakukan dengan pengamatan visual untuk mengetahui keausan gigi-gigi transmisi.
- Pemeriksaan synchronizing, Pemeriksaan dengan cara menekan dan memutar synchronizing pada cone guna mengetahui efek pengeremannya.
- Mengukur jarak/ celah antara synchronizing dan teeth dog dengan filler gauge.

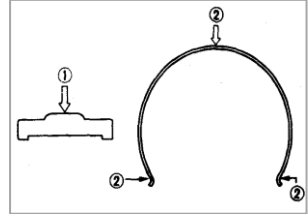




- e. Pemeriksaan celah hub sleeve dan garpu pemindah dengan menggunakan filler gauge/ thickness gauge ukurlah celah antara hub sleeve dengan garpu pemindah. Lakukan juga pemeriksaan secara visual terhadap kerusakan/ keausan pada persinggungan antara garpu dan alur sleeve.



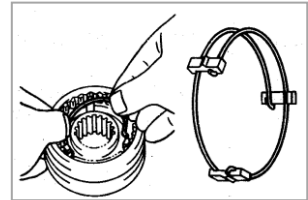
- f. Pemeriksaan *clutch hub*, *hub sleeve*, *shifting key* dan *key spring*. Lakukan pemeriksaan secara visual pada alur-alur bagian dalam (*inner spline*) pada *hub sleeve*, alur-alur hub (*hub spline*), alur persinggungan *synchronizer ring* antara *hub* dan *hub sleeve*, tonjolan tengah *shifting key*, bagian persinggungan *key spring* dengan *shifting key*. Lakukan juga pengujian hubungan *clutch hub* dan *hub sleeve*, dimana hubungan harus lancar tetapi tidak kocak.



Catatan : Jika dalam pemeriksaan-pemeriksaan yang dilakukan didapatkan adanya keausan/ kerusakan maka diperlukan penggantian dengan komponen baru. Batas atau limit keausan komponen dapat dilihat pada buku manual masing-masing kendaraan, karena antar kendaraan belum tentu sama.

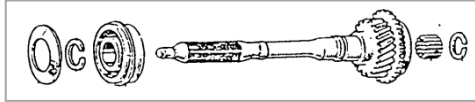
3. Pemasangan

- a. Lakukan instalasi synchromesh unit dengan teliti. Pasangkan clutch hub, shifting key, key spring dan synchronizing ke dalam hub sleeve. Pastikan pemasangan key spring tepat.

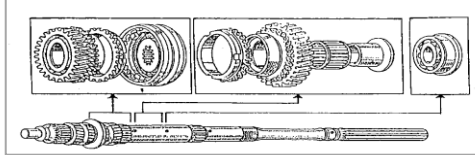




- b. Pasang roda gigi pada poros *in-put shaft*



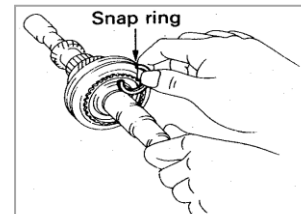
- c. Pasangkan roda gigi pada *out-put shaft* sesuai urutannya.



- d. Pasangkan unit *synchro mesh* dengan bantuan alat press.

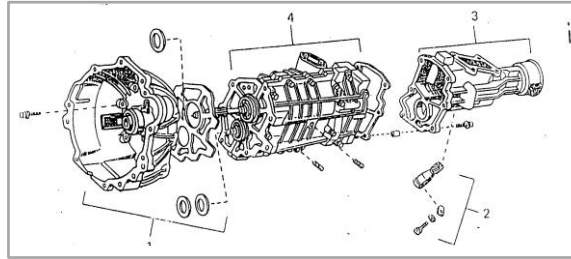


- e. Pasangkan snap ring agar tidak lepas lagi.





- f. Masukkan lagi unit poros dan roda gigi ke dalam bak transmisi
- g. Lakukan pemasangan komponen yang telah dibongkar dengan langkah kebalikan pada waktu membongkar.



F. Rangkuman

1. Unit Transmisi Kendaraan adalah salah satu komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan tenaga dari sumber tenaga (mesin) hingga ke roda penggerak sehingga kendaraan dapat berjalan sesuai yang diinginkan.
2. Rasio roda gigi (*Gear Ratio*) adalah jumlah putaran yang harus ditempuh roda penggerak (*driving gears*) sebelum *driven gear* berputar satu putaran penuh. Sebagai contoh, jika jumlah gerigi pada *driven gear* adalah 24 buah dan pada *driving gear* 12 buah maka rasio giginya adalah dua banding satu (2:1).



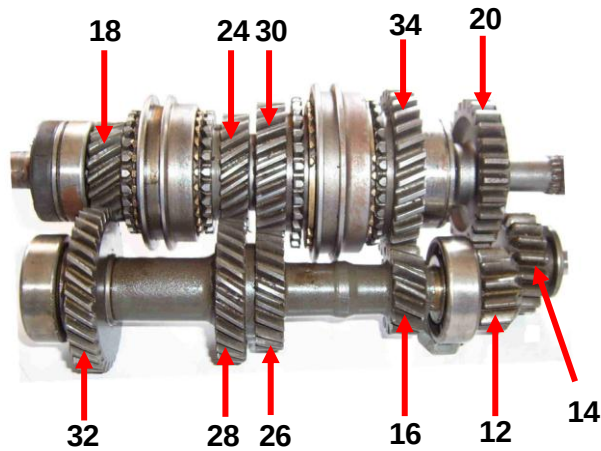
3. Transmisi manual adalah gabungan dari *gear* atau roda-roda gigi berfungsi memindahkan putaran dan momen poros engkol ke roda-roda penggerak yang diatur secara manual/mechanis.

Beberapa syarat yang harus dimiliki oleh sebuah transmisi, yaitu sebagai berikut.

- Dapat menghasilkan tenaga yang besar untuk saat start dan berjalan di tempat yang mendaki.
 - Mampu menggerakkan roda-roda pada kecepatan tinggi selama pengendaraan kecepatan tinggi (*light-speed driving*).
 - Mampu menggerakkan roda pada arah yang berlawanan untuk mundur.
4. Transmisi manual terdiri dari beberapa jenis, yaitu Transmisi dengan roda gigi geser (*sliding mesh type*), transmisi dengan roda gigi tetap (*constant mesh type*), dan transmisi *synchron mesh*
 5. Sistem pengoperasian transmisi adalah mekanisme pengoperasian transmisi untuk menghubungkan antara pengemudi dengan bekerjanya transmisi.
Macam-macam Pengoperasian Transmisi Manual, yaitu Sistem pengoperasian langsung sistem pengoperasian handel, dan sistem pengoperasian dengan kabel baja.
 6. Mekanisme Penguncian adalah sebuah mekanisme yang terdapat pada pengoperasian transmisi bertujuan untuk menjaga agar posisi tingkat kecepatan tidak berubah akibat getaran dan mencegah terjadinya perpindahan dua roda gigi pada waktu bersamaan.

**G. Evaluasi****1. Tugas Individu**

- a. Lakukan perhitungan *gear ratio* pada setiap gigi percepatan, yaitu gigi percepatan 1, gigi percepatan 2, gigi percepatan 3 dan gigi mundur dalam gambar di bawah ini :

**2. Tes Akhir Kompetensi Sistem Pemindah Tenaga**

- a. Jelaskan pengeritan dan fungsi sistem transmisi kendaraan dalam sistem pemindah tenaga kendaraan ?
- b. Sebutkan dan jelaskan macam-macam jenis transmisi manual ?



c. Gambarlah aliran tenaga pada gambar transmisi manual di bawah ini ?

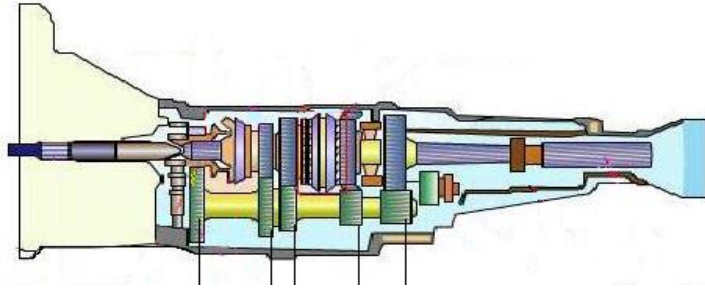


Diagram Posisi Gigi Percepatan

Posisi 1	
Posisi 2	
Posisi 3	
Posisi 4	
Gigi Mundur	

■ BAB 4

POROS PENGGERAK & POROS RODA (PROPELLER SHAFT & DRIVE SHAFT)



Unit poros penggerak dan poros roda (*propeller shaft* dan *drive shaft*) adalah komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk meneruskan putaran/ tenaga dari transmisi ke roda-roda sehingga kendaraan dapat bergerak. Materi poros penggerak dan poros roda membahas tentang fungsi, konstruksi poros penggerak dan poros roda yang digunakan pada kendaraan serta melatih cara pemeriksaan fungsi, pembongkaran, pemeriksaan komponen-komponen, perakitan dan penyetelan sesuai dengan standar dunia kerja (sesuai SOP).

Tujuan akhir pembelajaran pada bab 4 ini adalah:

1. Memahami jenis-jenis, prinsip kerja, dan konstruksi unit poros penggerak dan poros roda (*propeller shaft* dan *drive shaft*) dengan baik.
2. Melakukan pemeliharaan/ servis, pembongkaran, pemeriksaan dan penggantian kerusakan unit poros penggerak dan poros roda (*propeller shaft* dan *drive shaft*) dengan prosedur yang tepat (SOP).



Unit Poros Penggerak dan Poros Roda

A. Pengertian Poros Penggerak Dan Poros Roda

Poros penggerak (*propeller shaft*), atau dikenal dengan istilah poros propeller adalah sebuah poros yang berfungsi meneruskan putaran dari transmisi ke gardan (poros roda belakang). Karena kondisi jalan yang tidak selalu rata, maka poros roda belakang akan bergerak naik dan turun oleh kerja dari suspensi di roda belakang tersebut. Dengan demikian poros propeller tidak hanya meneruskan putaran, tapi harus mampu mengikuti gerak dari poros roda belakang yang naik dan turun.

Poros penggerak roda (*Drive shaft atau axle shaft*) adalah poros pemutar roda-roda penggerak yang berfungsi meneruskan tenaga gerak dari differential ke roda-roda. *Axle shaft* pada kendaraan dibedakan menjadi dua yakni *front axle shaft* (poros penggerak roda depan) dan *rear axle shaft* (poros penggerak roda belakang). Pada kendaraan FF, *front axle shaft* sebagai *driving axle shaft*, sedangkan pada kendaraan tipe FR, *rear axle shaft* sebagai *driving axle shaft*. Pada kendaraan 4WD atau AWD, *front axle shaft* maupun *rear axle shaft* sebagai *driving axle shaft*.

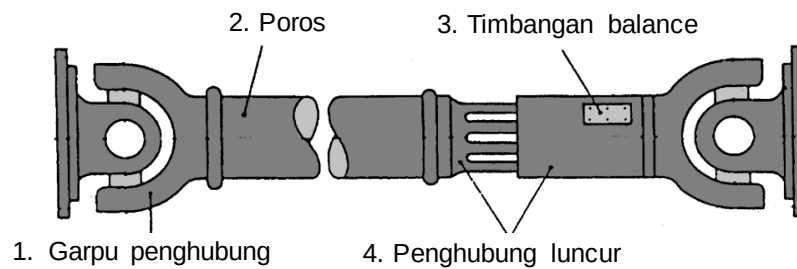
B. Poros Penggerak (*Propeller Shaft*)

Pada kendaraan tipe FR (*front engine rear drive*) dan FWD/AWD (*four wheel drive*), untuk memindahkan tenaga mesin dari transmisi ke differential, diperlukan *propeller shaft*. Panjang pendeknya propeller shaft tergantung dari panjang kendaraan. Pada kendaraan yang panjang, propeller dibagi menjadi beberapa bagian untuk menjamin supaya tetap dapat bekerja dengan baik. Suspensi kendaraan mengakibatkan posisi differential selalu berubah-ubah terhadap transmisi,



sehingga propeller harus dapat menyesuaikan perubahan sudut dan perubahan jarak, agar tetap mampu meneruskan putaran dengan lancar.

1. Konstruksi propeller shaft



Gambar 4.1. Konstruksi propeller shaft

Keterangan :

- | | |
|----------------------|--|
| 1. Garpu penghubung | Bentuk garpu dan berlubang sebagai kedudukan/tumpuan penghubung salib. |
| 2. Poros | Bentuk pipa dengan maksud mengurangi berat tetapi tidak mengurangi kekuatannya. |
| 3. Timbangan balance | Bentuk plat yang dilas titik terhadap poros propeller untuk menghindari gaya sentrifugal. |
| 4. Penghubung luncur | Bentuk pejal dan pipa yang terhubung melalui alur-alur dan dapat bergeser sepanjang alur tersebut. |



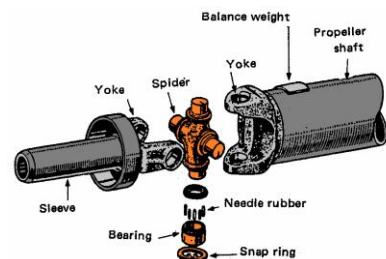
2. U-joint (*Universal Joint*)

Kondisi jalan mempengaruhi kerja suspensi dan berakibat pada posisi differential selalu berubah-ubah terhadap transmisi. Universal joint dipakai untuk mengatasi kondisi tersebut agar poros selalu dapat berputar dengan lancar, sehingga *universal joint* harus mempunyai syarat : dapat mengurangi resiko kerusakan propeller saat poros bergerak naik/ turun, tidak berisik atau berputar dengan lembut, konstruksinya sederhana dan tidak mudah rusak.

Dilihat dari konstruksinya, universal joint dibagi dalam beberapa jenis, yaitu :

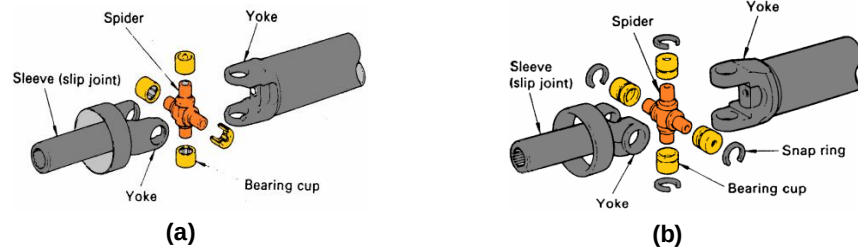
a. Penghubung salip tunggal (*Hook Joint*)

Pada umumnya poros propeller menggunakan konstruksi tipe ini, karena selain konstruksinya yang sederhana tipe ini juga berfungsi secara akurat dan konstan. Kemampuan sudutnya meneruskan tenaga/putaran pada sudut 15° . Konstruksi *hook joint* dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Konstruksi propeller shaft

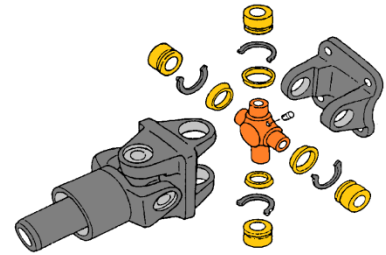
Ada dua tipe hook joint yaitu *shell bearing cup type* dan *solid bearing cup type*. Pada tipe *shell bearing cup universal joint* tidak bisa dibongkar (a) sedangkan pada tipe *solid bearing cup* bisa dibongkar (b). Ilustrasi konstruksi kedua tipe universal joint tersebut dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3. Konstruksi *shell bearing cup* dan *solid bearing cup*

b. Penghubung salib ganda

Penghubung salib ganda ini banyak digunakan pada poros depan kendaraan berat penggerak empat roda dan penghubung tenaga/putaran dari traktor ke peralatan lain, tidak digunakan pada kendaraan umum karena konstruksi besar dan terlalu berat. Tipe ini juga berfungsi secara akurat dan stabil. Kemampuan sudutnya meneruskan tenaga/putaran pada sudut $30-45^{\circ}$. Konstruksi penghubung ini dapat dilihat pada gambar 4.4.



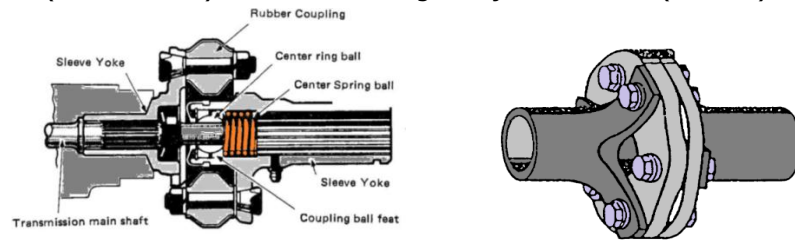
Gambar 4.4. Konstruksi penghubung salib ganda

c. Flexible Joint

Konstruksi dari universal joint model flexible joint dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini, digunakan pada Pada suspensi independen Pada aksel rigid depan dengan



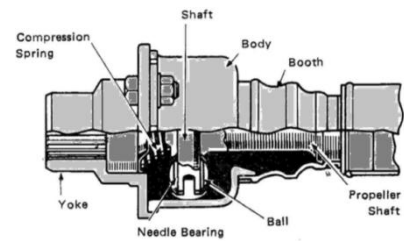
penggerak roda (4 wheel drive). Kemampuan sudutnya meneruskan tenaga/putaran pada sudut maksimal 50° (rata-rata 30°) dan memiliki fungsi kerja lebih stabil (konstan).



Gambar 4.5. Konstruksi flexible joint

d. Trunion Joint

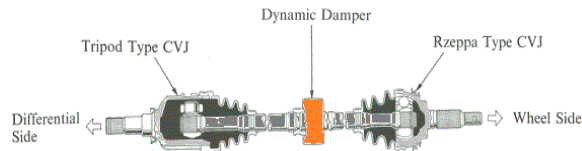
Model ini berusaha menggabungkan tipe hook joint dan slip joint, namun hasilnya masih dibawah slip joint sendiri, sehingga jarang digunakan. Konstruksinya dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Konstruksi Trunion joint

e. Uniform Velocity Joint

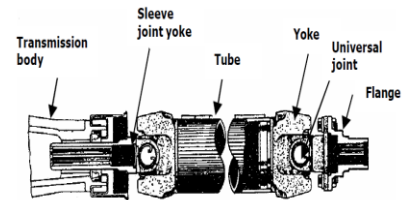
Model ini dapat membuat kecepatan sudut yang lebih baik, sehingga dapat mengurangi getaran dan suara bising. Konstruksinya dapat dilihat pada gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.7. Konstruksi Velocity joint

f. Slip Joint

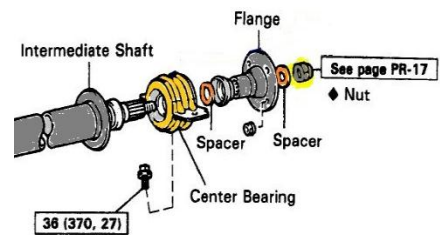
Bagian ujung propeller yang dihubungkan dengan poros out-put transmisi terdapat alur-alur untuk pemasangan *slip joint*. Hal ini memungkinkan panjangnya *propeller shaft* sesuai dengan jarak out-put transmisi dengan differential. Konstruksinya dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. Konstruksi Slip joint

3. Center Bearing

Center bearing merupakan unit yang dipasang pada ujung propeller shaft depan (intermediate shaft) dan menempel pada body melalui bracket. Center bearing berfungsi sebagai tumpuan antara pada poros propeller yang panjang (3-joint type) untuk mengurangi kemungkinan poros propeller melengkung/bengkok, untuk meredam bunyi dan getaran pada saat propeller shaft bekerja. Konstruksi *center bearing* dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9. Konstruksi Center bearing

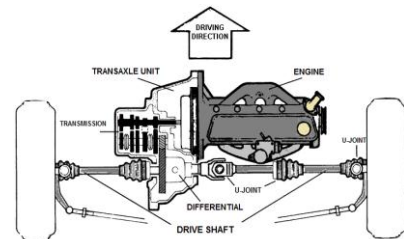


C. Cara Kerja Poros Penggerak (*Propeller Shaft*)

1. Kendaraan Dengan Mesin Depan, Penggerak Roda Depan

Kendaraan dengan penggerak roda depan tidak memiliki batang penggerak (propeller). Melainkan kendaraan ini memiliki sebuah transaxle yang terdiri dari : Kopling, Transmisi, Batang deferensial depan (atau setengah batang), Bantalan batang dan Sambungan universal kecepatan konstan. Transaxle dibautkan pada mesin, batang half mengirimkan gaya putar dari mesin dan transmisi ke roda. Sambungan universal kecepatan konstan dipasangkan pada ujung bagian dalam masing-masing poros. Untuk sambungan kecepatan konstan (KK) memungkinkan batang penggerak melakukan putara dengan sudut yang kecil dan perubahan panjang sesuai gerakan roda mengikuti permukaan jalan.

Sambungan kecepatan konstan berikutnya pada transmisi pada sambungan inboard (sambungan pluge) sambungan ini menggunakan bantalan roll pada ujung batang diteruskan melalui sambungan le "plunge" saat panjang batang berubah. Sambungan kecepatan konstan ini membawa gaya putar dari mesin dan transmisi ke roda yang bersentuhan dengan jalan. Dan juga meneruskan gerakan kemudi sebaik mungkin pada gerakan kendaraan naik atau turun. Berikut konstruksi transaxle dapat dilihat pada gambar 4.10.



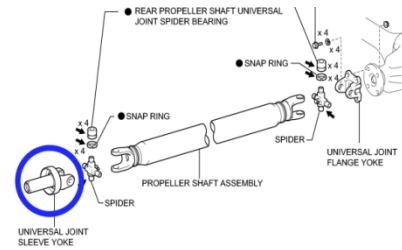
Gambar 4.10. Poros penggerak dari penggerak roda depan

2. Kendaraan Dengan Mesin Didepan, Penggerak Roda Belakang

Gaya putar atau gerakan dari batang output transmisi ke sumbu belakang dilakukan pada batang penggerak (batang propeller atau batang tail). Sumbu batang kendaraan bergerak naik atau-



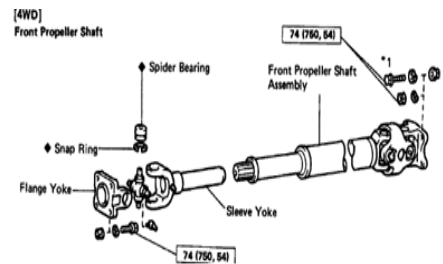
tutun, relatif terhadap transmisi dan batang penggerak harus memindahkan gaya putar melalui berbagai perubahan sudut dan panjang. Sambungan universal dan slip yoke (terlihat pada gambar 4.11) dapat melakukan penyesuaian yang dibutuhkan sebagai akibat perubahan tempat yang dilalui kendaraan selama berjalan. Ini mungkin dilakukan karena sambungan universal memungkinkan 2 (dua) batang bergerak dalam sudut yang berbeda satu dengan yang lain.



Gambar 4.11. Poros penggerak dari penggerak roda depan

3. Kendaraan Dengan Penggerak Empat Roda

Kendaraan dengan penggerak empat roda memiliki jalur penggerak pada kedua sumbu kendaraan depan dan belakang. Serupa dengan rangkaian sumbu belakang kendaraan yang konvensional. Pada sumbu belakang memiliki sedikit perberbedaan dengan unit sumbu pada bagian depan. Sumbu penggerak depan harus meemiliki fasilitas untuk mengemudikan kendaraan. Dua sumbu pemindahan gaya putar dari transmisi dilewatkan unit deferensial dan batang sumbu untuk menggerakkan empat roda kendaraan. Berikut konstruksi transaxle dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12. Poros penggerak dari penggerak roda belakang dan depan (4-WD)

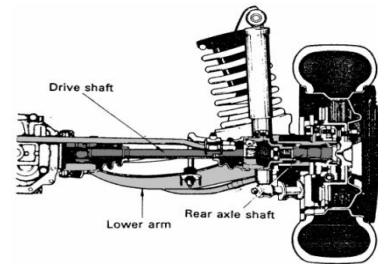


D. Poros Roda (*Drive Shaft/ Axle Shaft*)

Poros penggerak roda atau *drive shaft* (*Axle shaft*) adalah poros pemutar roda-roda penggerak yang berfungsi meneruskan tenaga gerak dari *differential* ke roda-roda. *Axle shaft* pada kendaraan dibedakan menjadi dua yakni *front axle shaft* (poros penggerak roda depan) dan *rear axle shaft* (poros penggerak roda belakang). Pada kendaraan FF, *front axle shaft* sebagai *driving axle shaft*, sedangkan pada kendaraan tipe FR, *rear axle shaft* sebagai *driving axle shaft*. Pada kendaraan 4WD atau AWD, *front axle shaft* maupun *rear axle shaft* sebagai *driving axle shaft*.

1. Poros penggerak roda belakang (*Rear axle shaft*)

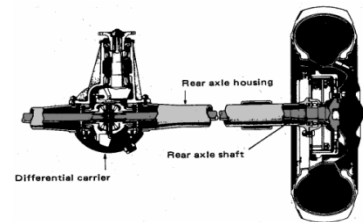
Roda belakang umumnya menumpu beban lebih berat daripada roda depan, sehingga konstruksi poros penggerak rodanya juga relatif lebih kuat. Pemasangan poros akan dipengaruhi oleh tipe/ jenis suspensi yang digunakan. Secara umum tipe suspensi yang digunakan ada dua kelompok yaitu suspensi bebas (*independent*) dan suspensi kaku (*rigid*). Pada tipe suspensi independent, jenis *axle shaft* yang digunakan umumnya adalah tipe melayang (*floating shaft type*), dimana poros bebas dari menumpu beban dan bebas bergerak mengikuti pergerakan roda akibat suspensi kendaraan. Konstruksi poros melayang dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13. Konstruksi poros melayang



Pada suspensi rigid pada umumnya menggunakan tipe poros memikul dimana axle shaft diletakkan di dalam axle housing, yang dipasangkan berkaitan melalui bantalan. Konstruksi ini dapat dilihat pada gambar 4.14.

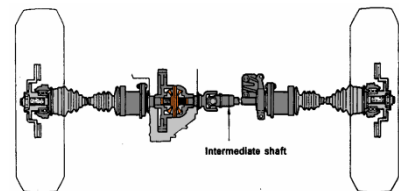


Gambar 4.14. Konstruksi poros memikul

2. Poros penggerak roda depan (*Front axle shaft*)

Pada kendaraan FF (*front axle*) berfungsi sebagai penggerak. Poros penggerak roda memiliki 2 persyaratan, yaitu : harus mempunyai mekanisme yang mampu menyerap perubahan panjang dari poros penggerak yang mengiringi gerakan roda naik dan turun; harus dapat memelihara operasi sudut yang sama ketika roda depan dikemudikan dan harus memutar roda saat membentuk kecepatan karena roda depan digunakan secara bersamaan untuk pengemudian dan pemindahan tenaga.

Komponen/ sistem yang digunakan untuk memenuhi persyaratan tersebut adalah universal joint tipe *constant velocity joint* (CV Joint). *Constant velocity joint* adalah tipe universal joint yang memungkinkan untuk digunakan pada kendaraan FF, dimana poros mampu meneruskan tenaga sambil terjadi perubahan-perubahan sudut. Ada dua jenis CV joint, yaitu : birfield joint dan tripod joint. *Konstruksi Front axle* dapat dilihat pada gambar 4.15.



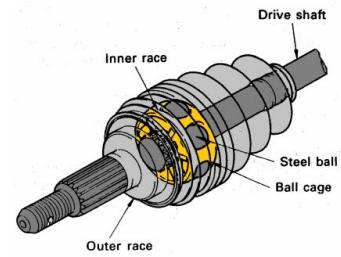
Gambar 4.15. Konstruksi poros memikul



Dua jenis *Constant Velocity Joint* (CV Joint), yaitu

a. Birfield joint

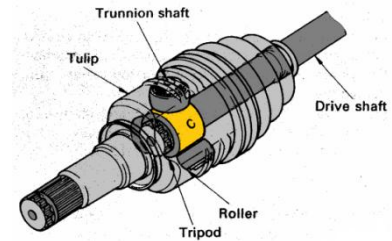
Konstruksi birfield joint adalah seperti gambar di atas. Inner race dipasang ke dalam outer race yang berbentuk mangkuk dengan menahan enam bola baja oleh suatu rangka. Tipe ini banyak digunakan karena konstruksinya yang sederhana dan kapasitas pemindahannya cukup besar. Konstruksi birfield joint dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16. Konstruksi birfield joint

b. Tripod joint

Sebuah tripod dengan tiga buah trunnion shaft pada plane yang sama. Tiga buah roller dipasangkan pada trunnion ini dan ke masing-masing roller dipasangkan tiga tulip dengan celah paralel. Konstruksi ini juga sederhana dan umumnya dapat bergerak dalam arah axial. Konstruksi tripod joint dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17. Konstruksi tripod joint

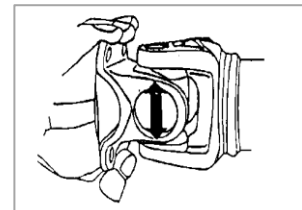
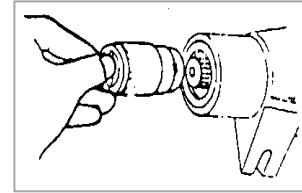
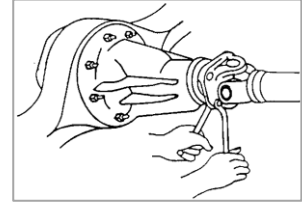


E. Pembongkaran, Pemeriksaan dan Pemasangan Poros Penggerak (*Propeller Shaft*) dan Poros Roda (*DriveShaft*)

1. Pembongkaran, Pemeriksaan dan Servis Poros Penggerak (*Propeller Shaft*)

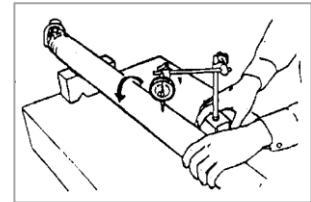
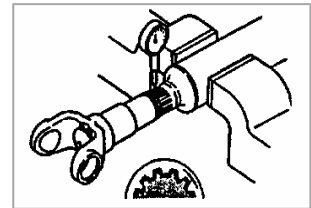
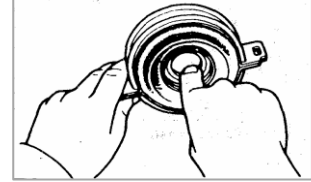
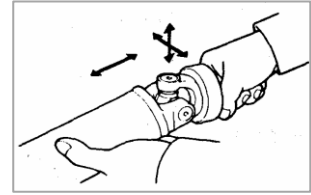
a. Melepas dan Memeriksa Poros Propeller

- 1) Buka baut pengikat flens dengan kunci ring
- 2) Periksa kebocoran sil poros out put transmisi dan sil poros pinion penggerak aksel
- 3) Gunakan penyumbat oli atau alat lainnya agar oli transmisi tidak tumpah
- 4) Bersihkan / cuci poros propeller
- 5) Memeriksa kelonggaran bantalan sambungan salib dengan *feeler gauge*.
(Maksimum 0,02 mm)





- 6) Memeriksa kebebasan aksial sambungan salib dengan kuat.
(Kebebasan maksimum 0,05 mm)
- 7) Keausan dan kerusakan center support bearing Periksalah bahwa bearing dapat berputar dengan bebas tanpa hambatan namun tidak longgar/ goyang/ kocak.
- 8) Pemeriksaan keausan alur-alur *sleeve yoke* dengan melakukan pengamatan secara visual terhadap kondisi *spline*. Lakukan pengujian dengan memasang *sleeve yoke* ke poros lalu putar bolak-balik *sleeve yoke* dan gerakan maju-mundur (axial). Pastikan tidak terjadi kekocakan yang berlebihan tetapi bisa bergerak maju-mundur dengan lancar.
- 9) Memeriksa kebengkokan poros penggerak dengan dial indicator.
(Run-out maksimum 0,8 mm)

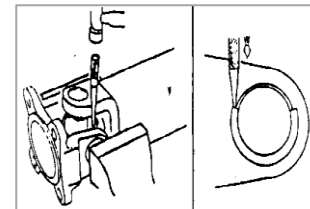
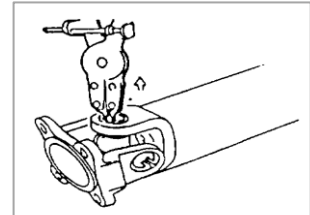




- 10) Pemeriksaan karet bushing maupun penutup debu pada center bearing. Lakukan pengamatan terhadap kondisi karet bushing maupun karet penutup debu pada center bearing.
- 11) Pemeriksaan keseimbangan/ balance poros propeller. Menggunakan alat khusus (roller instrument) lakukan pengecekan ketidak seimbangan poros propeller. Bila ditemukan tidak seimbang (un-balance) maka lakukan balancing dengan memasang bobot pemberat tertentu.

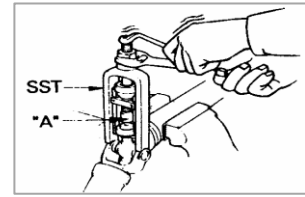
b. Membongkar dan mengganti salip penghubung (*Spider bearing*)

- 1) Melepas cincin-cincin pengunci
 - Jenis cincin pengunci diluar ujung cincin dijepit dengan tang dan tarik keluar.
- 2) Jenis cincin pengunci di dalam didorong dengan hentakan palu pada ujung cincin pengunci hingga lepas.



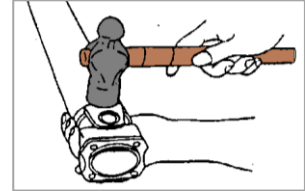


- 3) Tekan keluar bearing dari tempatnya dengan menggunakan SST, atau dengan alat menekan (mesin/alat press). Jika tidak bisa lakukan langkah di bawah ini.

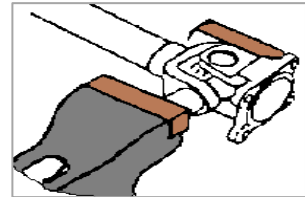


- 4) Lakukan pemukulan pada bagian garpu penghubung hingga rumah bantalan keluar dari dudukannya.

Catatan : Hati – hati jangan sampai rusak dudukan rumah bantalan.

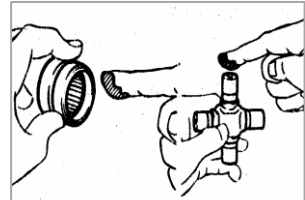


- 5) Jika rumah bantalan tidak dapat / sulit keluar dengan cara dipukul, rumah bantalan dipres pada ragum ke kiri dan ke kanan hingga mudah terasa dilepas, kemudian dipukul – pukul lagi.



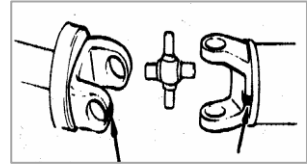
- 6) Setelah pembongkaran dan dilakukan pemeriksaan, maka pasang kembali dengan spider bearing yang baru dengan prosedur sebagai berikut :

- a) Berilah pelumas secukupnya saja dengan pelumas khusus pada spider dan bearing-nya.

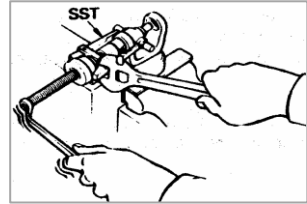




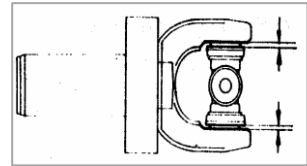
b) Tepatkan tanda pada yoke (u-joint)



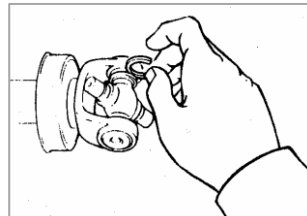
c) Pasangkan spider bearing yang baru ke dalam yoke dengan menggunakan SST.



d) Setel masing-masing bearing sehingga celah snap ring pada maksimum dan lebarnya sama.

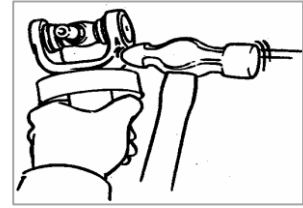


e) Pasangkan snap ring dengan ketebalan yang sama dengan kebebasan axial max. 0.05 mm. Jangan menggunakan snap ring bekas.

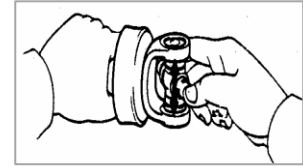




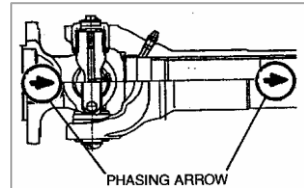
- f) Pukul yoke hingga tidak terdapat celah antara bearing bagian luar dengan snap ring.



- i) Periksa dan pastikan spider bearing dapat bergerak dengan lembut. Kebebasan axial maksimal 0.05 mm.

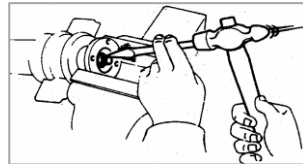


- g) Pasangkan spider bearing pada sisi yang lain dengan prosedur yang sama sebagaimana digambarkan di atas dengan memperhatikan tanda yang telah dibuat.



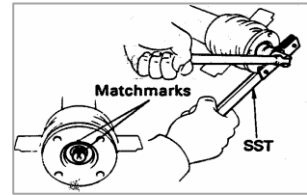
c. Penggantian *center bearing*

- 1) Melepas center support bearing dari poros intermediate dengan mengendorkan bagian mur yang ditakik dengan pahat dan palu.

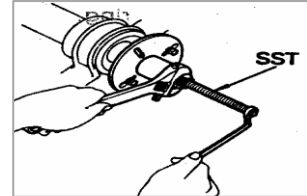




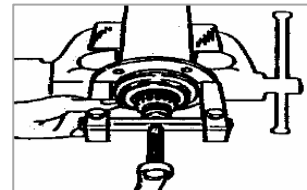
- 2) Lepaskan mur penahan center bearing dengan bantuan SST untuk menahan flange.



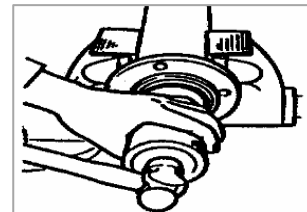
- 3) Lepaskan flange dari poros tengah



- 4) Lepaskan center bearing lama dan gantilah dengan unit baru.



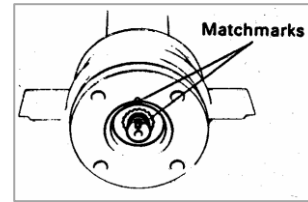
- 5) Pasangkan center bearing assembly dan center bearing support pada poros intermediate dengan bagian yang terpotong menghadap belakang.





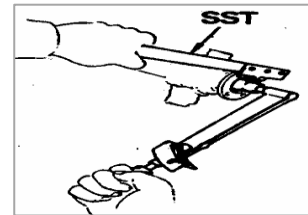
6) Berilah pelumasan pada alur poros intermediate dengan gemuk khusus.

7) Tepatkan tanda pada flange dan pada poros atau posisikan yoke bagian depan intermediate dan yoke belakang propeller shaft berada tepat arah yang sama

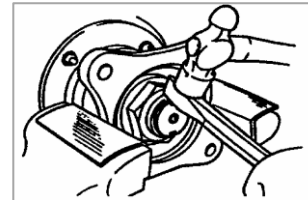


8) Gunakan SST untuk menahan flange, pres bearing sehingga tepat pada posisinya, dengan mengeraskan mur yang baru dengan momen 1.850 kg-cm

9) Kendorkan lagi mur, kemudian keraskan dengan momen 450 kg-cm

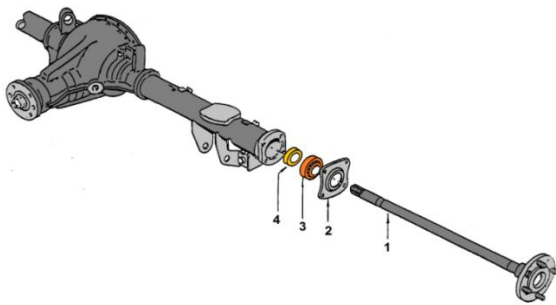


10) Gunakan palu dan pahat untuk mengunci mur.





2. Pembongkaran, Pemeriksaan dan Servis Poros Roda (*Drive Shaft*)



Keterangan :

1 : Poros Aksel

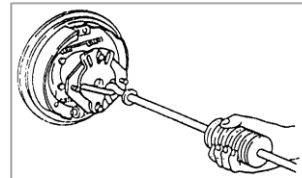
2 : Tutup Bantalan (Gantungan poros)

3 : Bantalan

4 : Cincin Pengunci

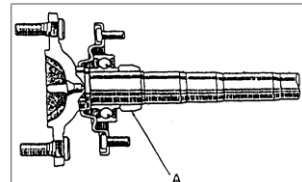
a. Melepas poros aksel

- 1) Lepas pengikat pelat piringan belakang (back plate).
- 2) Pasang tracker (sliding hammer) pada flens roda.
- 3) Keluarkan poros dengan tracker tersebut.



b. Melepas Bantalan Poros

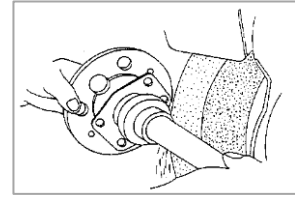
- 1) Untuk jenis pengunci (A)
- 2) Dapat dicoba dengan memanaskan cincin pada satu titik dengan panas las asetilin, lalu poros dipukul ke lantai.
- 3) Poros tidak boleh dipanaskan, dapat merubah kekenyalannya.



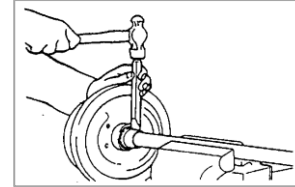
Catatan : Bila cara di atas sulit dapat dilakukan dengan,



- 4) Gerinda cincin pengunci pada satu sisi hingga setipis mungkin
Catatan : Poros tidak boleh kena gerinda

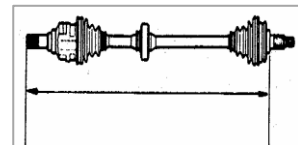
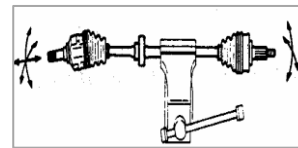


- 5) Pahat posisi yang digerinda hingga cincin pengunci dapat dikeluarkan dari poros (gunakan pahat dingin).
Catatan : Jangan merusak poros dengan pahatan



c. Memeriksa poros penggerak roda

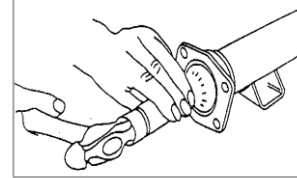
- 1) Periksa dan perhatikan bahwa harus tidak ada kebebasan dalam outboard joint
- 2) Periksa dan perhatikan bahwa inboard joint meluncur dengan lembut dalam arah axial
- 3) Periksa dan perhatikan bahwa kebebasan arah radial dari inboard joint tidak terlalu besar
- 4) Periksa kerusakan boot.
- 5) Pemeriksaan panjang standar (spec. lihat manual book)





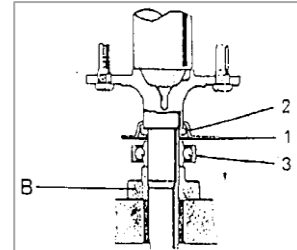
d. Memasang poros penggerak roda

- 1) Pasang kembali semua komponen yang dibongkar dengan urutan kebalikan pembongkaran.
- 2) Memasang sil. Lumasi dudukan sil dan bagian sil yang baru dan masukkan sil secara merata dengan alat bantu (SST) atau dengan sebuah pipa.

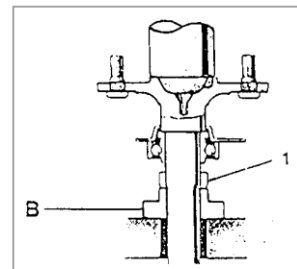


- 3) Pemasangan bantalan poros. Pasang penutup bantalan (1) dan cincin penahan/spacer (2) pada poros.
 - Lumasi dudukan bantalan dan bagian dalam yang baru.
 - Pres bantalan hingga tepat padaudukannya.

Catatan : Perhatikan penahan bantalan (B) Pada saat dipres, harus ditumpu pada pemegang bantalan.



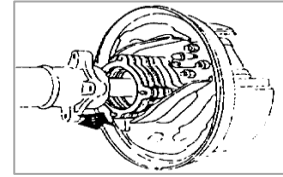
- 4) Pemasangan Cincin Pengunci. Panaskan cincin pengunci (1) hingga 150° C dengan kompor listrik.
 - Masukkan cincin pengunci pada poros dan pres pada kedudukan yang sesuai (B)
 - Cincin pada saat dipres masih dalam keadaan panas 150° C
 - Perlu dilakukan dengan cepat.
 - Pemanasan tidak boleh sampai cincin warna biru (pemanasan berlebihan).





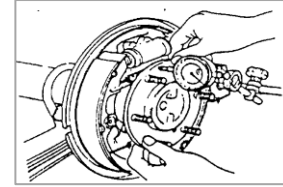
e. Pemasangan Paking / Sim

- 1) Pasang paking / sim baru dengan tebal yang sama.
- 2) Keraskan baut dengan pengerasan yang sesuai (lihat buku manual).



f. Penyetelan

- 1) Memasang dial indikator pada aksel atau plat dudukan rem.
- 2) Tekan dan tarik flens roda, baca penunjuk dial
- 3) Kebebasan aksial poros penggerak pada umumnya 0,02-0,15 mm (lihat buku manual).



Catatan :

- Tebal ditambah jika kebebasan 0,02
- Tebal dikurangi jika kebebasan 0,15



F. Rangkuman

1. Unit poros penggerak dan poros roda (*propeller shaft* dan *drive shaft*) adalah salah satu komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk meneruskan putaran/ tenaga dari transmisi ke penggerak dengan sudut yang bervariasi.
2. Poros penggerak roda atau *drive shaft* (*Axle shaft*) adalah poros pemutar roda-roda penggerak yang berfungsi meneruskan tenaga gerak dari differential ke roda-roda. *Axle shaft* pada kendaraan dibedakan menjadi dua yakni *front axle shaft* (poros penggerak roda depan) dan *rear axle shaft* (poros penggerak roda belakang).
3. Komponen propeller shaft terdiri dari garpu penghubung, poros, timbangan balance, dan *universal joint*, *center bearing* dan penghubung luncur.
4. *Universal joint* adalah komponen *propeller shaft* yang berfungsi menyerap/ meredam perubahan sudut dari suspensi. *Universal joint* terdiri dari beberapa jenis, yaitu, penghubung salip tunggal, penghubung salip ganda, flexible joint, trunion joint, uniform velocity joint, dan slip joint.
5. Center bearing merupakan unit propeller shaft yang terpasang pada ujung propeller shaft, berfungsi sebagai tumpuan antara pada poros propeller panjang (3-joint type) untuk mengurangi kemungkinan poros propeller melengkung/ bengkok.



6. Cara kerja propeller shaft

a. Kendaraan Dengan Mesin Di depan, Penggerak Roda Depan

Kendaraan dengan penggerak roda depan tidak memiliki batang penggerak (*propeller*). Akan tetapi memiliki sebuah transaxle yang terdiri dari : Kopling, Transmisi, Batang deferensial depan, bantalan batang dan Sambungan universal kecepatan konstan.

b. Kendaraan Dengan Mesin Di depan, Penggerak Roda Belakang

Penyaluran tenaga/putaran dari mesin ke diferensial dilakukan oleh batang penggerak (*propeller shaft*). Sumbu batang kendaraan bergerak naik atau turun, relatif terhadap transmisi dan batang penggerak harus memeindahkan gaya putar melalui berbagai perubahan sudut dan panjang.

c. Kendaraan Dengan Penggerak Empat Roda

Kendaraan dengan penggerak empat roda memiliki penggerak pada sumbu depan dan belakangnya. Pada sumbu belakang memiliki sedikit perberbedaan dengan unit sumbu pada bagian depan. Sumbu penggerak depan harus meemiliki fasilitas untuk mengemudikan kendaraan.



G. Evaluasi

1. Tugas Individu

- a. Bentuklah kelompok belajar didalam kelas .Carilah perbedaan penggerak akhir dari mobil penggerak roda belakang dan mobil penggerak roda depan kemudian sebutkan komponen-komponen perbedaannya dan jelaskan keuntungan juga kerugiannya !

2. Tes Akhir Kompetensi Sistem Pemindah Tenaga

- a. Jelaskan perbedaan antara poros propeller dan poros penggerak roda ?
- b. Jelaskan perbedaan cara kerja antara propeller shaft pada kendaraan mesin depan, penggerak roda depan dan kendaraan mesin di depan, penggerak roda belakang ?
- c. Sebutkan syarat-syarat yang harus dipenuhi poros penggerak roda dalam prose memindahkan tenaga dari *differential* ke poros roda kendaraan ?

■ BAB 5

FINAL DRIVE (GARDAN)



Unit *Final Drive* (gardan) adalah komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk merubah arah putaran poros propeller ke arah poros aksel (merubah putaran 90 derajat) dan sekaligus menaikkan momen. meneruskan putaran/ tenaga dari transmisi ke penggerak dengan sudut yang bervariasi. Materi *final drive* membahas tentang fungsi, konstruksi dan cara kerja, serta melatih cara pemeriksaan, pembongkaran, pemeriksaan komponen-komponen, perakitan dan penyetelan sesuai dengan standar dunia kerja (sesuai SOP).

Tujuan akhir pembelajaran pada bab 5 ini adalah:

1. Memahami jenis-jenis, prinsip kerja, dan konstruksi unit *final drive* yang digunakan dalam kendaraan.
2. Melakukan pembongkaran, pemeliharaan/ servis, pemeriksaan dan perbaikan unit *final drive* sesuai dengan prosedur yang tepat (SOP).

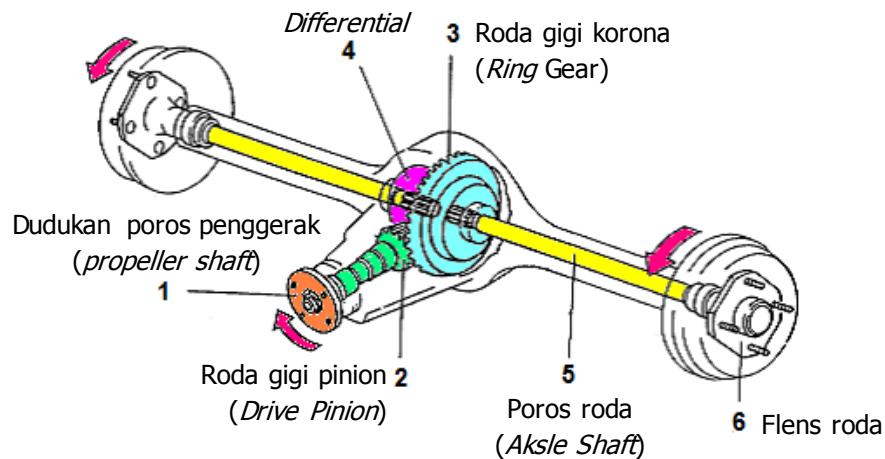


Unit Final Drive (Gardan)

A. Pengertian Final Drive (Gardan)

Final Drive atau gardan adalah komponen sistem pemindah tenaga kendaraan yang berfungsi untuk merubah putaran poros propeller ke arah poros aksel (merubah putaran 90 derajat) dan sekaligus menaikkan momen.

B. Konstruksi Gardan (*Final Drive*)



Gambar 5.1. Konstruksi gardan (*final drive*)



Untuk dapat merubah putaran poros propeller, *final drive* membutuhkan penggerak sudut yang dapat meneruskan putaran ke arah aksial poros roda sehingga kendaraan dapat bergerak. Berikut macam-macam penggerak sudut yang digunakan dalam prose kerja gardan (*final drive*).

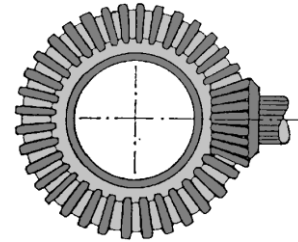
1. Final gear/ Final reduction

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. Berikut jenis final gear yang umumnya digunakan di kendaraan.

a. Jenis-jenis *final gear* yang umum digunakan pada kendaraan

1) Penggerak roda gigi lurus segaris (*Bevel gear*)

Pada konstruksi ini perkaitan drive pinion dengan ring gear berada di tengah-tengah garis pusat (garis tengah) ring gear. Roga gigi jenis ini memiliki kelebihan konstruksi sederhana dan gesekan kecil. Kerugiannya adalah suara kasar dan gigi cepat aus. Untuk penggunaanya, roda gigi jenis ini banyak digunakan pada kendaraan-kendaraan zaman dahulu (Produksi akhir 1800/ awal 1900). Konstruksi penggerak sudut tipe *bevel gear* dapat dilihat pada gambar 5.2.



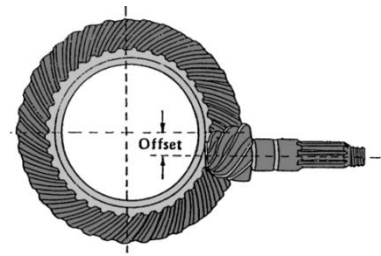
Gambar 5.2. Konstruksi penggerak sudut tipe *bevel gear*

2) Penggerak roda gigi hypoid (*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. Roga gigi jenis ini memiliki kelebihan mempunyai permukaan gigi dengan kecepatan menggelincir yang kuat, perbandingan persinggungan gigi besar dan bekerja sangat halus. Kerugiannya adalah harganya mahal, konstruksi rumit dan diperlukan oli khusus dengan kualitas tinggi. Untuk penggunaannya, roda gigi jenis ini digunakan pada kendaraan produksi tahun 1960 sampai sekarang (terbaru). Konstruksi penggerak sudut tipe *hypoid gear* dapat dilihat pada gambar 5.3.



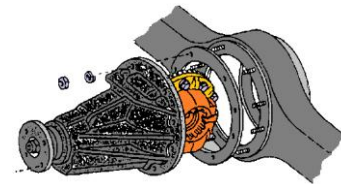
Gambar 5.3. Konstruksi penggerak sudut tipe *hypoid gear*

b. Bentuk rumah gardan (*final gear gardan*)

Bentuk rumah gardan yang umum digunakan pada kendaraan adalah sebagai berikut.

1) Aksel banjo

Rumah gardan jenis ini yaitu rumah bantalan lebih kuat menahan gaya ke samping/ aksial roda korona kurang kuat, biasa digunakan pada kendaraan sedan, Station dan Jep. Konstruksi rumah gardan jenis ini dapat dilihat pada gambar 5.4.

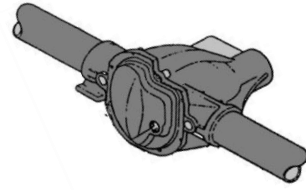


Gambar 5.4. Konstruksi rumah gardan aksel banjo



2) Aksel spicer

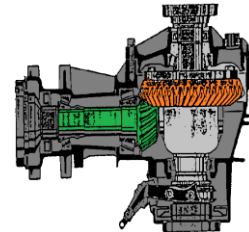
Rumah gardan jenis ini yaitu rumah bantalan lebih kuat menahan gaya ke samping / aksial roda korona jenis ini sering digunakan pada jeep dan truk. Konstruksi rumah gardan jenis ini dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5. Konstruksi rumah gardan aksel spicer

3) Aksel terompet

Rumah gardan jenis ini yaitu rumah bantalan satu kesatuan yang kokoh dengan rumah aksel, jenis ini paling kuat menahan gaya ke samping / aksial roda korona biasanya digunakan pada jenis kendaraan berat. Konstruksi rumah gardan jenis ini dapat dilihat pada gambar 5.6.



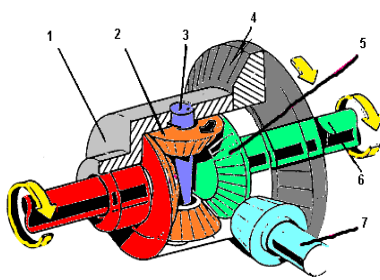
Gambar 5.6. Konstruksi rumah gardan aksel terompet

2. Differential Gear

Roda gigi diferensial adalah komponen gardan yang berfungsi untuk memindahkan tenaga putar dari poros gardan ke poros roda yang digerakkan dan untuk memungkinkan perbedaan putaran roda kanan dan roda kiri pada saat kendaraan berbelok ke kanan dan ke kiri. Tenaga mesin yang dipindahkan oleh poros gardan ke roda belakang lebih dahulu diubah arah putarannya oleh diferensial yang selanjutnya ke poros roda belakang setelah itu ke roda belakang.



a. Konstruksi *differential*



Gambar 5.7. Konstruksi *differential*

Keterangan:

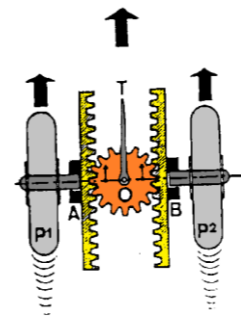
- 1 = Rumah *differential*
- 2 = 2 atau 4 roda gigi kerucut/ Penyesuai
- 3 = Poros gigi kerucut
- 4 = Roda korona (*ring gear*)
- 5 = 2 roda gigi kerucut samping
- 6 = Poros aksel
- 7 = Pinion

b. Prinsip dasar cara kerja *differential gear*

1) Saat kendaraan berjalan lurus

- Gigi rak A berhubungan dengan roda P1 dan gigi rak B berhubungan dengan roda P2.
- Gigi rak A dan gigi rak B dihubungkan oleh roda gigi antara/ penyesuai.
- Lengan T berhubungan dengan poros roda penyesuai.
- Beban/ koefisien gesek $P1=P2$ dan lengan (T) diberi gaya sebesar FT , maka roda gigi penyesuai tidak berputar pada porosnya tetapi akan membawa gigi rak A dan B bergerak bersama-sama.

Diferensial tidak bekerja : $NP1 = NT = NP2$



Gambar 5.8. Cara kerja diferensial saat kendaraan berjalan lurus



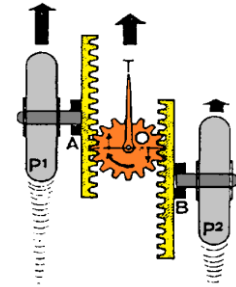
Pada saat kendaraan jalan lurus pada jalan datar tahanan gelinding (*rolling resistance*) pada kedua roda penggerak (drive gear) relatif sama. Bila tahanan kedua poros axle belakang sama, maka pinion tidak berputar sendiri tetapi ring gear, differential case dan poros pinion berputar bersama dalam satu unit. Dengan demikian pinion hanya berfungsi untuk menghubungkan *side gear* bagian kiri dan kanan, sehingga menyebabkan kedua drive wheel berputar pada rpm yang sama.

2) Saat kendaraan berbelok ke kanan

- Beban koefisien gesek $P_1 < P_2$ dan lengan (T) diberi gaya sebesar FT.
- Roda P1 digerakkan oleh poros penyesuai ditambah putaran roda gigi penyesuai.
- Roda P2 digerakkan oleh poros penyesuai dikurangi putaran roda gigi penyesuai.

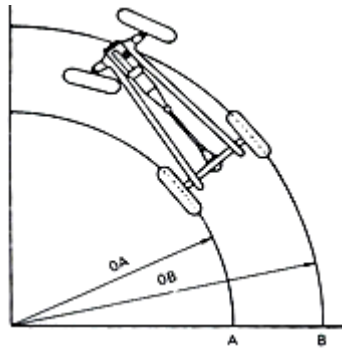
Diferensial bekerja :

Putaran roda korona "T" tetap berputarnya roda gigi penyesuai menyebabkan perbedaan putaran roda kiri dan kanan ($n_{P1} > n_{P2}$).



Gambar 5.9. Cara kerja diferensial saat belok

Bila kendaraan sedang membelok maka roda kanan dan kiri berputar harus dengan kecepatan berbeda, karena pada saat membelok jarak tempuh roda-roda bagian luar lebih panjang dari pada bagian dalam. Terlihat pada gambar 5.10 di bawah ini.



Jarak A < Jarak B

RPM Roda bagian < RPM Roda bagian
dalam luar

Gambar 5.10. Perbedaan kecepatan roda saat berbelok

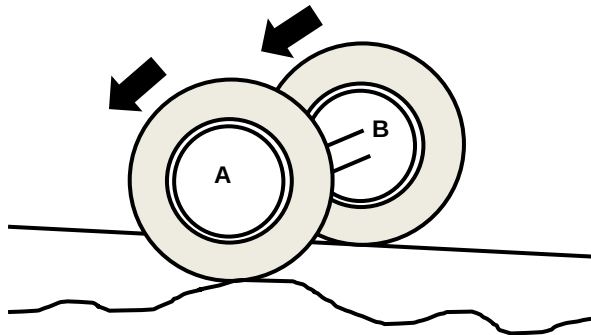
Terlihat pada gambar 5.10 di atas, pada saat kendaraan membelok ke kiri tahanan roda kiri lebih besar dari pada roda kanan. Apabila *differential case* berputar bersama *ring gear* maka pinion akan berputar pada porosnya dan juga pergerak mengelilingi side gear sebelah kiri, sehingga putaran side gear sebelah kanan bertambah, yang mana jumlah putaran side gear satunya adalah 2 kali putaran ring gear.

3) Bila salah satu roda kendaraan berada pada jalan bergelombang

Bila salah satu roda berada pada jalan datar dan yang lainnya pada jalan bergelombang seperti pada gambar 5.11 di bawah ini, roda (A) pada permukaan jalan bergelombang dan roda (B) pada permukaan jalan datar, maka roda (A) akan berputar lebih cepat dari pada roda (B). Hal ini disebabkan karena tahanan gesek yang sangat rendah dari permukaan Lumpur yang me-



membuat roda berputar lebih cepat sehingga mengakibatkan terjadinya slip dan akan menyulitkan untuk mengeluarkan roda dari lumpur.



Gambar 5.11. Perbedaan kecepatan roda di jalan rata dan bergelombang

c. Pengunci *Differential*

Pengunci diferensial (*differential Locker*) adalah mengunci gerakan as roda kiri serta kanan dengan cara simultan. Koefisien gesek roda kiri dan kanan berbeda misal salah satu roda jalan pada lumpur atau basah maka roda dengan koefisien rendah mulai slip dan roda dengan koefisien besar diam, Akibatnya tetap berhenti dengan salah satu roda berputar/ slip.

Dengan terkuncinya salah satu poros aksel dengan rumah diferensial maka tidak akan terjadi slip salah satu roda (Mencegah) slip salah satu roda saat roda kiri dan kanan koefisien geseknya tidak sama. Setelah kendaraan sudah keluar dari lumpur pengunci harus dilepas, jika lupa penggerak aksel bisa pecah.



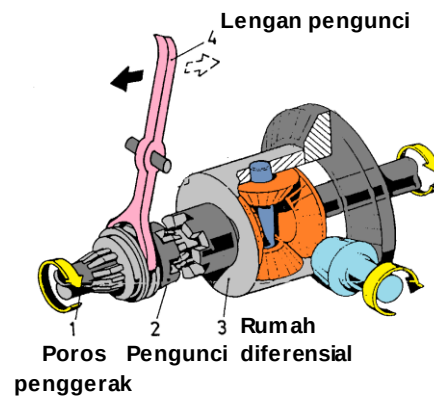
Macam-macam sistem penggerak pengunci *differential* dan Cara kerjanya

1) Penggerak mekanis

Cara Kerja :

- Saat pengunci bebas diferensial bekerja seperti biasa.
- Roda slip, lengan pengunci (4) ditarik ke kiri.
- Pengunci (2) bergerak ke kanan dan menghubungkan ke rumah diferensial (3).
- Putaran poros penggerak (1) terhubung dengan rumah diferensial (3) oleh pengunci (2), (gigi penyesuai tidak dapat berputar pada porosnya).
- Poros Penggerak kanan dan kiri berputar bersama - sama dengan rumah diferensial ($n_1 = n_3$).
- Untuk melepas lengan didorong ke kanan maka pengunci akan bergerak ke kiri melepas hubungan.

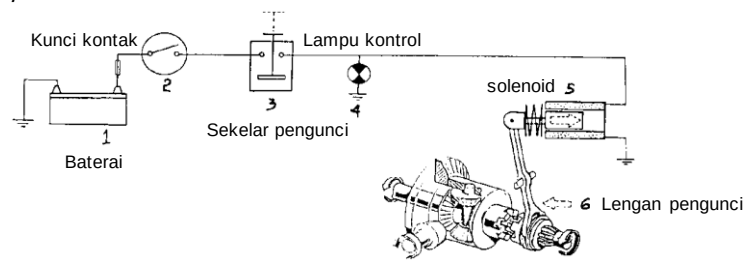
Penggunaan : Biasanya pada kendaraan jeep dan truk lama.



Gambar 5.12. Pengunci dengan penggerak mekanis



2) Penggerak listrik/ Solenoid

**Gambar 5.13.** Pengunci dengan penggerak listrik

Sumber : Buku SMK Pemeliharaan Sasis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan

Cara kerja :

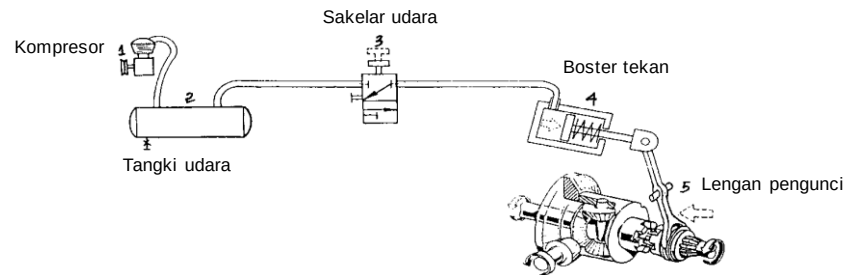
- Kunci kontak (2) menghubungkan.
- Bila roda slip sakelar pengunci (3) ditarik.
- Arus dari baterai mengalir ke lampu kontrol (4) dan ke solenoid (5).
- Lampu kontrol (4) menyala dan timbul magnet pada solenoid (5).
- Lampu pengunci (6) tertarik dan pengunci bergerak ke kiri menghubungkan ke rumah diferensial.
- Poros penggerak berhubungan dengan rumah diferensial oleh pengunci (diferensial terkunci, putaran poros penggerak kanan dan kiri berputar bersama-sama dengan rumah diferensial).
- Sakelar pengunci (3) ditekan, tidak ada arus ke solenoid kemagnetannya hilang dan lampu kontrol mati.



- h) Pegas mendorong lengan pengunci dan pengunci bergerak ke kanan melepas hubungan antara rumah diferensial dengan poros penggerak.

Penggunaan : Sering digunakan pada sedan

3) Penggerak udara tekan (*pneumatik*)



Gambar 5.14. Pengunci dengan penggerak udara tekan

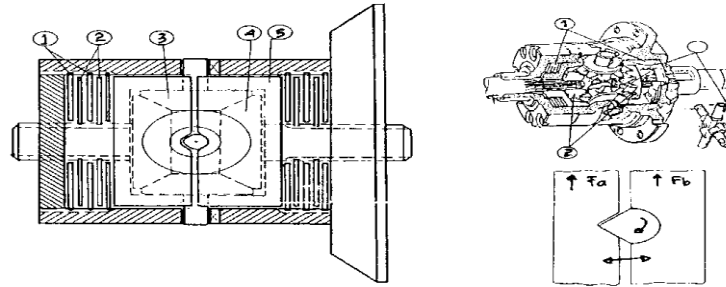
Sumber : Buku SMK Pemeliharaan Sasis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan

Cara kerja :

- Roda slip, sakelar udara tekan (3) ditarik.
- Saluran tangki berhubungan dengan saluran boster tekan udara mengalir dari tangki ke ruangan sebelah kiri torak.
- Torak bergerak ke kanan mendorong lengan pengunci (5) pengunci bergerak ke kiri menghubungkan kerumah diferensial.



- d) Diferensial terkunci, poros penggerak kanan dan kiri berputar bersama-sama dengan rumah diferensial.
 - e) Sakelar udara ditekan, slang dari tangki tidak ada hubungan dengan boster tekan dan slang boster tekan berhubungan dengan udara luar.
 - f) Pegas mendorong torak ke kiri dan pengunci bergerak ke kanan melepas hubungan antara rumah diferensial dengan poros penggerak.
 - g) Pada waktu pengunci bekerja ada lampu kontrol yang menyala.
- Penggunaan : Digunakan pada truk dan bus yang menggunakan sistem rem angin.
- 4) Pengerem *differential automatic*
- a) Kopling plat banyak



Gambar 5.15. Pengunci dengan penggerak otomatis kopling plat banyak
 Sumber : Buku SMK Pemeliharaan Sasis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan

**Keterangan :**

1 = Plat kopling luar	F = Gaya tekan aksel
2 = Plat kopling dalam	F_b = Reaksi momen putar gigi samping
3 = Roda gigi antara/ penyesuai	F_a = Reaksi momen putar gigi samping
4 = Roda gigi samping/ matahari	F_r = Reaksi perbedaan momen putar
5 = Mangkok teka	$F_a > F_b$

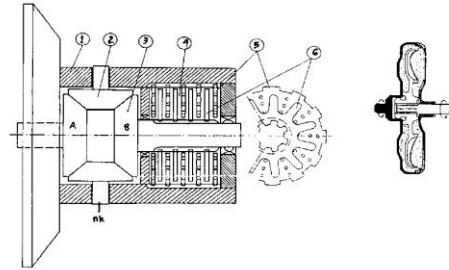
Cara kerja :

Prinsip kerja pengereman dengan kopling plat banyak adalah berdasarkan perbedaan momen putar poros penggerak kiri dan kanan.

- (1) Bila $F_a > F_b$ dan F tetap.
- (2) Karena hubungan poros roda gigi samping dengan mangkok tekan berbentuk konis maka mangkok tekan akan bergerak ke samping F_r .
- (3) Plat kopling tertekan sehingga poros aksel berhubungan dengan rumah diferensial
- (4) Diferensial menjadi terkunci
Koefisien penguncian 25 % - 50 % $\Rightarrow$ tidak dikunci tetap lebih besar perbedaan momen putar kanan dan kiri sifat pengereman lebih besar.

b) Kopling visco

Prinsip kerja pengereman dengan kopling visko adalah berdasarkan pada perbedaan putaran poros penggerak kiri dan kanan (seperti pada kopling Fluida). Konstruksi pengunci dengan penggerak otomatis kopling visco dapat dilihat pada gambar 5.16 di bawah ini.



Keterangan :

- 1 = Rumah diferensial
- 2 = Roda gigi antara/penyesuai
- 3 = Roda gigi samping/ matahari
- 4 = Ruang cairan silikon
- 5 = Lamel luar
- 6 = Lamel dalam

Gambar 5.16. Pengunci dengan penggerak otomatis kopling visco
Sumber : Buku SMK Pemeliharaan Sasis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan

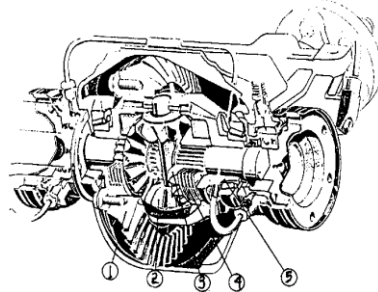
Cara kerja :

- (1) Saat $n_A = n_B = n_K$ lamel dalam dan lamel luar bergerak bersama-sama.
- (2) Bila salah satu roda slip $n_A \neq n_B$, lamel luar dan lamel dalam saling memotong dalam cairan silikon yang kental sekali.
- (3) Putaran lamel yang lambat mengerem lamel yang berputar cepat semakin besar perbedaan putaran semakin kuat pengereman sehingga akhirnya kedua lamel berputar bersama – sama.
- (4) Diferensial menjadi terkunci.
- (5) Koefisien pengereman tergantung dari perbedaan putaran kedua lamel sampai mencapai 90%, satu keuntungan bahwa sistem visco tidak menghubungkan rumah diferensial dengan poros saja, tetapi dapat mengimbangi momen putar sesuai dengan koefisien gesek kanan atau kiri.



c) Kopling hidrolik

Prinsip kerja diferensial ini adalah diferensial dengan penguncian secara otomatis jenis plat kopling banyak. Pada samping plat kopling banyak dilengkapi piston penekan kopling hidrolik. konstruksi penggerak diferensial otomatis dengan kopling hidrolik dapat dilihat pada gambar 5.17 di bawah ini.



Keterangan :

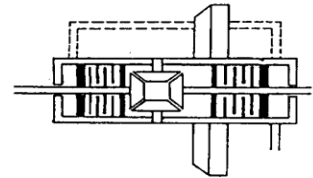
- 1 = Roda korona (ring gear)
- 2 = Roda gigi antara/penyesuai
- 3 = Roda gigi samping/ matahari
- 4 = Plat kopling
- 5 = Torak kopling hidrolik

Gambar 5.17. Pengunci dengan penggerak otomatis kopling hidrolik
Sumber : Buku SMK Pemeliharaan Sasis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan

Cara kerja pengerem diferensial kopling hidrolik :

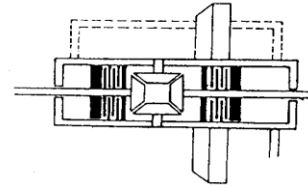
Belum ada tekanan :

Torak tidak bergerak dan diferensial bekerja dengan tidak terkunci.





Tekanan hidrolik bekerja :
Dengan tekanan hidrolik torak bergerak menekan plat
kopling sehingga diferensial dapat terkunci.



C. Pembongkaran, Pemeliharaan/ Servis, Perbaikan dan Pemasangan Unit *Final Drive* (Gardan)

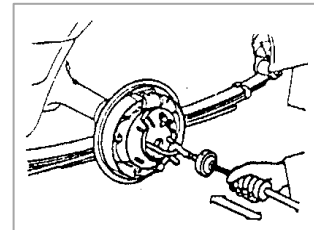
1. Pembongkaran unit *final drive* (gardan)

Persiapan :

- Angkat kendaraan dengan dongkrak
- Mengeluarkan oli pelumas aksel
- Melepas poros penggerak
- Melepas roda dan tromol

a. Melepas poros-poros roda :

- 1) Melepas bagian – bagian yang menghalangi keluarnya poros penggerak aksel.
- 2) Melepas mur penahan poros penggerak aksel.
- 3) Tarik keluar poros penggerak aksel dengan palu luncur.

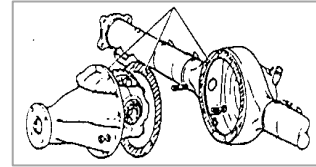




- 4) Lepas mur dan turunkan penggerak aksel dari dudukannya.

Catatan :

Jika sulit lepas jangan gunakan obeng atau pahat hingga merusakkan paking/ permukaan dudukan.



- b. Melakukan pemeriksaan sebelum membongkar

- 1) Periksa Keolengan Roda Gigi Ring.

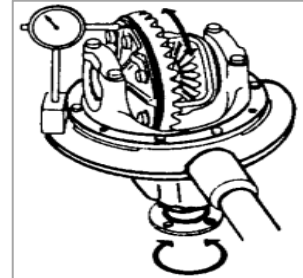
a) Pemeriksaan RUN-OUT Ring gear menggunakan dial indicator.

b) Meletakkan dial indicator pada *Ring gear*

c) Spider pada posisi 0 putar 1 x putaran.

Catatan : Bila keolengan lebih besar dari nilai maksimum, gantilah roda gigi ring.

Spesifikasi : Keolengan maksimal : 0,07 mm



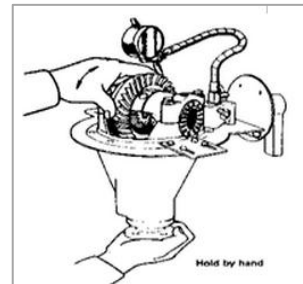
- 2) Periksa Backlash Roda Gigi Ring

a) Memegang poros pinion dengan menggunakan tang jepit.

b) Letakkan spindle dial indicator pada salah satu permukaan gigi ring gear pada posisi tegak lurus.

c) Setting jarum dial pada posisi 0, dan gerak-gerakkan ring gear dan baca penyimpangan jarum dial.

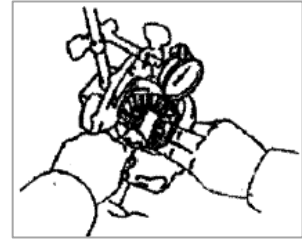
Spesifikasi : Backlash STD: 0,13 – 0,18 mm



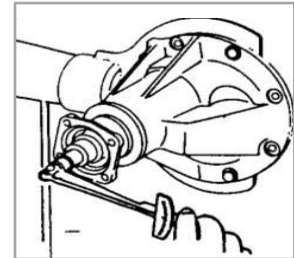


- 3) Periksa Backlash Roda Gigi Samping
 - a) Menggunakan dial indicator.
 - b) Letakkan pada roda gigi pinion sambil menahan salah satu roda gigi pinion terhadap bak differential.
 - c) Gerakkan gigi samping (roda gigi planet) dan baca penyimpangan jarum.

Spesifikasi : Backlash STD: 0,05 – 0,20 mm

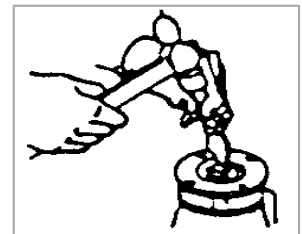


- 4) Ukur Beban Mula Pinion Penggerak
 - a) Menggunakan kunci momen atau timbangan pegas.
 - b) Ukur beban mula dari backlash antara pinion penggerak dan roda gigi ring. **Spesifikasi** : Beban mula : 8 – 11 kg.cm (1,7 – 2,5 kg).
 - c) Ukur beban mula total tambahan beban mula pinion penggerak. **Spesifikasi** : Beban Total STD : 4 – 8 kg.cm.



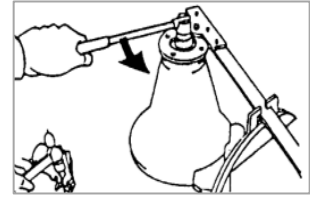
2. Pembongkaran *Differential*

- a. Lepas flens penyambung
 - 1) Menggunakan palu dan pahat, longgarkan takikan mur.

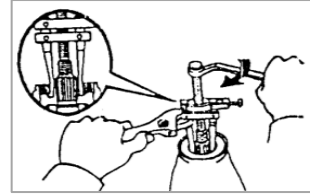




2) Menggunakan SST untuk menahan flens, lepas mur.

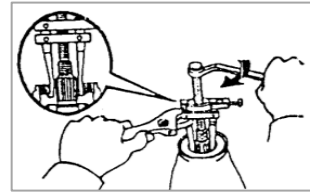


3) Menggunakan SST, lepas flens penyambung



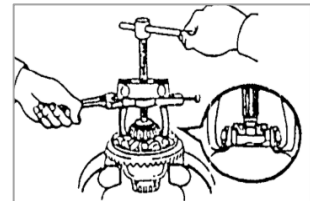
b. Melepas perapat oli dan penahan oli

- 1) Menggunakan SST, lepas perapat oli dari differential carrier.
- 2) Lepas penahan oli.



c. Lepas bantalan depan dan spaser bantalan

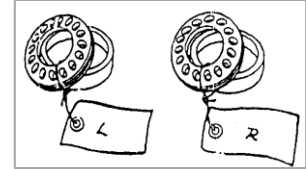
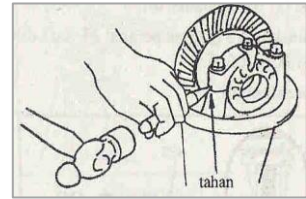
- 1) Menggunakan SST, lepas bantalan depan dari *differential carrier*.
- 2) Lepas spaser bantalan.



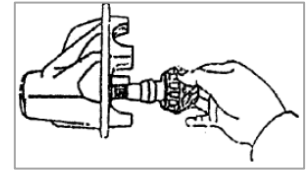


- d. Lepas differential dan roda gigi ring
- 1) Buatlah tanda pada tutup bantalan dan differential carrier.
 - 2) Lepas 2 pengunci mur penyetel.
 - 3) Lepas tutup bantalan dan mur penyetel.
 - 4) Lepas luncuran luar bantalan.
 - 5) Lepas bak differential dan carrier.

Catatan : Gantungkan label pada komponen yang dibongkar untuk menunjukkan lokasi perakitan.



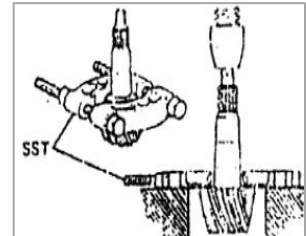
- e. Lepas cincin penggerak dari differential gear



- f. Ganti luncur bantalan belakang pinion penggerak
- 1) Menggunakan SST dan hidrolik pres, lepas bantalan belakang dari pinion penggerak.

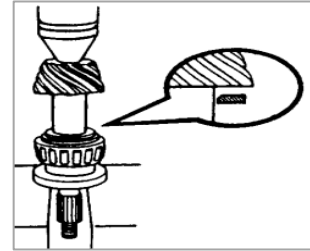
Catatan: Bila mengganti pinion penggerak, gantilah pula roda gigi ring bersama-sama.

- 2) Pasang cincin pada pinion penggerak dengan ujung yang tirus menghadap roda gigi pinion.



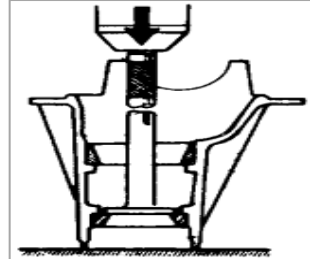


- 3) Menggunakan SST dan hidrolik pres, pasang cincin yang lama dan bantalan belakang pada pinion penggerak.



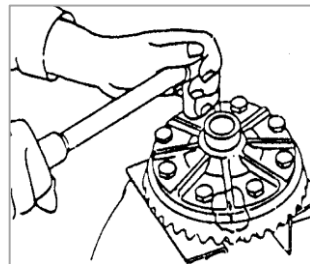
- g. Ganti luncuran luar bantalan depan dan belakang pinion penggerak

- 1) Menggunakan palu dan batang kuningan, lepas luncuran luar bantalan.
- 2) Menggunakan SST, pasang luncuran luar yang baru.



- h. Lepas roda gigi korona (*ring gear*)

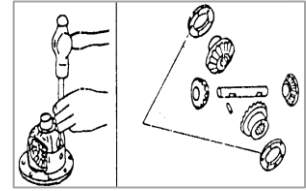
- 1) Lepas baut pengikat roda gigi ring dan plat pengunci.
- 2) Buatlah tanda pada roda gigi ring dan bak differential.
- 3) Menggunakan palu plastic atau tembaga, pukul roda gigi ring untuk melepaskannya dari bak differential.





i. Bongkar bak differential

- 1) Menggunakan palu dan drip, keluarkan pen.
- 2) Lepas poros pinion, dua roda gigi pinion dengan cincin dorong.

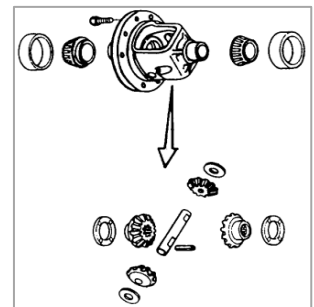
**3. Pemeriksaan komponen differential**

a. Memeriksa bagian penggerak sudut

- 1) Bagian pasak mur pengikat flens.
- 2) Bebaskan radial flens terhadap poros pinion.
- 3) Setiap overhaul penggerak aksel, sil poros pinion harus diganti baru.
- 4) Keausan / permukaan dudukan bantalan poros pinion.
- 5) Keausan dudukan bantalan poros pinion.
- 6) Keausan gigi pinion dan gigi korona.

b. Memelihara dan memeriksa bagian-bagian differential

- 1) Keausan permukaan gesek bantalan.
- 2) Keausan dudukan bantalan rumah differential.
- 3) Keausan poros roda gigi planet.
- 4) Keausan gigi planet dan gigi satelit.
- 5) Kerusakan pasak poros gigi planet harus diganti.
- 6) Keausan ring pembatas gigi planet dan ring pembatas gigi satelit.



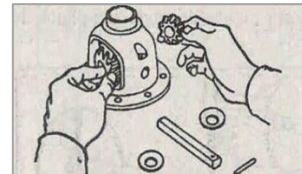
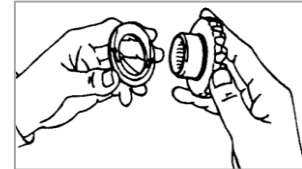
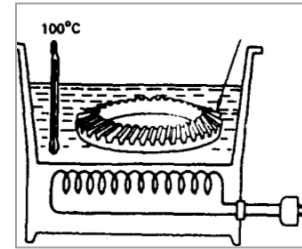


- 7) Bersihkan permukaan kontak pada bak differential.
- 8) Panaskan roda gigi pada 100° C (212° F) didalam pemanas oli.
- 9) Bersihkan permukaan kontak pada roda gigi ring dengan bahan pembersih.

Catatan : Jangan memanaskan roda gigi ring melampaui 100° C (212° F).

c. Merakit differential

- 1) Rakit bak differential
 - a) Pasang cincin dorong yang tepat dan roda gigi samping. Perhatikan pemasangan ring pembatas bagian yang terdapat alur oli menghadap kegigi planet dan satelit.
 - b) Pasang cincin dorong dan roda gigi samping ke dalam bak differential.



- c) Periksa backlash roda gigi samping. Ukur backlash roda gigi samping dengan menahan salah satu roda gigi pinion terhadap bak differential.

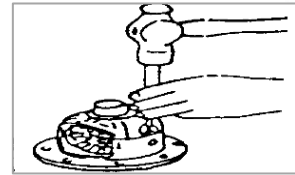
Spesifikasi : Backlash STD : 0,05–0,20 mm.



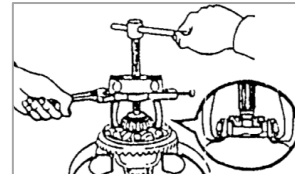


d) Pasang pen

- (1) Menggunakan palu dan drip, pasang pen masuk pada bak differential dan lubang poros pinion.
- (2) Takik lubang pada bak differential.

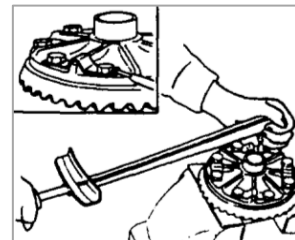


- 2) Pasang bantalan samping baru. Memasang bantalan samping dengan menggunakan SST dan hidrolik pres, pasang bantalan samping baru pada bak differential.



- 3) Pasang roda gigi ring pada bak differential

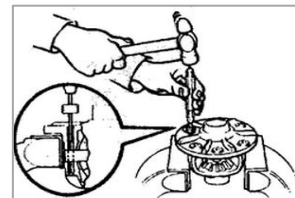
- a) Pasang roda gigi ring pada bak differential.
- b) Tempatkan tanda pada roda gigi ring dan bak differential.
- c) Oleskan oli roda gigi pada baut pengikat roda gigi ring.
- d) Pasang plat pengunci dan baut pengikat.



Catatan : Momen : 985 kg-cm (71 ft-lb, 97 Nm).

- e) Menggunakan palu dan drip, takik plat pengunci.

Catatan : Takiklah salah satu kuku plat, rata dengan permukaan datar dari kepala baut. Bagi kuku plat yang bertepatan dengan tonjolan kepala baut, takiklah sebagian saja, hanya pada sisi pengencangan.

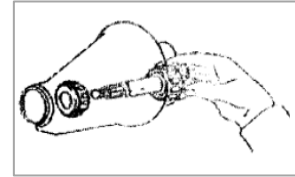




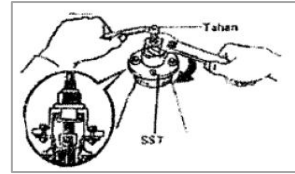
4) Pasang poros pinion

- a) Pasang komponen pinion penggerak dan bantalan depan.

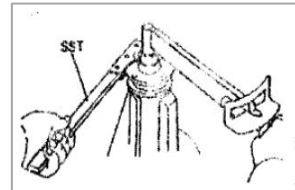
Catatan : *Rakit spacer, penahan oli dan perapat oli setelah penyetelan pola perkaitan gigi*



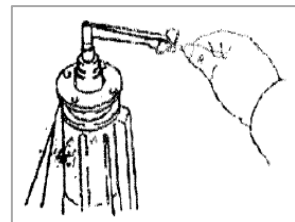
- b) Menggunakan SST, pasang flens penyambung. Oleskan gemuk MP pada ulir mur.



- c) Setel beban mula pinion penggerak dengan mengencangkan mur flens pinion penggerak. Menggunakan SST untuk menahan flens, kencangkan mur.

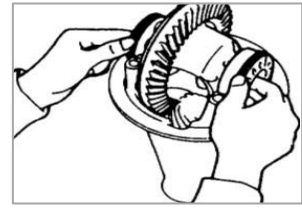


- d) Menggunakan kunci momen, putar bantalan searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam beberapa kali untuk mendudukannya sebelum pengencangan.



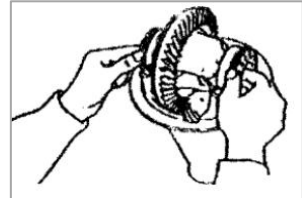


- 5) Pasang bak differential pada carrier
 - a) Pasang luncuran luar bantalan pada masing-masing bantalan. Pastikan, bahwa luncuran luar bantalan kiri dan kanan tidak saling bertukar.
 - b) Pasangkan bak ke dalam differential carrier.



- 6) Pasang mur penyetel pada masing-masing carrier, dan pastikan bahwa ulir mur terkait dengan benar.

Catatan : Pastikan adanya backlash antara roda gigi ring dan pinion penggerak.



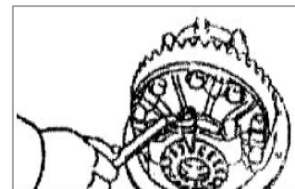
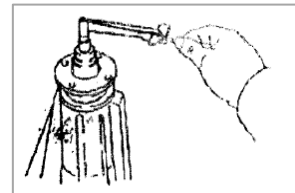
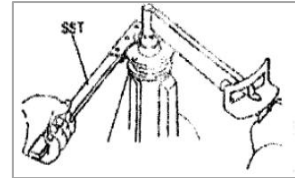
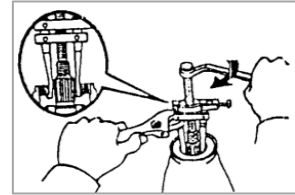
- 7) Pasang tutup bantalan
 - a) Tepatkan tanda pada tutup bantalan dan carrier
 - b) Pasang dua baut tutup bantalan, dua atau tiga ulir dan tekan tutup bantalan dengan tangan.

Catatan : Bila tutup bantalan tidak terduduk dengan kuat pada carrier, menandakan ulir mur penyetel tidak terkait dengan tepat. Bila perlu, ulangi kembali pemasangan mur penyetel.



- 8) Pasang penahan oli dan perapat oli
 - a) Pasang penahan oli seperti pada gambar.
 - b) Menggunakan SST, pasang perapat oli seperti pada gambar.
 - c) Oleskan gemuk MP pada leher perapat oli
- 9) Pasang flens penyambung
 - a) Menggunakan SST, pasang flens penyambung. Oleskan gemuk MP pada ulir mur yang baru.
 - b) Menggunakan SST untuk menahan flens, kencang mur. Momen: 1,100 kg-cm (80 ft-lb, 108 Nm).
- 10) Setel beban mula bantalan depan menggunakan kunci momen, ukur beban mula dari backlash antara pinion penggerak dengan roda gigi ring.
- 11) Pasang pengunci mur penyetel
 - a) Pilih apakah pengunci no.1 atau no.2 yang tepat terpasang terhadap mur penyetel.
 - b) Pasang pengunci pada tutup bantalan.

Catatan : Momen : 130 kg-cm (9ft-lb, 13 Nm).

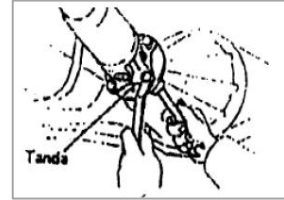




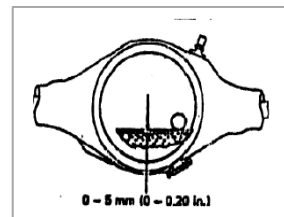
- d. Pemasangan differential ke kendaraan
- 1) Pasang gasket pada poros penggerak
 - 2) Pasang rakitan differential carrier. Pasang rakitan differential carrier pada rumah poros dan pasang 12 mur.

Catatan : Momen : 320 kg-cm (23 ft-lb, 31 Nm).

- 3) Pasang poros propeller
 - a) Tepatkan tanda pada kedua flens dan pasang flens dengan 4 baut dan mur.
 - b) Kencangkan 4 baut dan mur. Momen : 430 kg-cm (31 ft-lb, 42 Nm).



- 4) Isi differential dengan oli roda gardan
 - a) Isilah dengan oli roda gigi hypoid.
Tingkat oli : API GL – 5 Oli roda gigi hypoid.
Viscositas : SAE 90.
 - b) Kapasitas : 1,3 liter (1,4 US qts, 1,1 mp qts).
 - c) Pasang sumbat pengisian oli.





D. Rangkuman

1. Unit *Final Drive* (gardan) adalah komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk merubah arah putaran poros propeller ke arah poros aksel (merubah putaran 90 derajat) dan sekaligus menaikkan momen.
2. Komponen *final drive* terdiri dari dudukan poros penggerak, roda gigi pinion, roda gigi korona, dan *differential*.
3. *Differential* adalah roda gigi komponen gardan yang berfungsi untuk memindahkan tenaga putar dari poros gardan ke poros roda yang digerakkan dan untuk memungkinkan perbedaan putaran roda kanan dan roda kiri pada saat kendaraan berbelok ke kanan dan ke kiri.
4. Komponen *differential* terdiri dari rumah *differential*, roda gigi kerucut/ penyesuai, poros gigi kerucut, roda gigi korona, roda gigi kerucut samping, poros aksel dan pinion.
5. Cara kerja *differential*.
 - a. Pada saat kendaraan berjalan lurus
Pada saat kendaraan jalan lurus pada jalan datar tahanan gelinding (*rolling resistance*) pada ke dua roda penggerak (*drive gear*) relatif sama. Ini disebabkan oleh pinion yang menghubungkan *side gear* bagian kiri dan kanan, sehingga menyebabkan kedua roda kendaraan berputar pada rpm yang sama.



b. Saat kendaraan berbelok

Bila kendaraan berbelok, 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. Apabila kendaraan membelok ke kiri, maka tahanan roda kiri lebih besar dari pada roda kanan yang menyebabkan roda kiri berputar lebih cepat dibandingkan roda kanan.

c. Jika salah satu roda kendaraan berada di jalan yang bergelombang

Bila salah satu roda berada pada jalan yang bergelombang, maka roda pada permukaan jalan bergelombang akan berputar lebih cepat dari pada roda yang berada pada permukaan jalan datar.

6. Pengunci diferensial (*differential locker*) adalah sebuah pengunci antara gerakan as roda kiri dan kanan dengan cara simultan. Sistem penggerak pengunci diferensial terdiri dari : sistem penggerak pengunci mekanis, penggerak listrik, penggerak vakum, penggerak udara tekan, dan penggerak otomatis.



E. Evaluasi

1. Tugas Individu

- a. Carilah informasi-informasi dalam buku-buku otomotif, majalah, koran dan internet kemudian jelaskan arti dari kode SAE 20W-40 pada minyak pelumas gardan kendaraan !
- b. Sebutkan jenis-jenis (Kode) minyak pelumas yang umum digunakan pada gardan kendaraan !

2. Tes Akhir Kompetensi Sistem Pemindah Tenaga

- a. Jelaskan pengertian dan fungsi *final drive* (gardan) di dalam sistem pemindah tenaga kendaraan ?
- b. Jelaskan jenis-jenis final gear yang umum digunakan serta sebutkan kelebihan dan kekurangannya ?
- c. Jelaskan perbedaan antara *final gear* dan *differential* yang digunakan pada gardan kendaraan ?
- d. Sebutkan dan jelaskan fungsi komponen-komponen *differential* dalam unit gardan ?
- e. Jelaskan apa yang dimaksud dengan :
 - 1) pre load
 - 2) backlash
 - 3) run out

DAFTAR ISTILAH/ GLOSSARY

FF (Front Engine Front Drive)	: yaitu suatu jenis kendaraan dengan mesin di bagian depan kendaraan dan sebagai roda penggeraknya adalah roda depan.
FR (Front Engine Rear Drive)	: yaitu suatu jenis kendaraan dengan mesin di bagian depan kendaraan dan sebagai roda penggeraknya adalah roda belakang.
RR (Rear Engine Rear Drive)	: yaitu suatu jenis kendaraan dengan mesin di bagian belakang kendaraan dan sebagai roda penggeraknya adalah roda belakang.
FWD/ AWD/ 4WD (Four Wheel Drive)	: yaitu suatu jenis kendaraan dengan roda penggeraknya adalah roda depan dan belakang.
Kopling	: yaitu suatu perangkat/ sistem yang merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan putaran dan daya dari mesin ke unit pemindah tenaga selanjutnya dengan lembut dan cepat.
Kopling Gesek	: yaitu suatu kopling yang menggunakan gaya gesek mekanis untuk mencapai fungsi kerjanya.
Kopling Hidrolik	: yaitu suatu kopling yang menggunakan gaya hidrolik untuk mencapai fungsi kerjanya.
Kopling Magnet	: yaitu suatu kopling yang menggunakan gaya magnet untuk mencapai fungsi kerjanya.
Kopling Satu Arah (One Way Clutch)	: yaitu suatu unit kopling yang hanya meneruskan putaran dan daya pada satu arah saja, sedangkan pada arah yang berlawanan tidak meneruskan putaran dan daya.
Master Silinder	: yaitu komponen sistem hidrolik yang merupakan suatu pompa pembangkit tekanan, yang kita operasionalkan dengan tenaga mekanik (injakan kaki).

Mekanisme Mekanik	: yaitu suatu sistem pengoperasian dengan menggunakan tenaga mekanik dengan batang (linkage) maupun dengan kabel (cable).
Mekanisme Hidrolik	: yaitu suatu sistem pengoperasian dengan menggunakan tenaga hidrolis dengan suatu master silinder dan release silinder/ actuating silinder.
Release Silinder	: yaitu salah satu bagian dari sistem hidrolis yang merupakan suatu silinder aktuator yang mengaktualisasikan tekanan hidrolis dari master silinder menjadi tenaga mekanis pada pistonnya/ push rod.
Roda Gila (Fly Wheel)	: yaitu salah satu komponen motor yang berfungsi sebagai penyeimbang putaran motor (balancer) sekaligus penyimpan tenaga putar yang dihasilkan oleh putaran poros engkol, sehingga poros engkol dapat berputar terus guna menghasilkan langkah usaha kembali (kesinambungan kerja).
Transmisi	: bagian dari sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk mendapatkan variasi momen dan kecepatan dengan memanfaatkan perbandingan-perbandingan roda gigi sehingga kendaraan dapat berjalan sesuai dengan kondisi jalan dan kondisi pembebanannya.
Transmisi Manual	: adalah Transmisi kendaraan yang pengope-rasiannya dilakukan secara langsung oleh pengemudi.
Driving Gear	: adalah roda gigi penggerak yang terhubung langsung dengan mesin.
Driven Gear	: adalah roda gigi yang digerakan.
Sliding Mesh	: adalah roda gigi transmisi yang dapat digeser posisinya.
Constant Mesh	: adalah Roda gigi transmisi yang tidak dapat digeser posisinya.
Synchro mesh	: adalah perlengkapan transmisi yang berfungsi untuk menyamakan putaran antar gigi yang akan di-sambung.
Axle Shaft	: adalah poros penggerak roda

Center Bearing	: Merupakan komponen <i>propeller shaft</i> yang dipasang pada ujung propeller shaft depan (intermediate shaft) dan menempel pada body melalui bracket. Center bearing berfungsi untuk tumpuan antara pada propeller 3-joint type dan untuk meredam bunyi serta getaran pada saat propeller shaft bekerja.
Drive Shaft	: adalah poros penggerak yang dapat diartikan sebagai poros propeller maupun poros penggerak roda.
Propeller Shaft	: yaitu salah satu bagian dari sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk meneruskan putaran dan daya mesin dari transmisi ke differensial.
Sleeve Joint	: yaitu salah satu bagian dari sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk memungkinkan poros berputar dengan lancar walaupun terjadi perubahan panjang.
Universal Joint	: yaitu salah satu bagian dari sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk memungkinkan poros berputar dengan lancar walaupun terjadi perubahan sudut.
Velocity Joint	: yaitu salah satu jenis universal joint yang banyak digunakan pada drive shaft (poros penggerak roda).
Rigid	: yaitu roda kiri dan kanan dipasang pada satu poros.
Independen	: yaitu roda kiri dan kanan tidak pada satu poros.
Gardan	: adalah komponen sistem pemindah tenaga yang berfungsi untuk merubah arah putaran poros propeller ke arah poros aksel (merubah putaran 90 derajat) dan sekaligus menaikkan momen.
Diferensial	: adalah komponen gardan yang berfungsi untuk memindahkan tenaga putar dari poros gardan ke poros roda yang digerakkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto. 2006. *Teknik Pemeliharaan Mobil, Pemeriksaan dan Perbaikan*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Daryanto. 2005. *Teknik Servis Mobil*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Ega Vebriasandi. *Modul Sistem Pemindah Tenaga, Perawatan dan Perbaikan Sistem Transmisi Manual*. Kediri
- Ega Vebriasandi. *Modul Sistem Pemindah Tenaga, Pendahuluan dan Sistem Kopling*. Kediri
- H. Schuring dan Ir. B. Wasito Kusumoyudo. 1982. *Teknik Kendaraan Bermotor*. Bandung: Angkasa Offset
- M. Farid. 2013. *Pemeliharaan Sasis Dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan
- Muhkamad Wakid. 2004. *Kumpulan Modul Sistem Pemindah Tenaga*. Yogyakarta
- Novriza. 2012. *Modul Memperbaiki Transmisi*. Medan
- Tim Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. 2004. *Modul Pemeliharaan/ Servis Kopling Dan Komponen-Komponennya Sistem Pengoperasian*. Yogyakarta
- Tim Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. 2004. *Modul Pemeliharaan/ Servis Transmisi Manual*. Yogyakarta
- Tim Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. 2004. *Modul Pemeliharaan/ Servis Poros Penggerak Roda*. Yogyakarta

Tri Winarno, dkk. 2005. *Modul Perbaikan Poros Penggerak Roda*. Jakarta

_____. 2012. *Modul Pemeliharaan Dan Perbaikan Gardan (Differential)*. Sampit

Adi Edeck. 2012. *Kopling*. (<https://otogembel.wordpress.com/2012/08/05/kopling/>). Diakses tanggal 7 Februari 2015

Karim Nice. How Gear Work. <http://science.Howstuffworks.com/transport/engines-equipment/gear2.htm>. Diakses tanggal 7 Februari 2015

_____. 2015. *Diskusi Mobil, Motor, Mesin*. (<http://xtop-gear.com/general/plat-kopling/>). Diakses tanggal 21 Februari 2015

_____. 2015. *Transmisi Synchronmesh*. <http://otoengine.com/pengertian-transmisi-gear-box/transmisi-synchromesh/>. Diakses tanggal 22 Maret 2015

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Ahmad Zahrani Azhar
TTL : Ungga, 14 Maret 1993
Alamat : Desa Ungga, Kec. Praya Barat Daya, Kab. Lombok Tengah, Prov. Nusa Tenggara Barat (NTB)
E-mail : ahmadzahraniazhar@ymail.com
Riwayat Pendidikan :
1. SD N 3 Ungga
2. SMP N 1 Praya Barat Daya
3. SMK Negeri 2 Kuripan
4. Universitas Negeri Yogyakarta

