



Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan  
Republik Indonesia  
2013



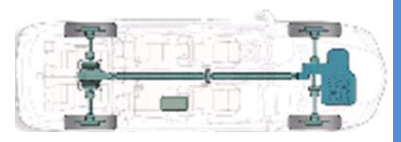
PEMELIHARAAN SASIS DAN PEMINDAH TENAGA KENDARAAN RINGAN

# PEMELIHARAAN SASIS DAN PEMINDAH TENAGA KENDARAAN RINGAN



UNTUK SMK/MAK XI

2



**Penulis** : M.Farid  
**Editor Materi** : Sugeng Hariyadi  
**Editor Bahasa** :  
**Ilustrasi Sampul** :  
**Desain & Ilustrasi Buku** : PPPPTK BOE MALANG

Hak Cipta © 2013, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan



Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

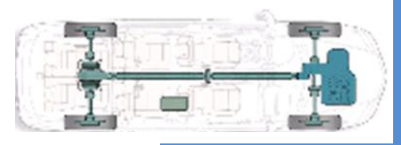
Dilarang memperbanyak(mereproduksi), mendistribusikan, atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku teks dalam bentuk apapun atau dengan cara apapun, termasuk fotokopi, rekaman, atau melalui metode (media) elektronik atau mekanis lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit, kecuali dalam kasus lain, seperti diwujudkan dalam kutipan singkat atau tinjauan penulisan ilmiah dan penggunaan non-komersial tertentu lainnya diizinkan oleh perundangan hak cipta. Penggunaan untuk komersial harus mendapat izin tertulis dari Penerbit.

Hak publikasi dan penerbitan dari seluruh isi buku teks dipegang oleh Kementerian Pendidikan & Kebudayaan.

Untuk permohonan izin dapat ditujukan kepada Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, melalui alamat berikut ini:

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: [vedcmalang@vedcmalang.or.id](mailto:vedcmalang@vedcmalang.or.id), Laman: [www.vedcmalang.com](http://www.vedcmalang.com)



### DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

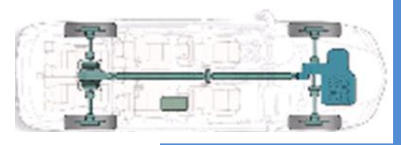
Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Teknik Kendaraan Ringan, Edisi Pertama 2013

Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta



### KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Keahlian Teknologi dan Rekayasa, Teknik Kendaraan Ringan

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi BELAJAR (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*passive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

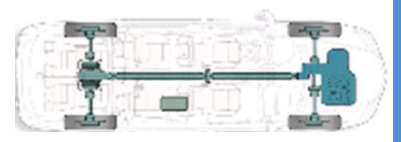
Buku teks " Pemeliharaan Chasis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan " ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran " Pemeliharaan Chasis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan" ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan *scientific*), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku tekssiswa untuk Mata Pelajaran Pemeliharaan Chasis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan kelas XI/Semester 2 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013  
Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

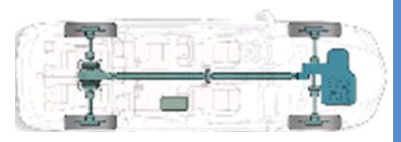
Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA



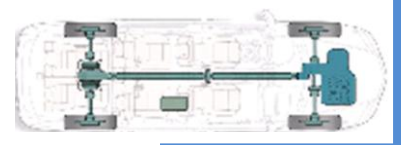
## DAFTAR ISI

DISKLAIMER ( <i>DISCLAIMER</i> ) .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
2.1. DAFTAR ISTILAH PENTING.....	vii
2.2. PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR (BUKU).....	vi
2.3. BAB I PENDAHULUAN.....	1
2.3.1. Deskripsi.....	1
2.3.2. Prasyarat .....	1
2.3.3. Petunjuk Penggunaan .....	2
2.3.4. Tujuan Akhir .....	2
2.3.5. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar.....	3
2.3.6. Cek Kemampuan Awal .....	4
2.4. BAB II PEMBELAJARAN .....	5
2.4.1. Deskripsi :.....	5
2.4.2. Kegiatan Belajar .....	5
2.4.2.1. Kegiatan Belajar 1 :Pendahuluan Sistem Pemindah Tenaga.....	5
2.4.2.1.1. Tujuan Pembelajaran .....	5
2.4.2.1.2. Uraian Materi.....	6
2.4.2.1.3. Rangkuman .....	9
2.4.2.1.4. Tugas .....	10
2.4.2.1.5. Tes Formatif .....	10
2.4.2.1.6. Lembar jawaban tes formatif.....	10
2.4.2.1.7. Lembar kerja peserta didik .....	11
2.4.2.2. 2. Kegiatan Belajar 2: KOPLING .....	12
2.4.2.2.1. a. Tujuan Pembelajaran .....	12
2.4.2.2.2. b. Uraian Materi .....	12

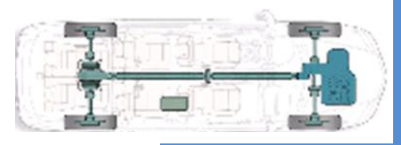




13.	Job Sheet Praktik Penyetelan Gerak Bebas Kopling.....	38
2.4.2.2.3.	c.Rangkuman.....	41
2.4.2.2.4.	Tugas .....	42
2.4.2.2.5.	Tes Formatif .....	42
2.4.2.2.6.	Lembar Jawaban Tes Formatif .....	43
2.4.2.2.7.	Lembar Kerja Peserta Didik.....	43
2.4.2.3.	3. Kegiatan Belajar 3: TRANSMISI MANUAL.....	44
2.4.2.3.1.	a. Tujuan Pembelajaran .....	44
2.4.2.3.2.	b. Uraian Materi.....	44
2.4.2.3.3.	c. Rangkuman.....	97
2.4.2.3.4.	d. Tugas .....	97
2.4.2.3.5.	e. Tes Formatif .....	97
2.4.2.3.6.	Lembar Jawaban Tes Formatif .....	98
2.4.2.3.7.	f. Lembar Kerja Peserta Didik.....	99
<b>2.4.2.4.</b>	<b>4. Kegiatan Belajar 4: FINAL DRIVE (GARDAN).....</b>	<b>100</b>
2.4.2.4.1.	A. Tujuan Pembelajaran .....	100
2.4.2.4.2.	B. Uraian Materi.....	100
2.4.2.4.3.	Rangkuman .....	143
2.4.2.4.4.	Tugas .....	143
2.4.2.4.5.	Tes Formatif .....	144
2.4.2.4.6.	Lembar Jawaban Tes Formatif .....	145
2.4.2.4.7.	.g. Lembar Kerja Peserta Didik .....	146
2.4.2.5.	5.Kegiatan Belajar 5: POROS PENGGERAK (POROS PROPELLER) DAN POROS RODA	147
2.4.2.5.1.	a. Tujuan Pembelajaran .....	147
2.4.2.5.2.	b. Uraian Materi.....	147
2.4.2.5.3.	Rangkuman .....	186
2.4.2.5.4.	Tugas .....	186
2.4.2.5.5.	Tes Formatif .....	186



2.4.2.5.6.	Lembar Jawaban Tes Formatif .....	187
2.4.2.5.7.	Lembar Kerja Peserta Didik.....	188
2.5.	DAFTAR PUSTAKA.....	189

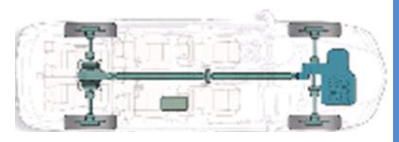


### 2.1. DAFTAR ISTILAH PENTING

---

- ✓ Poros engkol: poros yg mempunyai beberapa engkol yg memutar poros tsb melalui beberapa batang silinder yg bergerak lurus dan terikat dng engkol
- ✓ Over haul kopleng : membongkar bagian mesin kendaraan yg dipakai untuk mengatur perpindahan gigi persneling yg mengatur kecepatan maju dan mundur
- ✓ Release bearing : bantalan yg digunakan untuk menumpu poros benda, berputar sedemikian rupa hingga perputaran poros itu berjalan lancar
- ✓ Hidrolis: Sistem kerja yang digerakkan dengan fluida
- ✓ Compression spring
- ✓ Connecting rod: Batang Penghubung
- ✓ Reservoir tank: Tempat untuk Menampung benda cair
- ✓ Gear selection fork: Tuas pemindah gigi transmisi
- ✓ Ring gear: Cincin gear pada Transmisi
- ✓ Solenoid: Sistem kerja yang digerakkan secara elektronik
- ✓ Over haul : Suatu pekerjaan Membongkar dan memasang Komponen
- ✓ Flexible joint: Hubungan antara 2 poros yang flexibel





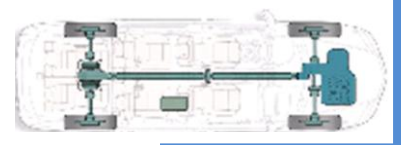
**2.2. PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR (BUKU)**

**BIDANG KEAHLIAN : TEKNOLOGI DAN REKAYASA**

**PROGRAM KEAHLIAN : OTOMOTIF**

**PAKET KEAHLIAN : PEKERJAAN DASAR TEKNIK OTOMOTIF**

<b>KLAS</b>	<b>SEMESTER</b>	<b>BAHAN AJAR (BUKU)</b>		
<b>XII</b>	<b>2</b>	Pemeliharaan Mesin Kendaraan Ringan 4	Pemeliharaan Sasis dan Pemindah Tenaga 4	Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan 4
	<b>1</b>	Pemeliharaan Mesin Kendaraan Ringan 3	Pemeliharaan Sasis dan Pemindah Tenaga 3	Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan 3
<b>XI</b>	<b>2</b>	Pemeliharaan Mesin Kendaraan Ringan 2	Pemeliharaan Sasis dan Pemindah Tenaga 2	Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan 2
	<b>1</b>	Pemeliharaan Mesin Kendaraan Ringan 1	Pemeliharaan Sasis dan Pemindah Tenaga 1	Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan 1
<b>X</b>	<b>2</b>	Teknologi Dasar Otomotif 2	Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif 2	Teknik Listrik Dasar Otomotif 2
	<b>1</b>	Teknologi Dasar Otomotif 1	Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif 1	Teknik Listrik Dasar Otomotif 1



### 2.3. BAB I PENDAHULUAN

#### 2.3.1. Deskripsi

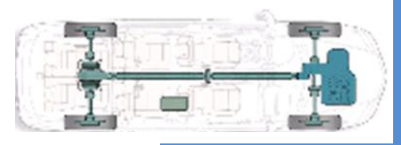
Buku teks bahan ajar **Sistem Pemindah Tenaga** merupakan buku pegangan siswa untuk program studi teknik kendaraan ringan. Buku ini membahas tentang bagian – bagian dari system pemindah tenaga yang terdiri dari : Kopling, Trasmisi manual, Final Drive (Gardan) dan Poros Penggerak (Poros Propeller) serta Poros/As Roda. untuk teknik kendaraan ringan .

Pembelajaran Sistem Pemindah Tenaga ini setiap unsur maaterinya dilakukan secara teori dan praktik untuk mencapai kompetensi Dasar Pengetahuan dan Keterampilan sesuai KI-3 dan KI-4 sedangkan strategi pembelajaran dan evaluasinya didesain dalam RPP untuk dapat menilai kompetensi inti yang harus dicapaisesuai KI-1, KI-2, KI-3 dan KI-4.

Setiap 1 (satu) Kegiatan Belajar dirancang untuk satu kali tatap muka selama 6 jam pelajaran ( 6 x 45 menit). Dengan demikian siswa diharapkan dapat menuntaskan semua kegiatan belajar sesuai waktu yang direncanakan. Setiap kegiatan belajar menuntut siswa mampu memahami dan mengimplementasi ilmu pengetahuan yang didapat baik secara teori maupun praktis.

#### 2.3.2. Prasyarat

Untuk melaksanakan unit kompetensi dasar ini siswa terlebih dahulu harus memahami tentang bagian-bagian dari system pemindah tenaga



### 2.3.3. Petunjuk Penggunaan

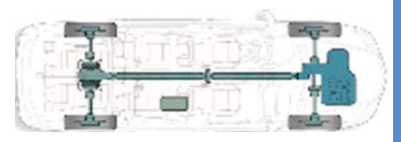
Buku ini merupakan buku pegangan siswa untuk proses belajar. Yang harus diperhatikan untuk mempelajari buku ini :

1. Buku ini menganut system ketuntasan dalam belajar. Artinya urutan kegiatan belajar harus berurutan seperti yang tertuang dalam buku ini. Hal tersebut dikarenakan Kegiatan Belajar 3 dapat terlaksana dengan baik jika Kegiatan Belajar 2 telah dikuasai, Demikian halnya Kegiatan Belajar 2 akan dapat dipelajari dengan lancar jika telah menguasai Kegiatan Belajar 1.
2. 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.
3. Kegiatan belajar dalam buku ini direncanakan tuntas sebanyak 20 kali pertemuan atau 20 minggu. Setiap pertemuan atau setiap minggu kegiatan belajar dilaksanakan selama 6 x 45 menit.
4. Setiap kegiatan belajar peserta didik harus mempelajari secara terurut dari tujuan pembelajaran, uraian materi, rangkuman, tugas, tes formatif, dan lembar kerja.

### 2.3.4. Tujuan Akhir

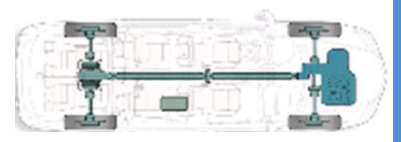
Setelah mempelajari buku teks bahan ajar ini siswa dapat:

1. Memahami system pemindah tenaga pada kendaraan ringan
2. Mendeskripsikan fungsi dan cara kerja bagian – bagian dari system pemindah tenaga
3. mengerti berbagai konstruksi sistem pemindah tenaga, dan juga dapat menjelaskan keuntungan dan kerugian dengan berbagai alasannya.



### 2.3.5. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar
<p>KI.1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.</p>	<p>3.1 Memahami unit kopling</p>
<p>KI.2 Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.</p>	<p>3.2 Memahami transmisi</p>
<p>KI.3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.</p>	<p>3.3 Memahami unit final drive/gardan</p>
<p>KI.4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik dibawah pengawasan langsung.</p>	<p>3.4 memahami poros penggerak roda</p>
<p>KI.3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.</p>	<p>.</p>
<p>KI.3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.</p>	<p>4.1 Memelihara mekanisme kopling.</p>
<p>KI.3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.</p>	<p>4.2 Memelihara Transmisi</p>
<p>KI.3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.</p>	<p>4.3 Memelihara unit final Drive/gardan</p>
<p>KI.3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.</p>	<p>4.4 Memelihara poros penggerak roda</p>

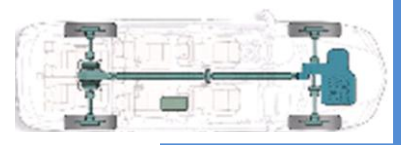


### 2.3.6. Cek Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari buku teks pembelajaran ini terlebih dahulu ada beberapa materi pembelajaran yang harus anda ceklis pada table 3.1 di bawah ini. Jika anda belum menguasai materi pembelajarannya maka pelajari kembali sebelum anda melanjutkan ke pertanyaan berikutnya. Jika sudah ceklis dan lanjutkan.

Tabel.3.1 cek kemampuan dasar siswa

No.	Materi Pembelajaran	ya	tidak
1	Kopling		
2	Transmisi		
3	Poros penggerak (poros propeller )		
4	Final Drive ( Gardan )		
5	Poros roda		



### 2.4. BAB II PEMBELAJARAN

#### 2.4.1. Deskripsi :

Sistem Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan disampaikan pada kelas XI semester 1, yang unsur materinya terdiri atas : Kopling, Trasmisi manual, Final Drive (Gardan) dan Poros Penggerak (Poros Propeller) serta Poros/As Roda.

Fungsi dari sistem Pemindah Tenaga pada mobil adalah untuk meneruskan putaran/tenaga dari motor ke roda-roda penggerak dan sekaligus mengatur putaran untuk mendapatkan momen putar yang bervariasi.

Sistem Pemindah Tenaga ditinjau dari macam-macamnya ada beberapa :

1. Motor di depan penggerak di belakang
2. Motor di belakang penggerak di belakang
3. Penggerak roda depan motor di depan konstruksi memanjang
4. Penggerak roda depan motor didepan konstruksi melintang
5. Penggerak empat roda ( Four Wheel Drive = 4 WD )

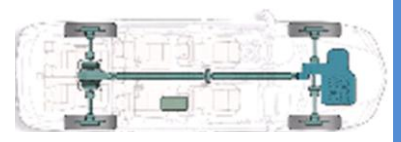
Pembelajaran Sistem Pemindah Tenaga ini setiap unsur maaterinya dilakukan secara teori dan praktik untuk mencapai kompetensi Dasar Pengetahuan dan Keterampilan sesuai KI-3 dan KI-4 sedangkan strategi pembelajaran dan evaluasinya didesain dalam RPP untuk dapat menilai kompetensi inti yang yang harus dicapai sesuai KI-1, KI-2, KI-3 dan KI-4.

#### 2.4.2. Kegiatan Belajar

##### 2.4.2.1. Kegiatan Belajar 1 :Pendahuluan Sistem Pemindah Tenaga

###### 2.4.2.1.1.Tujuan Pembelajaran

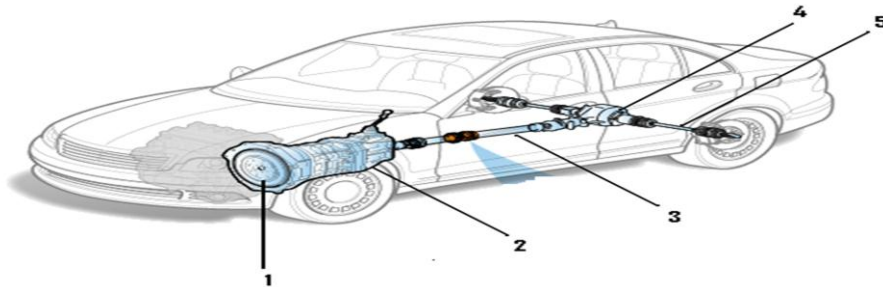
Setelah selesai melaksanakan kegiatan belajar 1 ini peserta didik memahami sistem pemindah tenaga pada kendaraan yang terdiri dari bagian-bagian utama yaitu unit kopling, unit transmisi manual dengan berbagai jenisnya, unit poros propeller dengan berbagai jenis sambungannya, unit final drive (gardan) serta poros roda (poros aksel) dengan berbagai jenis konstruksi bantalannya secara benar dan mengerti berbagai konstruksi sistem penggerak rodanya,



dan juga dapat menjelaskan keuntungan dan kerugian masing masing sistem penggerak roda dengan berbagai alasannya.

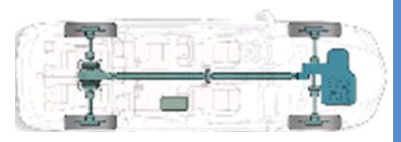
### 2.4.2.1.2.Uraian Materi

#### 1. Bagian-Bagian Utama Sistem Pemindah Tenaga



1. Kopling : Menghubung dan memutuskan putaran / tenaga dari motor ke transmisi
2. Transmisi : Mengatur perbandingan putaran motor (putaran input) terhadap putaran poros propeller (putaran out put) sehingga menghasilkan momen puntir pada poros propeller yang diinginkan
3. Poros Penggerak (Poros propeller) : Meneruskan putaran/tenaga dari transmisi ke final drive (gardan) dengan sudut yang bervariasi
4. Final Drive (gardan) ⇒ Penggerak sudut, untuk merubah arah putaran poros propeller ke arah poros aksel ( merubah putaran 90 derajat) dan sekaligus menaikkan momen.  
⇒ Differensial, untuk menyeimbangkan putaran antara roda kiri dan roda kanan pada saat belok

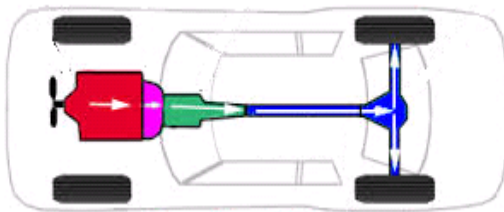




5. Poros Roda : Meneruskan putaran dari penggerak aksel ke roda dan sekaligus memikul beban kendaran.

## 2. Sistem Penggerak Roda

### 2.1 Penggerak Roda Belakang Motor Di Depan



Contoh pemakaian : Pada banyak kendaraan ( Konstruksi Standard )

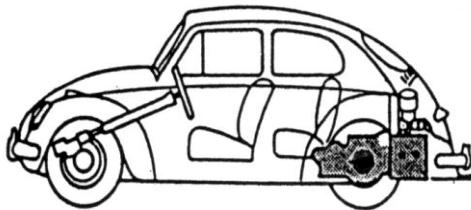
#### **Keuntungan**

- Kenyamanan pada jalan aspal baik ( karena beban ada di depan ), traksi pada roda yang dikemudikan

#### **Kerugian**

- Pada jalan lumpur roda penggerak cepat slip, jika tidak cukup beban pada aksel belakang ( traksi pada roda penggerak jelek )

### 2.1 Penggerak Roda Belakang Motor belakang



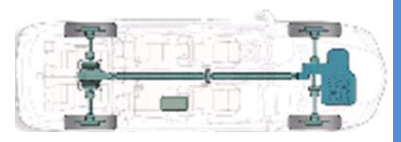
Contoh pemakaian : VW kodok (lama) bis Mb dan lain-lain

#### **Keuntungan**

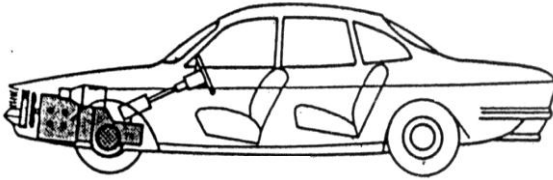
- Pada jalan lumpur traksi baik (traksi pada roda penggerak baik)

#### **Kerugian**

- Kenyamanan kurang pada jalan aspal, jika tidak cukup beban pada aksel depan (traksi pada roda yang dikemudikan kurang)



## 2.3 Penggerak Roda Depan Motor Memanjang



Contoh pemakaian : Konstruksi lama  
Misalnya : Renault

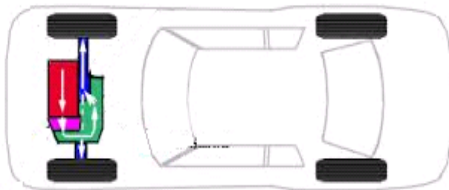
### **Keuntungan**

- Keamanan tinggi, jika roda penggerak slip mobil masih stabil
- Traksi baik jika tidak terdapat banyak beban pada aksel belakang

### **Kerugian**

- Traksi jelek jika terdapat banyak beban pada aksel belakang

## 2.4 Penggerak Roda Depan Motor Melintang



Contoh pemakaian : pada kebanyakan kendaraan

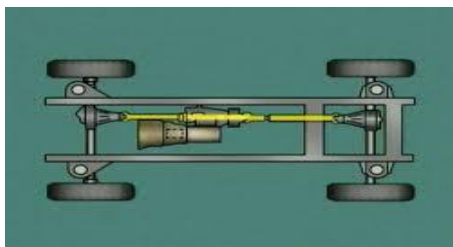
### **Keuntungan**

- Menghemat tempat
- Penggerak sudut tidak diperlukan
- Poros propeler tidak diperlukan lagi

### **Kerugian**

- Traksi jelek jika terdapat banyak beban pada aksel belakang

## 2.5 Penggerak empat roda

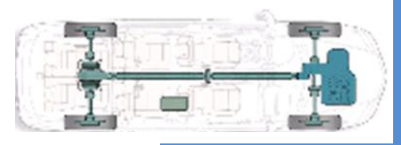


### **Keuntungan**

- Traksi sangat baik

### **Kerugian**

- Harga mahal dan berat



### 3. Pada sistem penggerak empat roda dapat dibedakan :

#### 3.1 Penggerak empat roda selektif

- Dapat menggunakan aksel belakang pada jalan baik
- Aksel depan dapat dihubungkan pada jalan jelek

#### 3.2 Penggerak empat roda permanen

- Memerlukan penyeimbang antara kedua poros penggerak ( Mis : Diferensial, Kopling Visco )

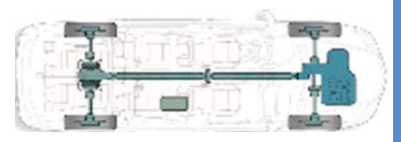
- Lebih mahal

⇒ Contoh pemakaian : Kendaraan lapangan, Militer dan lain-lain

Mis : Toyota Land Cruiser, Daihatsu Taft dan lain-lain

#### 2.4.2.1.3.Rangkuman

- 1 Sistem Pemindah Tenaga pada kendaraan adalah salah satu sistem yang berfungsi untuk memindahkan/meneruskan tenaga/putaran dari motor ke roda penggerak.
- 2 Sistem Pemindah Tenaga terdiri dari beberapa komponen yaitu : Unit Kopling, Unit Transmisi, Poros Propeller/Poros Penggerak dan Finel Drive (Gardan)
- 3 Ditinjau dari sistem penggeraknya, pemindah tenaga dibedakan menjadi:
  - a) Penggerak roda belakang, motor di depan (Konstruksi standar)
  - b) Penggerak roda belakang, motor di belakang.
  - c) Penggerak roda depan, motor di depan (motor posisi memenjang)
  - d) Penggerak roda depan, motor di depan (motor posisi melintang)



**2.4.2.1.4.Tugas**

Gambarkan aliran tenaga sistem penggerak konstruksi standar.

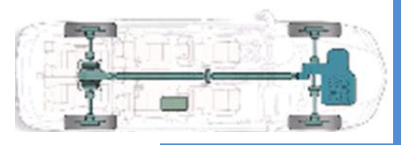
**2.4.2.1.5.Tes Formatif**

Sebutkan komponen-komponen yang ada pada Sistem pemindah Tenaga, dan jelaskan fungsi dari masing-masing komponen tersebut.

**2.4.2.1.6.Lembar jawaban tes formatif**

Komponen-komponen Sistem Pemindah Tenaga terdiri dari:

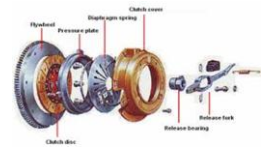
- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....
- 4) .....
- 5) .....



### 2.4.2.1.7. Lembar kerja peserta didik

Alat dan Bahan

1. Penggaris
2. Crayon / Spidol Warna
3. Pensil
3. Kertas Karton



## 2.4.2.2. 2. Kegiatan Belajar 2: KOPLING

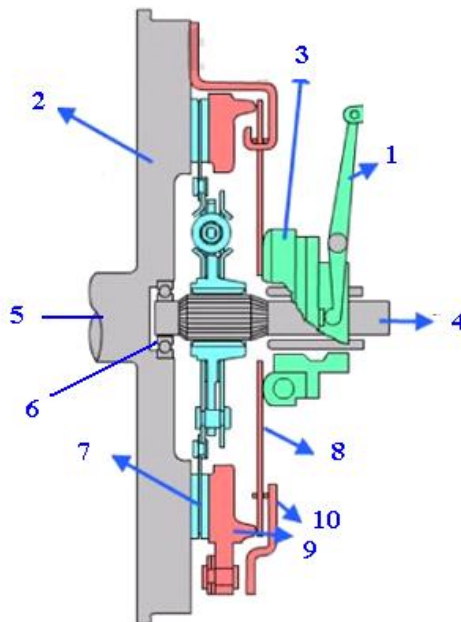
### 2.4.2.2.1.a. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 2 ( materi kopling) peserta didik mampu melaksanakan pemeriksaan, perawatan dan perbaikan kopling sesuai dengan prosedur dan hasil kerja yang memenuhi standar di dunia kerja.

### 2.4.2.2.2.b. Uraian Materi

Materi kopling membahas fungsi, konstruksi dan cara kerja kopling yang digunakan pada kendaraan yaitu kopling kering plat tunggal serta melatih cara pemeriksaan fungsi, pembongkaran, pemeriksaan komponen-komponen, perakitan dan penyetelan sesuai dengan standar di dunia kerja.

## 1. Bagian – Bagian Utama Kopling



1. Tuas Pembebas
2. Roda gaya
3. Bantalan tekan
4. Poros kopling
5. Poros engkol
6. Bantalan pilot
7. Plat kopling
8. Pegas koil
9. Plat penekan
10. Unit penekan

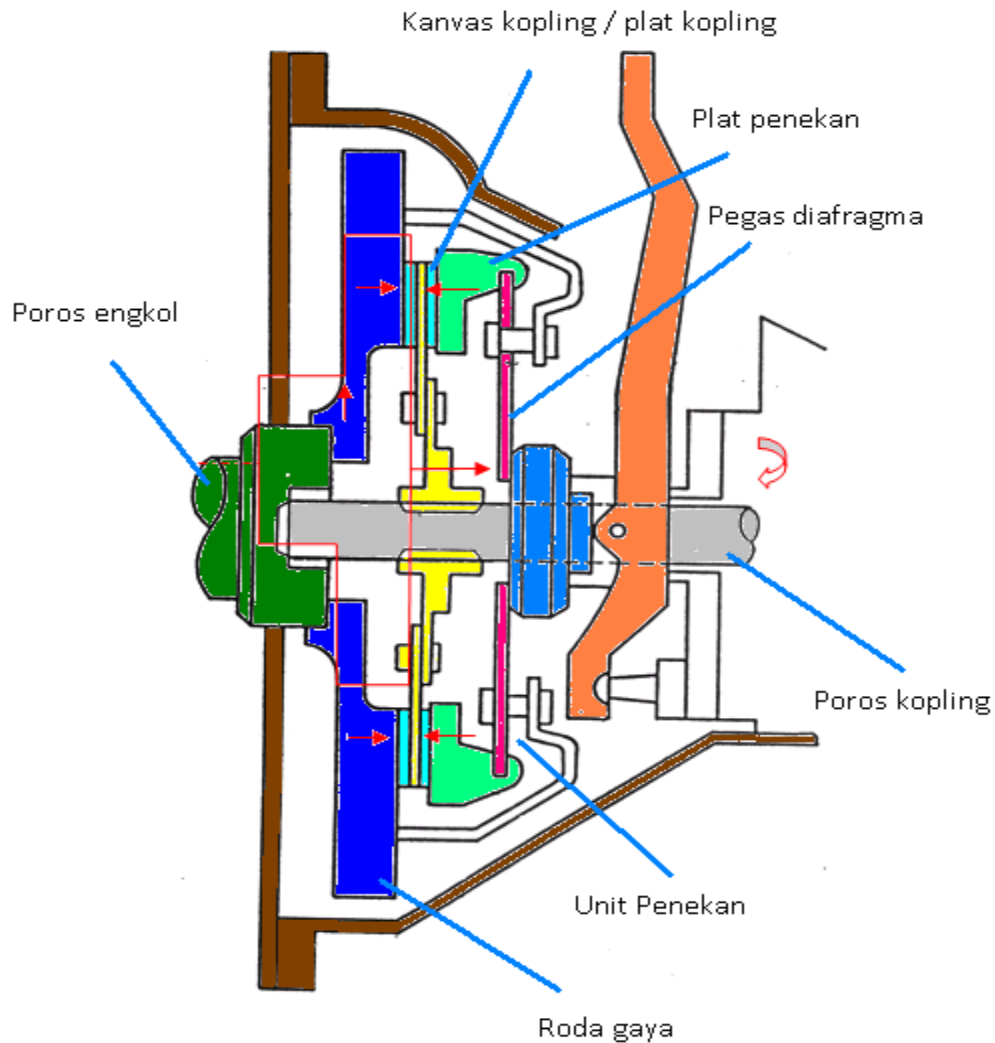
Contoh : Kopling kering plat tunggal dengan pegas diafragma



## 2. Cara Kerja Kopling

Contoh : Kopling plat tunggal dengan diafragma

### a. Posisi Terhubung



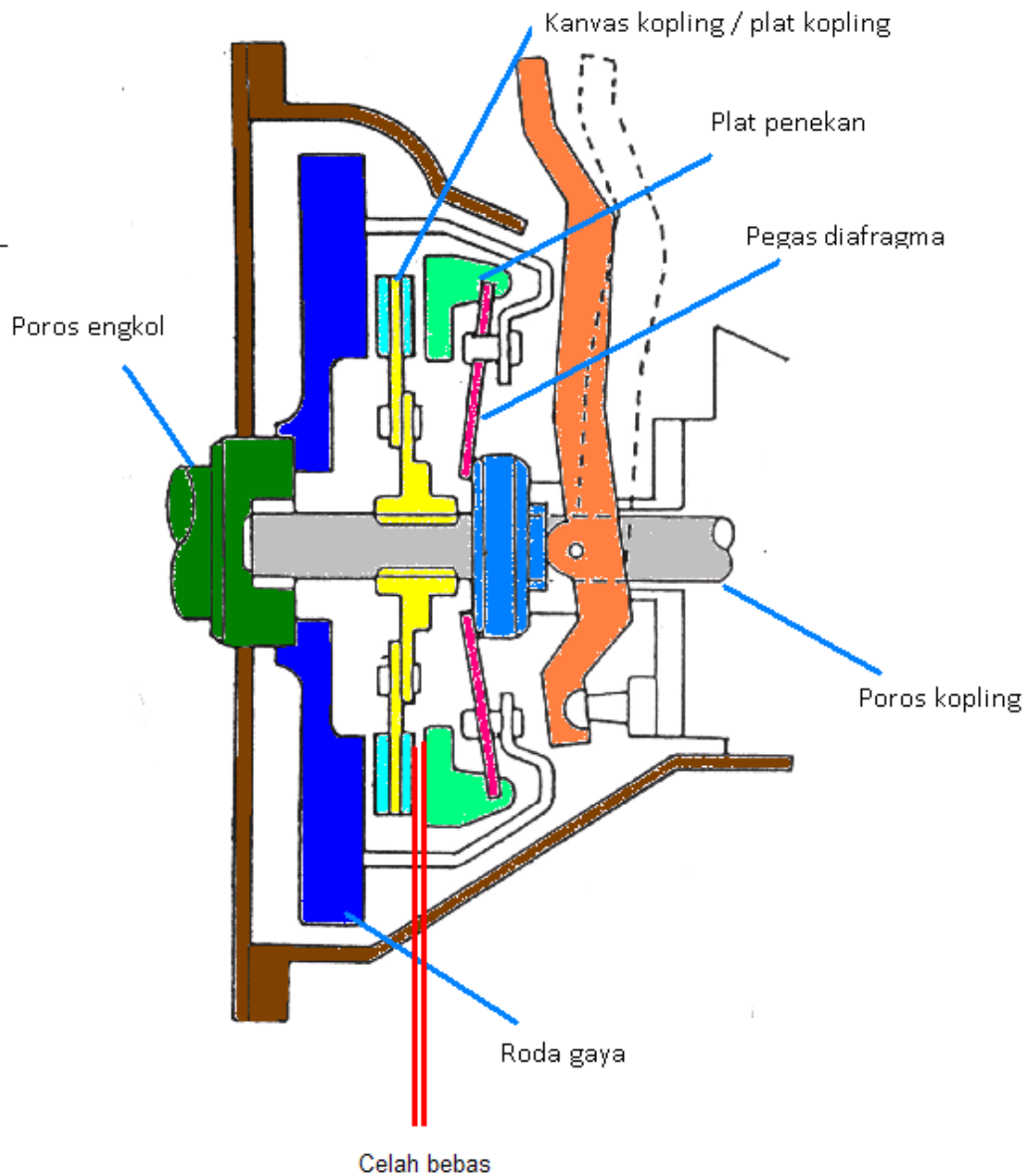
Pegas penekan diafragma menekan plat penekan sehingga plat penekan terhubung / tertekan

Kanvas kopling terjepit diantara roda gaya dan plat penekan, putaran motor dapat dipindahkan ke poros kopling.





## b. Posisi terlepas



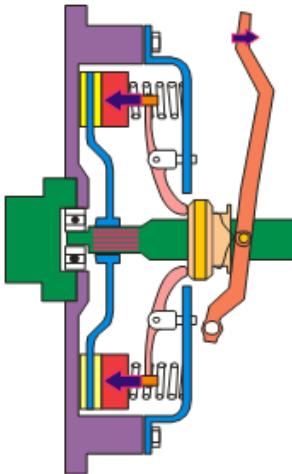
Pegas penekan diafragma mengungkit plat penekan sehingga plat kopling bebas dari penekanan.

Kanvas kopling bebas dari penekan/jepitan, putaran motor tidak dapat dipindahkan ke poros kopling.



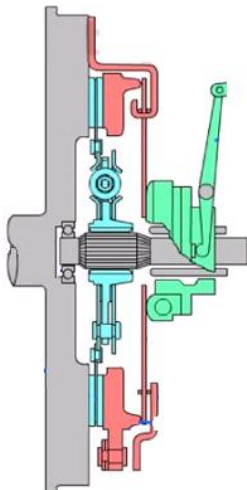
## 1. 3. Jenis Kopling

### 3.1Kopling plat tunggal dengan pegas diafragma



- Gaya penekan pada pedal kopling lebih ringan
  - Penekan terhadap plat kopling lebih merata
  - Banyak digunakan dewasa ini
- ☞ Catatan :
- Bantalan tekan harus selalu bekerja dengan baik

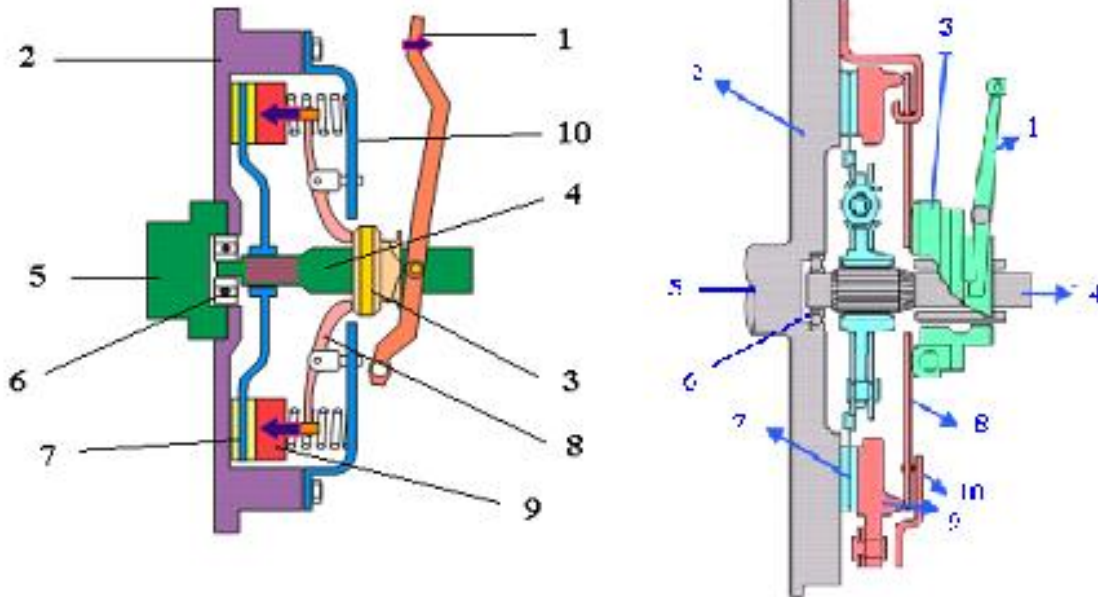
### 3.2Kopling plat tunggal dengan pegas koil



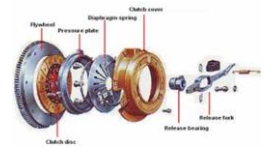
- Gaya penekan pada pedal kopling terlalu besar
- Konstruksi rumit dan terlalu mahal
- Penekan tidak merata, jika salah satu lengan penekan rusak
- Konstruksi ini tidak diproduksi lagi ( untuk mobil kecil )



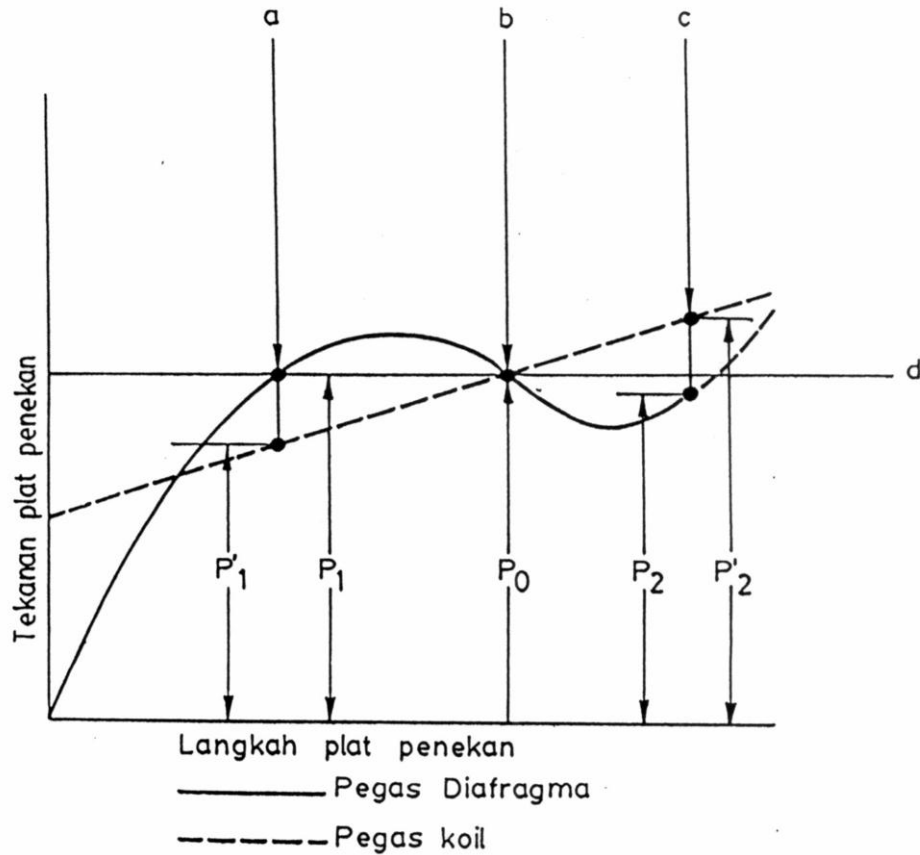
## 2. 4. Kontruksi Kopling Plat Tunggal Berpegas Diafragma Dan Koil



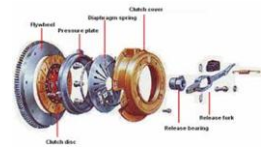
1. Tuas pembebas
2. Bantalan tekan
3. Pegas kopling
4. Plat tekan
5. Unit penekan
6. Roda gaya
7. Poros engkol
8. Plat kopling
9. Poros kopling
10. Rumah kopling



## 3. Perbandingan Gaya Diafragma Dengan Koil



- a. = Posisi plat penekan dengan plat kopling yang sudah aus pada batas limit
- b. = Posisi plat penekan dengan plat kopling baru
- c. = Posisi plat penekan saat pedal kopling diinjak penuh
- d. = Tekanan normal plat penekan pada saat kopling terhubung



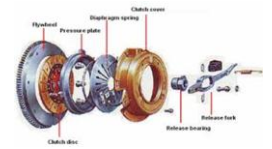
## Kesimpulan

- Tekanan plat penekan dengan pegas diafragma lebih besar dibanding dengan menggunakan pegas koil pada keadaan kanvas kopling aus / menipis
- Tekanan plat penekan untuk kedua pegas sama, jika kanvas plat kopling masih baru
- Gaya yang diberikan untuk membebaskan kopling dengan pegas koil lebih besar dibanding yang menggunakan pegas diafragma

## Keuntungan

Untuk plat kopling tunggal dengan pegas diafragma

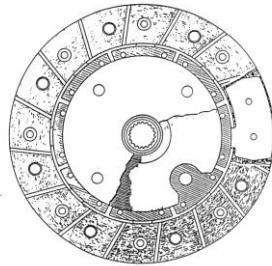
- Tekanan plat penekan selalu normal pada perubahan tebal kanvas
- Tekanan pedal pada saat membebaskan kopling lebih kecil dibanding kopling dengan pegas koil
- Penekan lebih merata terhadap kanvas kopling



## 6. Jenis Kanvas Kopling berdasarkan bahan dibedakan menjadi 2

### 6.1 Kanvas Asbes

Bahan kanvas : Paduan asbes dengan logam



Tuntutan / persyaratan :

- Tahan terhadap panas
- Dapat menyerap panas
- Tahan terhadap gesekan

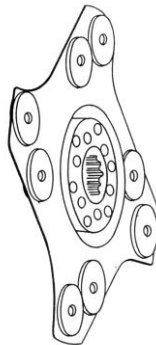
Penggunaan : Kendaraan pada umumnya yang bertugas ringan dan sedang

Contoh : Kendaraan penumpang dan barang

Alur – alur kanvas berguna :

- Menampung kotoran debu yang terdapat pada roda gaya dan plat tekan
- Sebagai ventilator

### 6.2 Kanvas Keramik



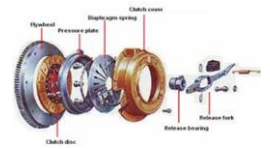
Bahan : Paduan keramik dan logam

Tuntutan/Peryaratan :

- Tahan terhadap panas yang tinggi
- Tahan terhadap gesekan yang tinggi

Penggunaan : Kendaraan bertugas berat  
Contoh : Traktor (Boldozer)

Catatan : • Jarang digunakan • Harganya mahal

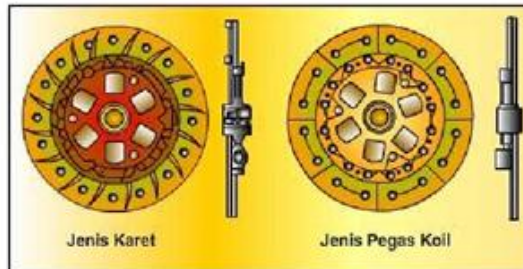


## 4. 7. Piringan Kopling ( Disc Plate )

### Pegas Piringan Kopling

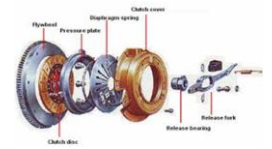
Pada piringan kopling terdapat 2 macam pegas

#### 7.1 Pegas radial



- Tuntutan/ Persyaratan :
- Mampu memegas dengan baik
  - Elastisitas harus tinggi (untuk bahan karet)
  - Mampu menerima gaya lingkaran
- Kegunaan :
- Meredam getaran/kejutan saat kopling mulaiterhubung sehingga kopling dapat terhubungdengan lembut
- Pemasangan :
- Diantara plat yang duduk pada poros dan plat Pemegang kanvas

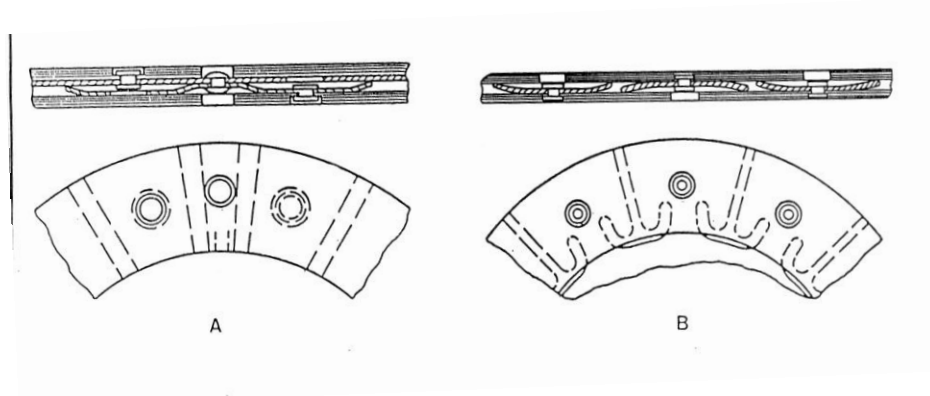




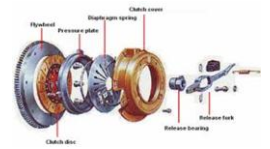
## 7.2 Pegas aksial

Pegas aksial adalah pegas pada piringan kopling

5.

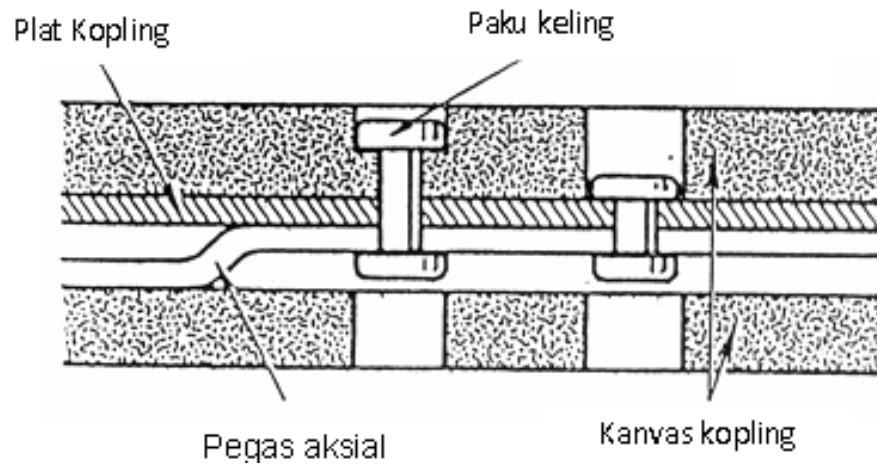


- Konstruksi : A = Plat bentuk E  
B = Plat bentuk W
- Tuntutan/persyaratan : Mampu memegas di antara kedua kanvas yang di keling
- Kegunaan : Untuk meneruskan tekanan plat penekan terhadap kedua plat secara perlahan-lahan sehingga kopling dapat terhubung dengan lembut
- Penggunaan : Pada kendaraan-kendaraan penumpang (Sedan, dan lain – lain )



6. 8. Paku Keling

7.



8.

9.

10.

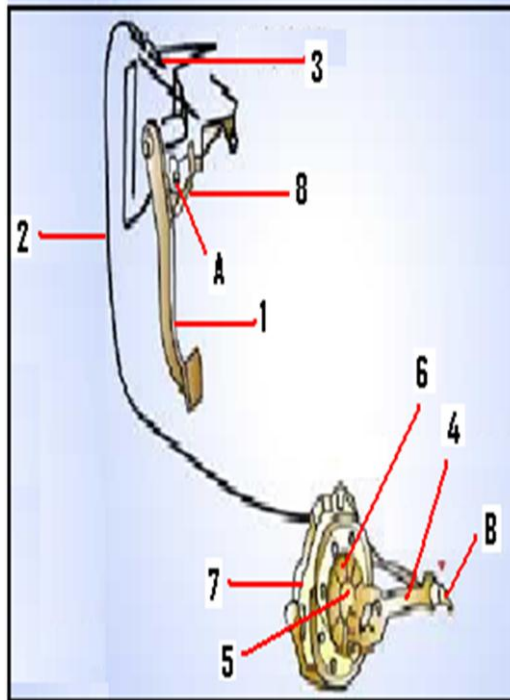
- Kegunaan :
- Mengklem antara plat piringan kopling dengan pegas aksial
  - Memegang antara kanvas kopling dan plat dengan pegas aksial

- Tuntutan/persyaratan :
- Mampu menahan gaya lingkaran
  - Bahan lebih lunak dari plat tekan maupun rodagaya



11. 9. Sistem Penggerak Kopling
12. Sistem penggerak kopling ada 2 macam
- 13.

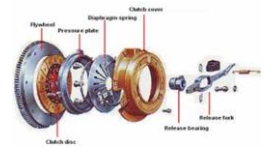
## 9.1 Penggerak kopling mekanis



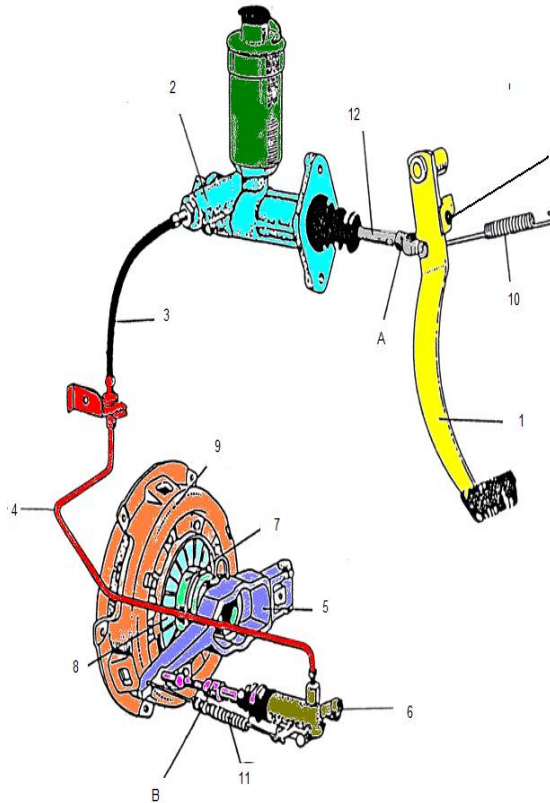
1. Pedal kopling
2. Kabel kopling
3. Penghantar kabel
4. Tuas pembebas
5. Bantalan tekan
6. Pegas diafragma
7. Rumah kopling
8. Pegas pengendali pedal

A = Penyetel tinggi pedal kopling

B = Penyetel kebebasan tuas pembebas kopling

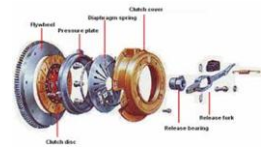


## 9.2 Sistem Penggerak Kopling Hidraulis

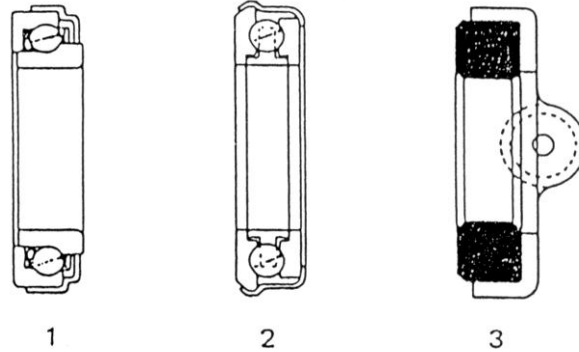


1. Pedal kopling
2. Master silinder kopling
3. Pipa tekanan fleksibel
4. Pipa tekan baku
5. Silinder kopling
6. Tuas pembebas
7. Bantalan tekan
8. Pegas diafragma
9. Rumah kopling
10. Pegas pengembali pedal kopling
11. Pegas pengembali tuas pembebas
12. Tuas master silinder/push rod

- A. Penyetel kebebasan tuas pendorong master kopling
- B. Penyetel kebebasan tuas pembebas
- C. Penyetel tinggi pedal

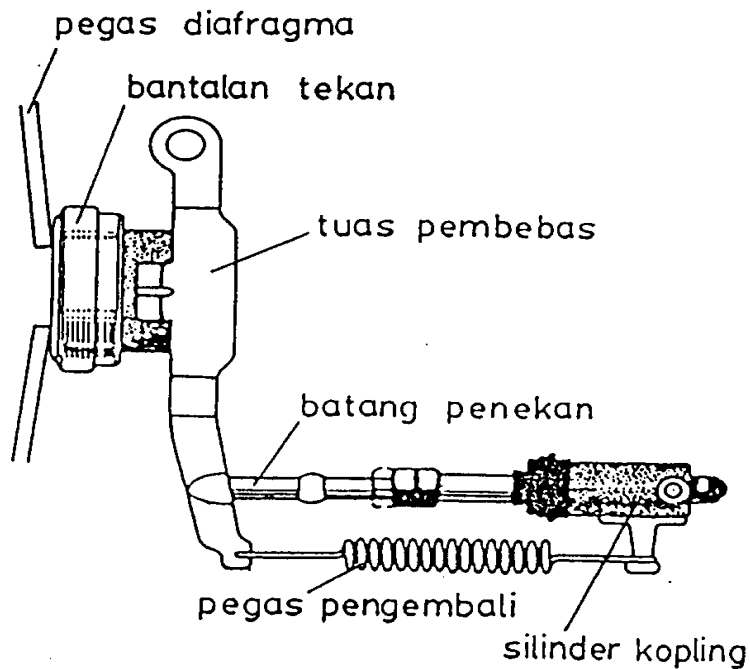


## 14. 10. Macam – Macam Bantalan Tekan



- 1) Tipe bola penyudut, mampu menerima beban aksial dan menyudut
- 2) Tipe bola menghadap, hanya mampu menerima beban aksial
- 3) Tipe graphite (Karbon), tidak diperlukan pelumas

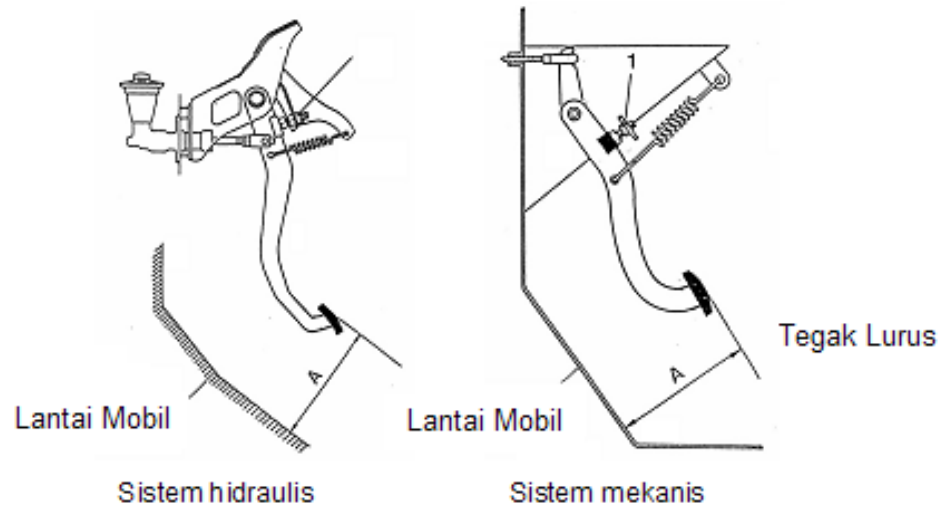
Fungsi Bantalan Tekan, menekan pengungkit + pegas / pegas diafragma kopling.





Tuntutan : • Mampu meneruskan tekanan tuas pembebas  
Dapat memutar dalam kondisi menekan

## 11. Penyetelan Kebebasan Kopling



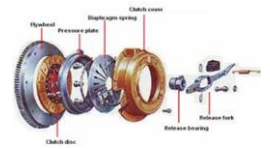
Penyetel tinggi pedal kopling

Ukuran tinggi pedal tidak sama pada semua kendaraan, sebaiknya lihat manual

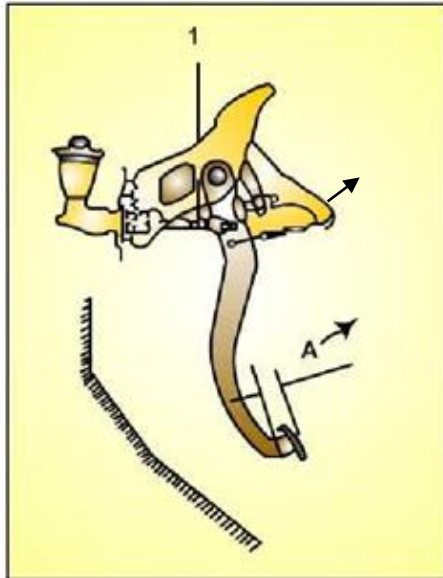
Penyetelan : Dilakukan pada baut penyetel (1) sebagai pembatas langkah baliknya pedal

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 aus



## a. Kebebasan silinder



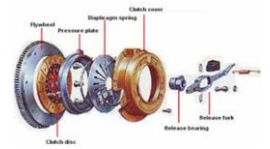
- 1 Batang pendorong dan mur penyetel master
  - A. Jarak bebas batang pendorong terhadap piston master silinder kopling melalui pedal kopling  $\approx 2-3$  mm.  
 $A \approx 20$  mm = 2 cm

Penyetelan : Batang pendorong dapat diputar maju/mundur dan dikunci oleh kedua mur

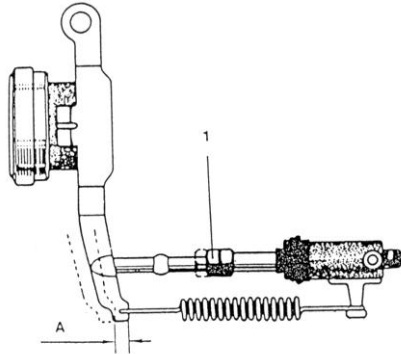
Kegunaan : Agar posisi piston master kembali sampai batas ring penahan saat pedal tidak ditekan (Bebas)

Catatan : Kebebasan pada pedal harus dapat dibedakan

1. Kebebasan batang pendorong master silinder
1. Kebebasan tuas pembebas kopling (Garpu) pada silinder kopling
2. Kebebasan 1 dan 2 adalah kebebasan pedal (A)



## b. Kebebasan Tuas Pembebas (Garpu)



1. = Batang pendorong dan mur penyetel pada silinder kopling

A. = Jarak pembebas tuas pembebas (antara bantalan tekandanpegas kopling)

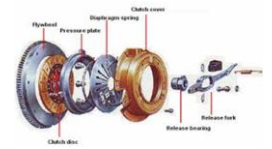
Penyetelan : Batang pendorong silinder kopling dapat diputar maju/mundur dan dikunci oleh kedua mur penyetel

Kegunaan : Agar bantalan tekan tidak berhubungan dengan pegas diafragma maupun dengan penekan (pada jenis pegas koil) pada saat pedal kopling bebas

Catatan : Kebebasan tuas pembebas  $\approx$  2-3 mm

- Bila kebebasan nol maka bantalan tekan dan pegas diafragma dengan penekan pegas koil akan cepat rusak





## 12 Job Sheet Praktik : Over haul kopling

### Tujuan

Peserta didik dapat

- Membongkar kopling
- Memeriksa kerusakan komponen-komponen kopling
- Memasang kembali komponen-komponen kopling dengan benar

### ALAT :

- Alat pengangkat mobil
- Penyangga dan penyangga transmisi

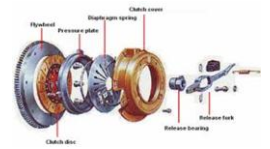
### BAHAN :

- Mobil kijang
- Vet grafit
- lap

### WAKTU :

- instruksi : 1 jam
- latihan : 1 1/2 jam

- Kotak alat
- Set kunci sok
- Lampu kerja
- Alat pengisi oli
- Bak oli



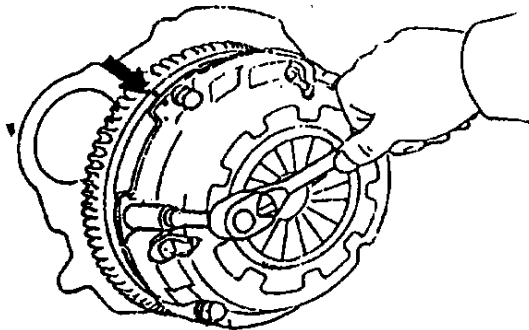
## KESELAMATAN KERJA

- Hati-hati sewaktu melepas transmisi, jangan sampai jatuh
- Hindari tumpahan oli pada baterai

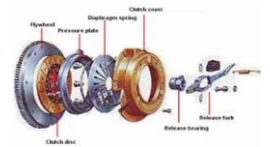
## LANGKAH KERJA

### 1. Pembongkaran

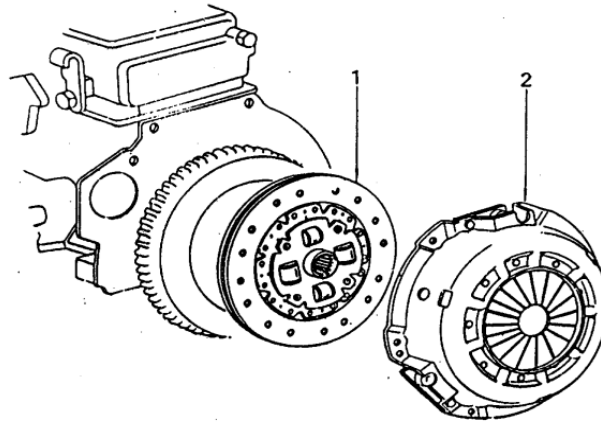
- lepas terminal negatif pada baterai
- Angkat mobil dan pasang penyangga
- Lepas karet penutup tongkat pemindah gigi transmisi



- Keluarkan unit kopling dari roda gaya

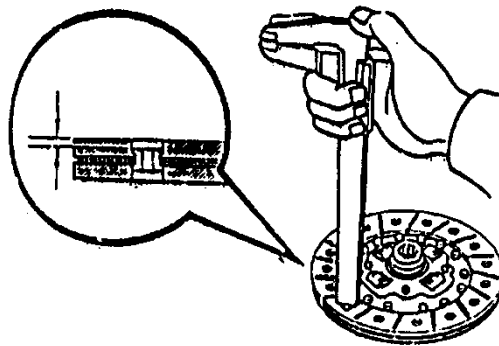


1. Plat kopling
2. Unit penekan

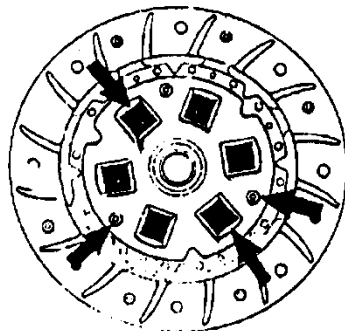


## 2. Pemeriksaan

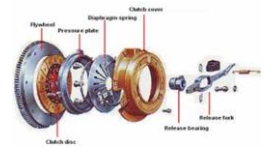
### a. Plat kopling



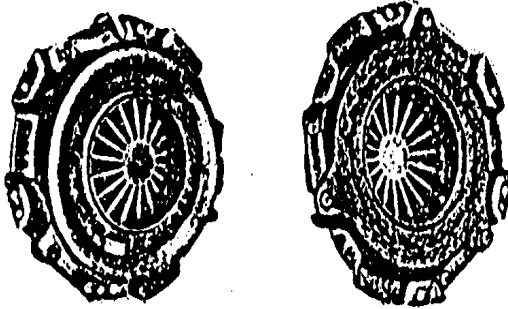
- Kondisi kanvas (jika terbakar atau kotor oli ganti)
- Tebal kanvas dengan paku keling, minimal 0,3 mm



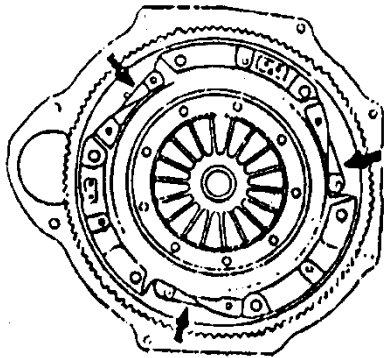
- Kondisi naf terhadap kelonggaran
- Kondisi karet/pegas (pecah atau longgar, ganti)



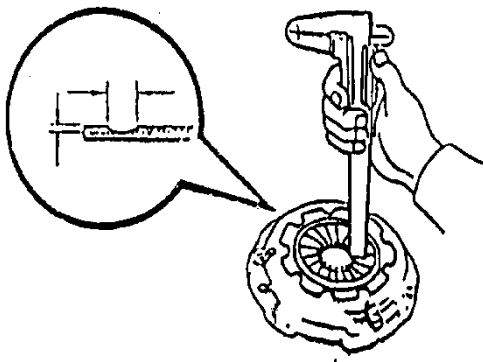
## b. Unit penekan



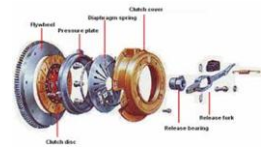
- Kondisi permukaan gesek, aus atau goresan – goresan yang berlebihan perbaiki dengan mesin bubut
- Kondisi pegas diafragma (retak, miring)



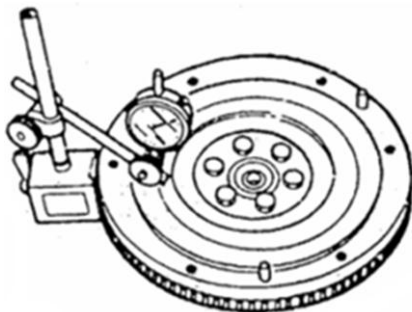
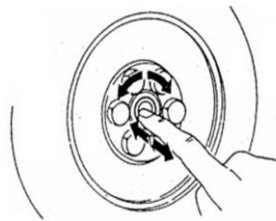
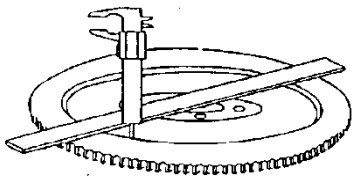
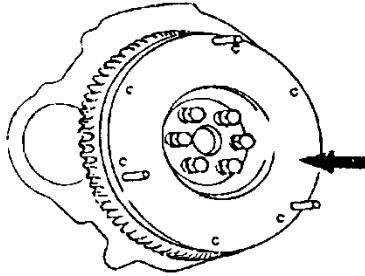
- Kondisi pegas strip atau pemegang unit penekan kemungkinan retak atau keling longgar



- Keausan ujung pegas diafragma maksimum
  - a). Kedalaman : 0,6 mm
  - b). Lebar : 5,0 mm

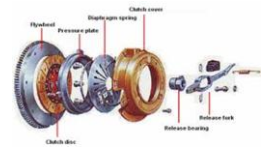


## c. Roda gaya dan kelengkapannya

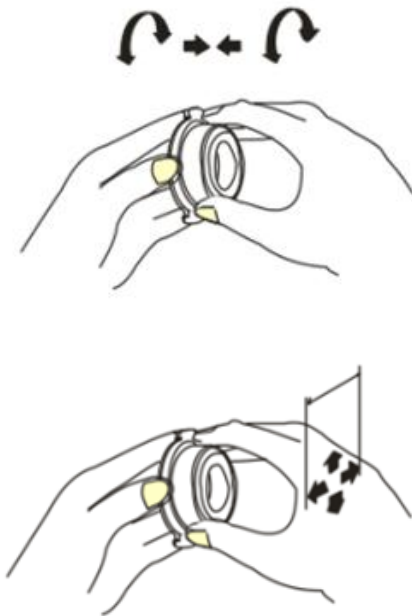


- Kondisi permukaan gesek tergores atau aus (ukurlah !)
- Kondisi cincin gigi starter terhadap kerusakan
- Kebocoran pada sil oli poros engkol
- Kondisi bantalan pilot (macet, kebebasan)
- Lakukan pengukuran kerataan plat kopling dengan straight edge dan filler gauge. Ketidakrataan max adalah 0.5 mm.
- 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 run-out fly wheel. Dengan dial indikator periksalah run-out fly wheel! Bila run-out melebihi 0.2 mm, gantilah fly wheel.

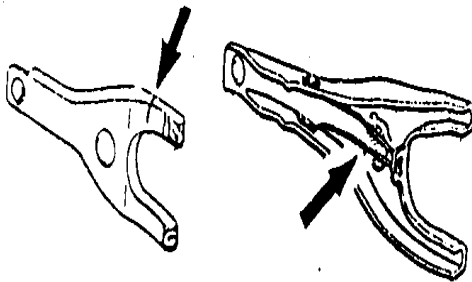


## d. Bantalan ( release bearing )

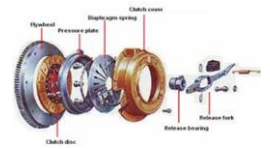


- Putar bearing dengan tangan dan berilah tenaga pada arah axial. Jika putaran kasar dan atau terasa ada tahanan sebaiknya ganti Kondisi bantalan pembebas kemungkinan macet atau longgar
- Tahan hub dan case dengan tangan kemudian gerakkan pada semua arah untuk memastikan self-centering system agar tidak tersangkut. Hub dan case harus bergerak kira-kira 1 mm. Jika kekocakan berlebihan atau macet sebaiknya diganti dengan yang baru
- Jangan mencuci bantalan pembebas dengan bensin atau solar

## e. Garpu pembebas

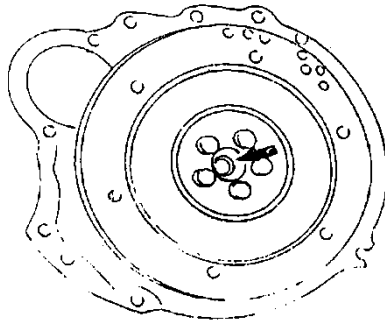


- Kondisi garpu pembebas dan kedudukannya (retak atau keausan, ganti)
- Kondisi pegas pengikat bantalan & garpu pembebas (lemah, putus)



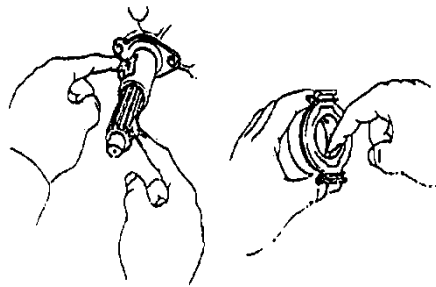
## 3. Pemasangan

- Lakukan langkah pemasangan sesuai dengan urutan kebalikan dari langkah pembongkaran, sedangkan langkah – langkah yang perlu diperhatikan dalam pemasangan adalah :

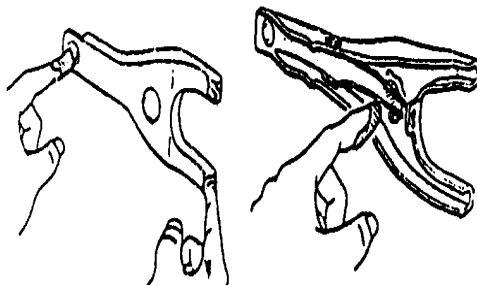


*Beri vet sedikit pada bagian bagianberikut*

- Bantalan pjilot pada roda gaya

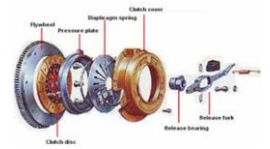


- Alur busing bantalan pembebas
- Alur – alur poros input transmisi



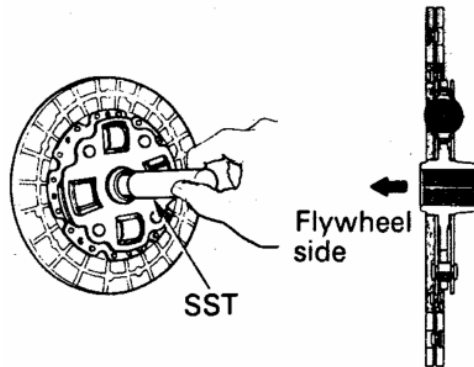
- Tempat persinggungan antara garpu pembebas dengan busing
- Tempat pivot garpu pembebas

Gunakan vet grafit atau vet yang tahan terhadap temperatur tinggi

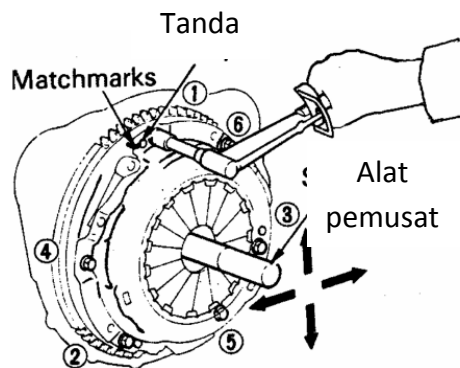


## 3.1 Petunjuk pemasangan

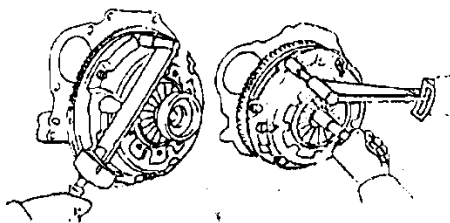
### \* Plat Kopling



- Perhatikan arah pemasangan plat kopling (bagian menonjol di belakang)
- Hindarkan plat kopling dari oli atau gemuk
- Kertas gosok sedikit permukaan bidang gesek plat kopling & roda gaya

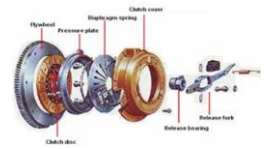


- Kembalikan tanda pemasangan unit kopling
- Gunakan alat pemusat kopling sewaktu memasang unit kopling, bila plat kopling tidak disenter maka poros input transmisi tidak bisa masuk pada bantalan pilot



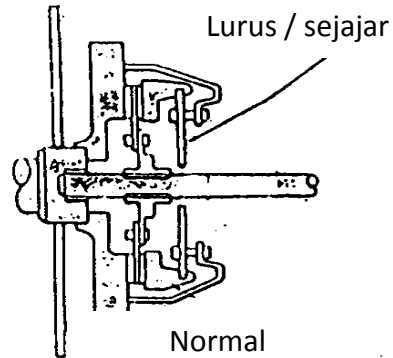
- Kencangkan baut – baut unit penekan roda gaya secara bertahap dan menyilang



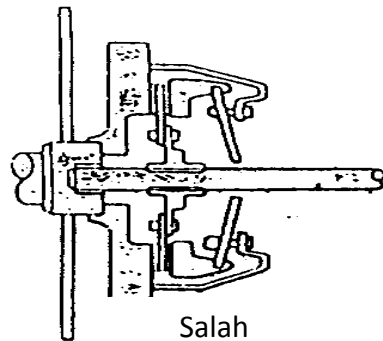


## 3.2 Step kontrol unit kopling

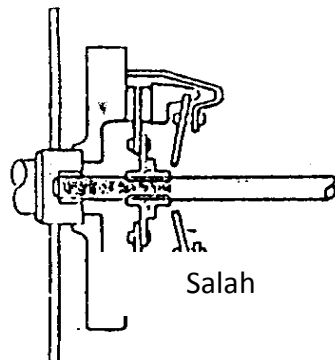
\* Dudukan pegas diafragma terhadap pemasangan



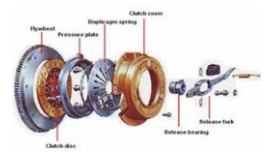
- Pemasangan unit kopling yang normal, bila pegas diafragma sama tingginya dan sejajar dengan roda gaya



- Bila plat kopling tipis atau permukaan bidang gesek dan unit penekan aus, maka pegas diafragma tidak sejajar sehingga ujung pegas diafragma lebih menonjol keluar



- Ujung pegas diafragma agak ke dalam bila plat kopling lebih tebal dari ukuran standar pada roda gaya dan unit penekan



## 13. Job Sheet Praktik Penyetelan Gerak Bebas Kopling

### Tujuan pelajaran

Menyetel gerak bebas kopling berbagai sistem penggerak kopling

#### ALAT

- Kotak alat
- Lampu kerja
- Alat penyangga mobil
- Penyangga

#### BAHAN

- Mobil

#### WAKTU

- Instruksi : 1 jam
- Latihan : 1 ½ jam

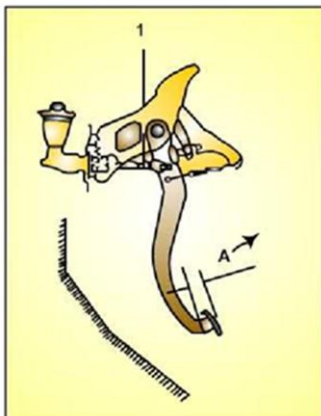
\* Ada bermacam – macam sistem penggerak kopling, pada dasarnya dapatdibedakan :

- Sistem penggerak dengan gerak bebas (kebanyakan mobil)
- Sistem penggerak dengan penyetelan otomatis (mis. Corolla GL)

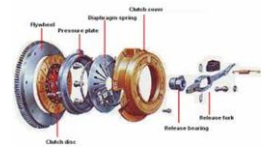
⇒ Sistem penggerak kopling ada yang mekanis ( kabel ) dan ada yang hidraulis

### Penyetelan Sistem Penggerak Kopling Dengan Gerak Bebas

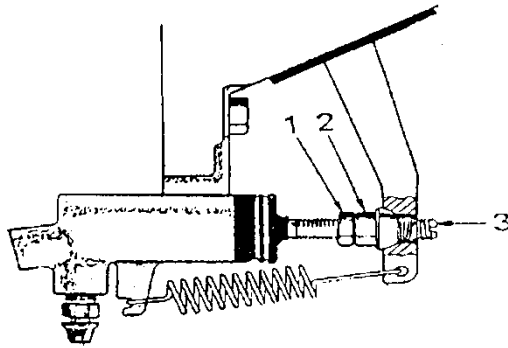
- Periksa kebebasan pada pedal, biasanya  $\approx 20$  mm



## Sistem Kopling



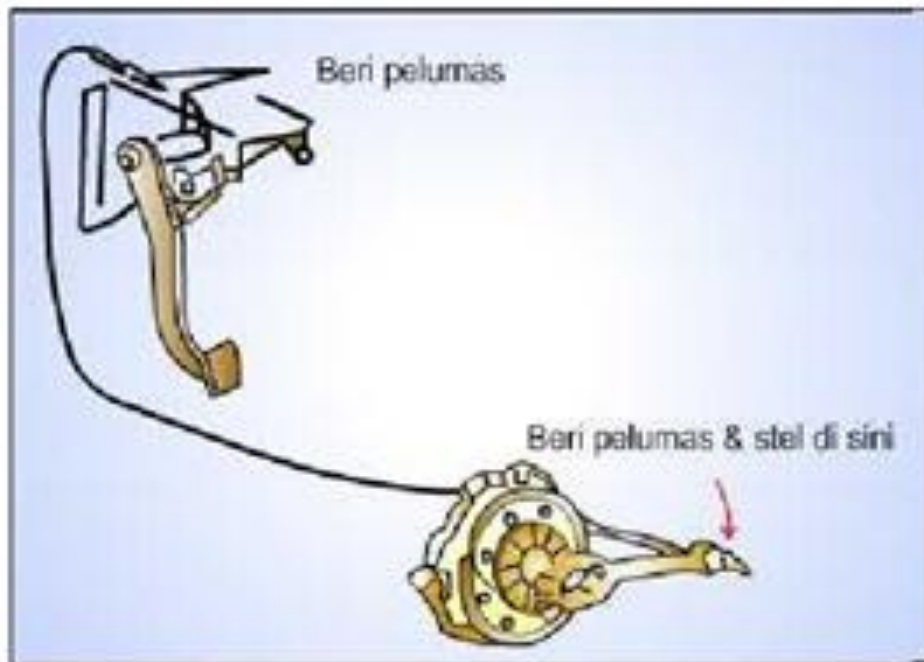
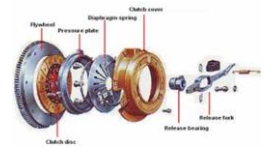
Pada sistem penggerak hidrolis, letak sekrup penyetel biasanya pada batang penekan silinder kopling.



1. Mur kontra
2. Mur penyetel
3. Batang penekan

Pada sistem penggerak mekanik biasanya dipakai kabel. Bagian penyetel dapat terletak pada ujung kabel di atas atau di bawah

Contoh : Toyota Kijang / Corolla DX



### **Mengapa gerak bebas kopling dapat berubah dan perlu distel ?**

Keausan pada kanvas kopling menyebabkan pengurangan gerak bebas. Jika tidak ada gerak bebas, kopling berada dalam keadaan seperti ditekan sedikit, akibatnya kopling *mulai slip*.

### **INFORMASI TAMBAHAN : PENYETELAN GERAK BEBAS KOPLING**

### **Mengapa pada kopling sistem penggerak hidraulis yang baru distel, gerak bebasnya dapat hilang setelah pedal kopling ditekan beberapa kali ?**

Gerak bebas hilang karena batang penekan pada silinder master tidak ada celahnya. Akibatnya :

Pada saat pedal dilepas, torak master tidak dapat kembali sampai pembatasnya. Lubang kompensasi antara silinder dan reservoir tertutup oleh sil primer.

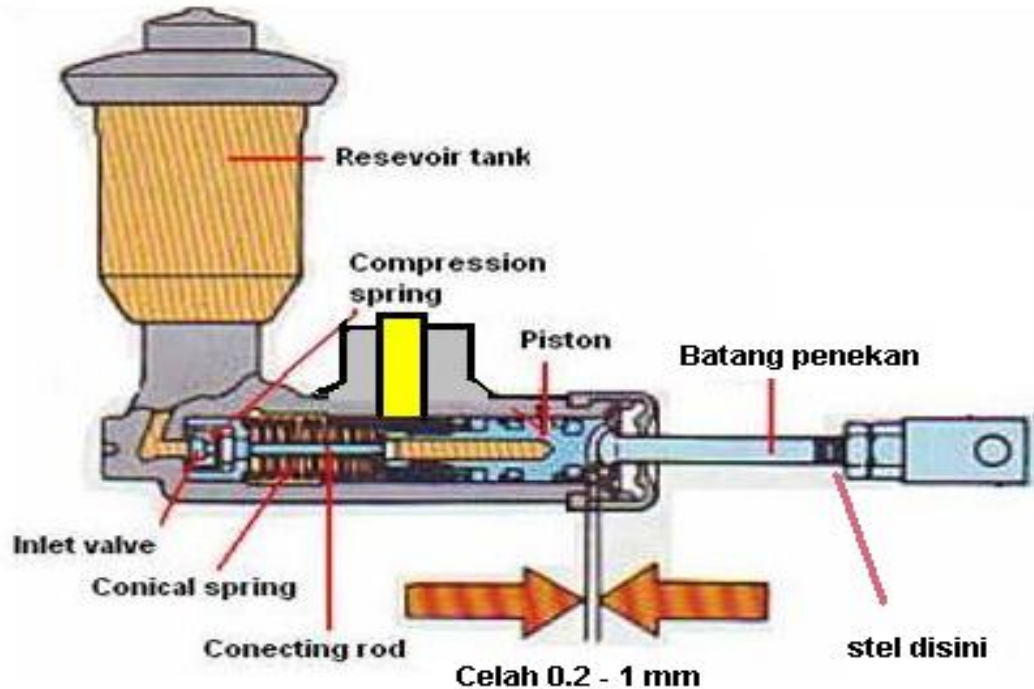
Cairan rem dari silinder kopling tidak dapat mengalir kembali ke reservoir, maka tekanan dalam sistem hidrolis tidak akan hilang dengan sempurna

Kopling masih sedikit tertekan, walaupun pedalnya dilepas.

# Sistem Kopling



Penyetelan dasar pada batang penekan selinder master :

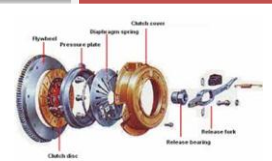


- 15.
- 16.
- 17.
- 18.

## 2.4.2.2.3.c.Rangkuman

1. Fungsi dari kopling Menghubung dan memutuskan putaran / tenaga dari motor ke transmisi
2. Jenis kopling yang banyak digunakan pada kendaraan ringan adalah Kopling plat tunggal berpegas diafragma dan coil
- 3 Ditinjau dari sistem penggeraknya, kopling dibedakan menjadi:
  - a) Sistem penggerak mekanis
  - b) System penggerak hidraulis

- 19.
- 20.

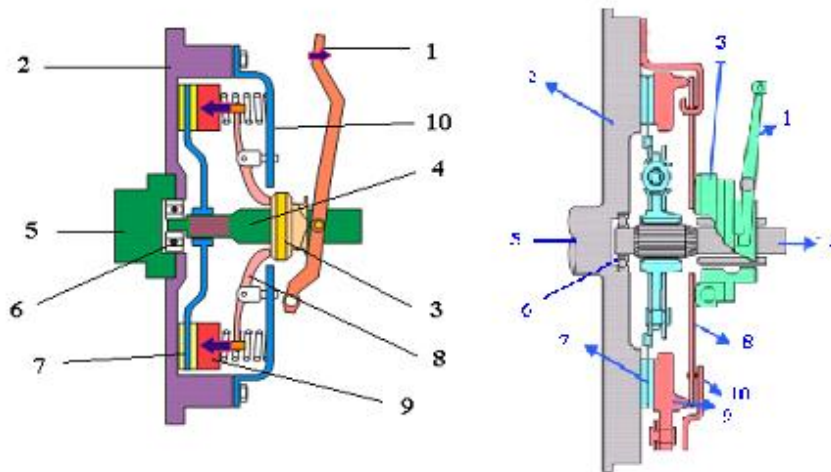


- 21.
- 22.
- 23.

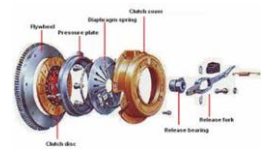
## 2.4.2.2.4. Tugas

Bentuklah kelompok belajar kemudian amati cara kerja kopling, Sebutkan dan jelaskan gangguan utama dari kopling yang saudara ketahui Gunakan format isian data yang ada pada lembar kerja. Hasil kerja kelompok secara bergantian dipresentasikan didepan guru dan teman dikelas.

## 2.4.2.2.5. Tes Formatif



1. Sebutkan bagian – bagian dari kopling plat tunggal berpegas diafragma dan coil !



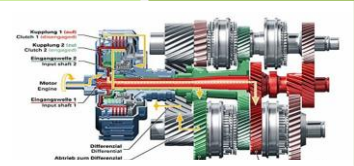
## 2.4.2.2.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

- .....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## 2.4.2.2.7. Lembar Kerja Peserta Didik

Alat dan Bahan

1. Penggaris
2. Spidol
3. Pensil
4. Kertas Manila



## 2.4.2.3. 3. Kegiatan Belajar 3: TRANSMISI MANUAL

### 2.4.2.3.1.a. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar 3 ( materi transmisi manual) peserta didik mampu melaksanakan pemeriksaan, perawatan dan perbaikan transmisi manual sesuai dengan prosedur dan hasil kerja yang memenuhi standar di dunia kerja.

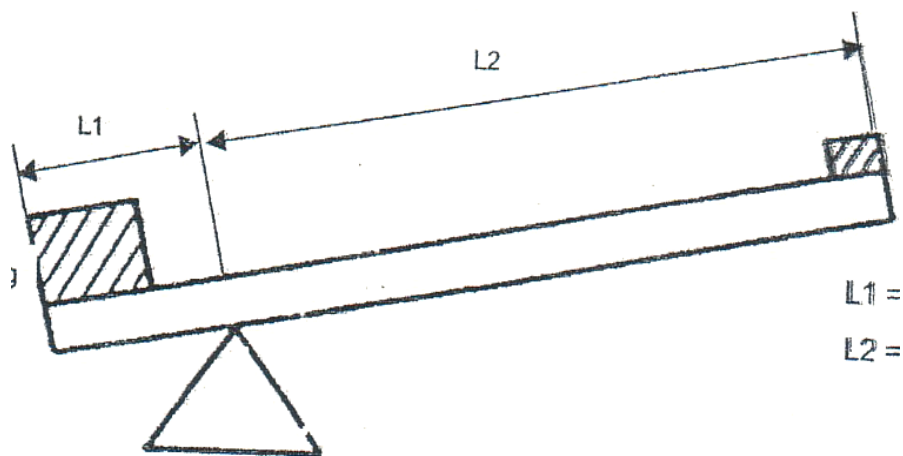
### 2.4.2.3.2.b. Uraian Materi

Materi transmisi manual membahas tentang fungsi, konstruksi dan cara kerja transmisi manual yang digunakan pada kendaraan serta melatih cara pemeriksaan fungsi, pembongkaran, pemeriksaan komponen-komponen transmisi, perakitan dan penyetelan sesuai dengan standar.

Fungsi transmisi pada kendaraan adalah untuk mendapatkan momen yang berubah-ubah, yaitu merubah momen putar input transmisi menjadi momen putar output transmisi melalui perbandingan susunan gigi pada transmisi.

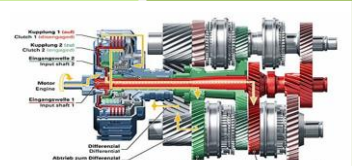
## 1. Prinsip Dasar Kerja Transmisi

### a. Lengan

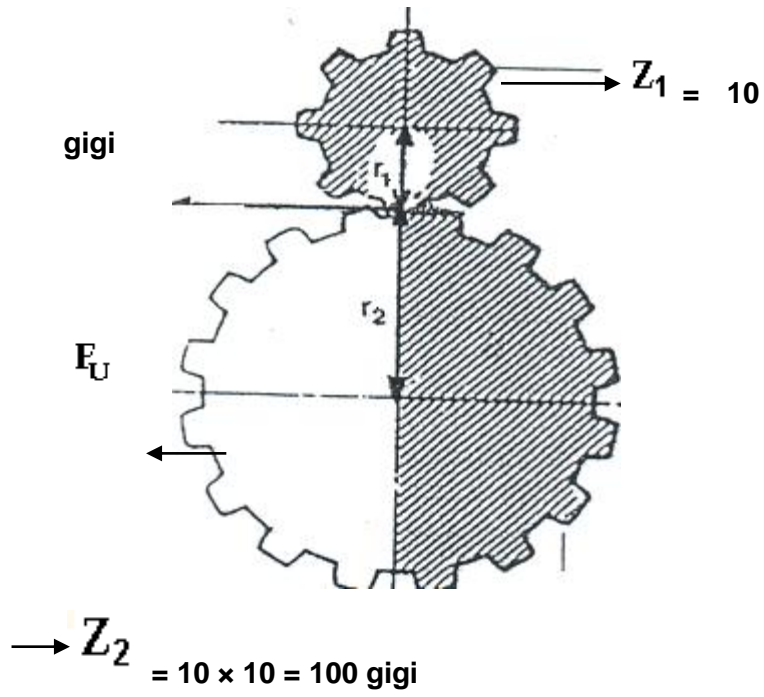


Lengan pengungkit yang panjang memungkinkan pemindah beban berat dengan terangga yang kecil.



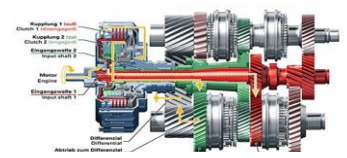


## b. Gigi



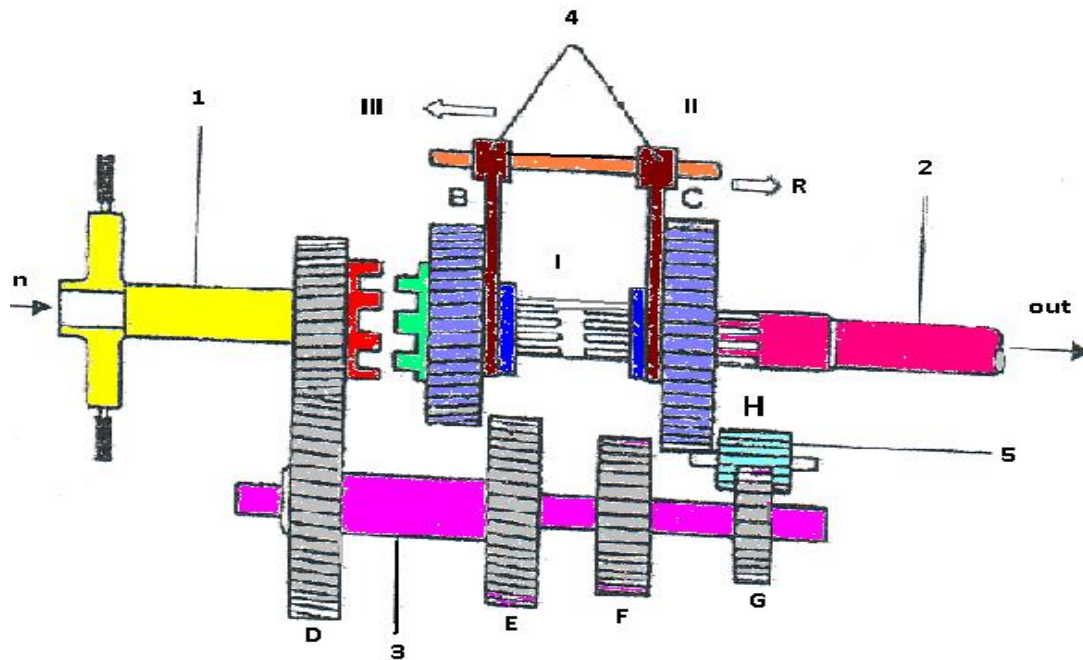
- Putaran cepat
- Momen putar kecil
- Putaran lambat
- Momen putar besar

# Transmisi



- **Bagian – Bagian Utama Transmisi**

Contoh : Transmisi biasa dengan roda gigi geser



1 = Poros koplين / Poros input  
 2 = Poros utama / Poros output  
 3 = poros bantu / Counter Gear

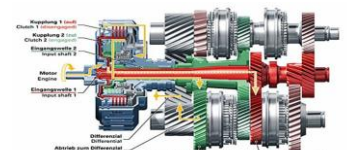
4 = Garpu pemindah  
 5 = Roda gigi balik mundur  
 6 = Reverse Gear

**Gigi 1** = Roda gigi geser ( dihubungkan dengan F maka A–D & F–C berhubungan ( putaran output lambat ).

**Gigi 2** = Roda gigi geser B dihubungkan dengan dengan E ( dilepas ) maka A–D & E–B berhubungan.

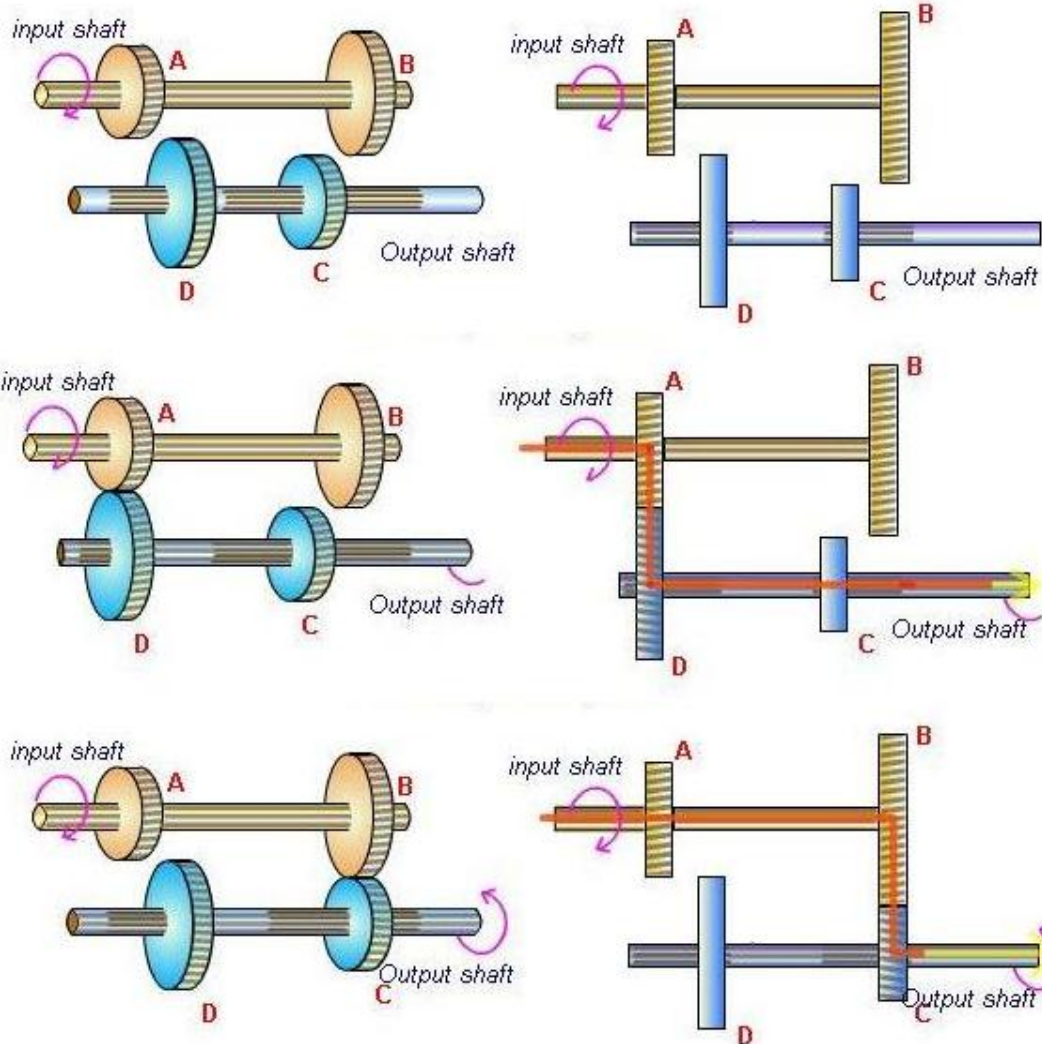
**Gigi 3** = Roda gigi B dihubungkan dengan A ( C dilepas ) maka poros output & input seporos ( putaran output & input sama ).

**Gigi R** = Roda gigi geser ( dihubungkan dengan H ( B lepas ) maka A–D & roda gigi G–H – C berhubungan lawanan )



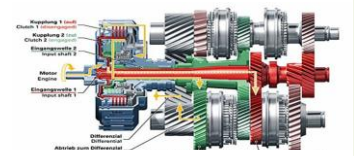
## 3. Macam – Macam Transmisi

### 3.1. Dengan Gigi Geser ( Sliding Gear )

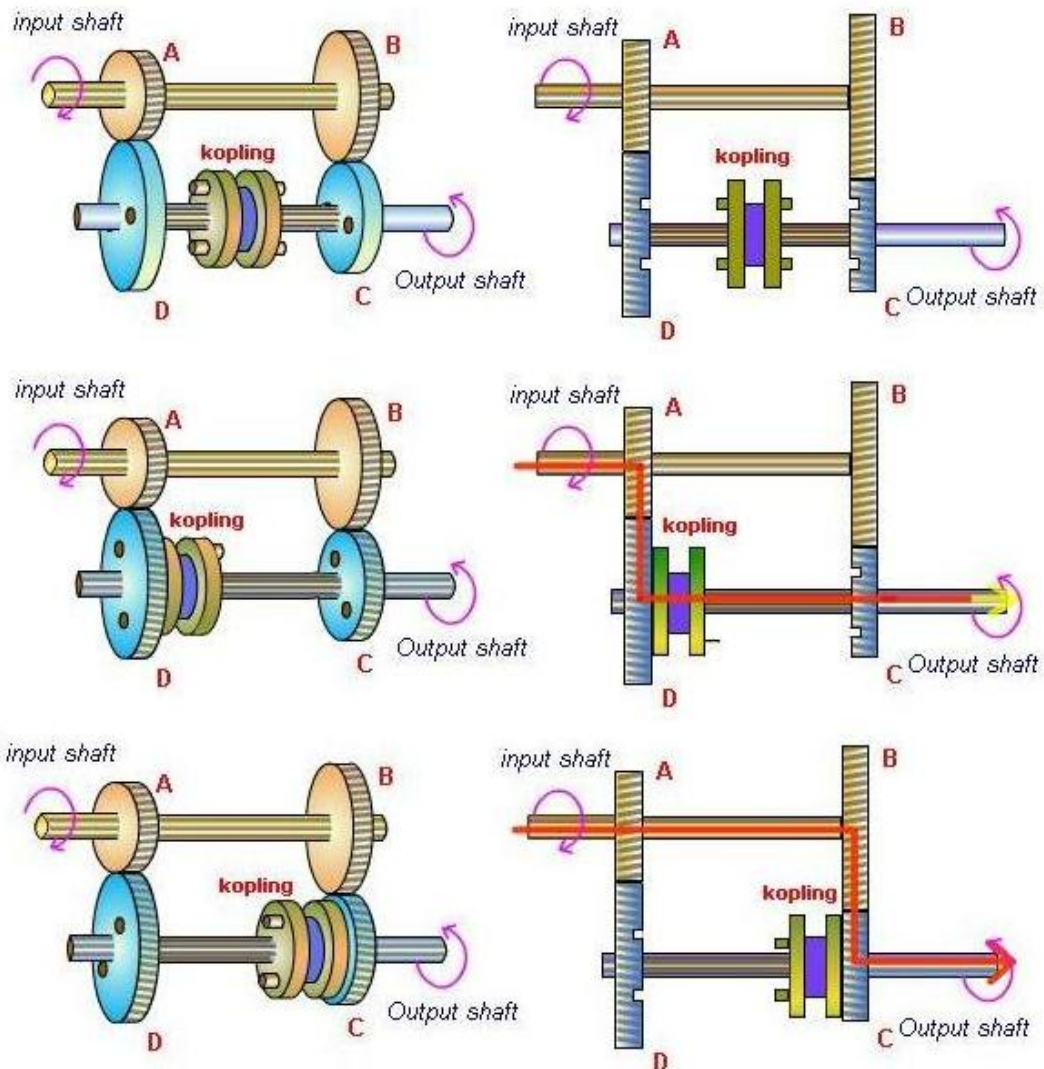


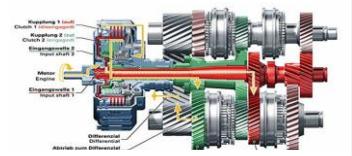
Gigi 1 = Roda gigi A – D dihubungkan, B – C lepas ( putaran output rendah / lambat ).

Gigi 2 = Roda gigi B – C dihubungkan, A – D lepas ( putaran output tinggi / cepat ).



## 3.2. Dengan Gigi Tetap ( Constan Mesh )



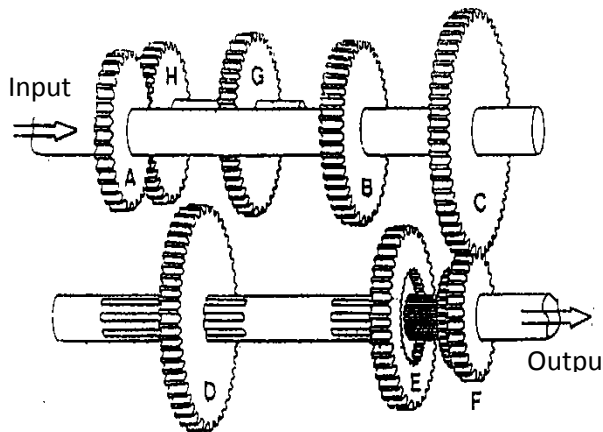


*Gigi 1 = Kopling geser dihubungkan ke roda gigi D ( putaran output lambat / rendah ).*

*Gigi 2 = Kopling geser dihubungkan ke roda gigi C ( putaran output tinggi )*

## 4. Poros pada Transmisi

### 4.1 Transmisi Dua Poros



#### *Kedudukan gigi*

- Poros input

Roda – roda gigi tetap ( permanen )

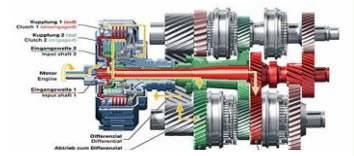
- Poros output

Roda – roda gigi terhubung dan dapat Digeser

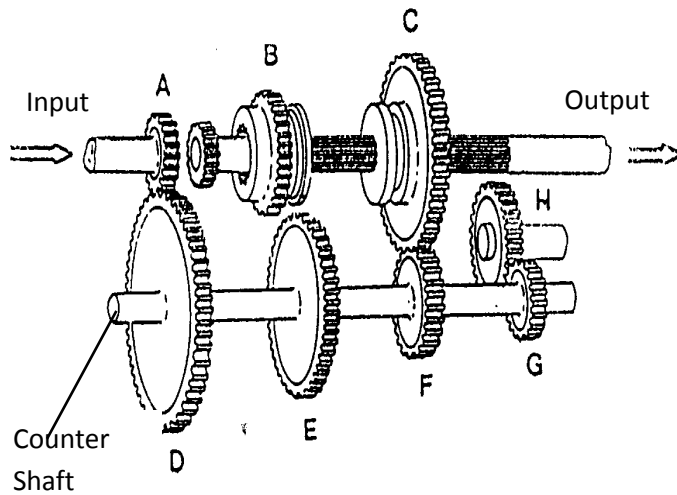
#### *Sistem kerja*

Roda gigi geser menghubungkan posisi gigi ( 1 – 3 dan mundur / R )

Penggunaan : Pada sepeda motor dan kendaraan dengan penggerak roda depan.



## 4.2 Transmisi Tiga Poros



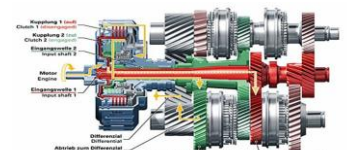
### *Kedudukan gigi*

- Poros input  
Satu roda gigi tetap sebagai penggerak
- Poros Bantu  
Roda – roda gigi ( tetap permanen )
- Poros ouput  
Roda – roda gigi terhubung dapat digeser

Sistem kerja : Gigi geser pada poros output mengatur posisi gigi ( 1 – 3 dan mundur / R )

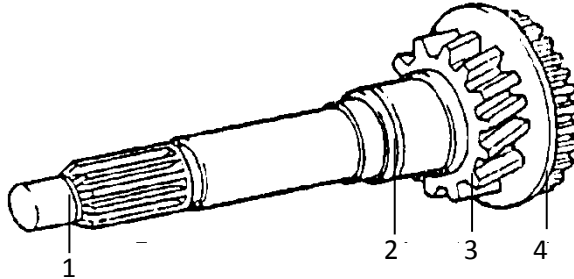
Penggunaan: Pada kendaraan dengan penggerak standart





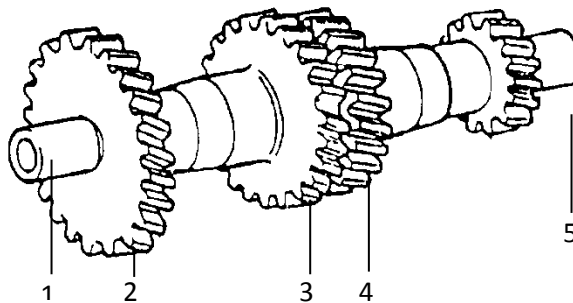
## 5. Poros Pada Transmisi Tiga Poros terdiri dari :

### 5.1 Poros input



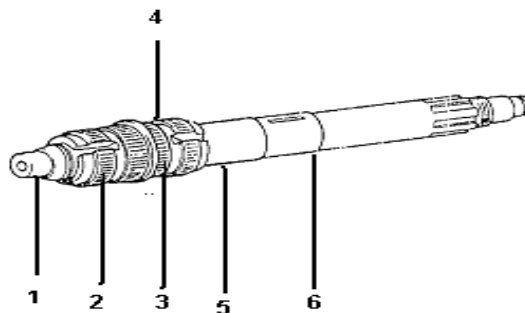
1. Dudukan plat kopling
2. Dudukan bantalan
3. Roda gigi penggerak  
( input )
4. Gigi penghubung tingkat tertinggi  
( tingkat 3 dan 4 )

### 5.2 Poros bantu

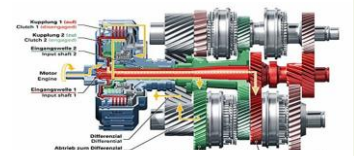


1. Dudukan bantalan
2. Gigi pembanding utama
3. Gigi pembanding tingkat 3
4. Gigi pembanding tingkat 2
5. Gigi pembanding tingkat 1

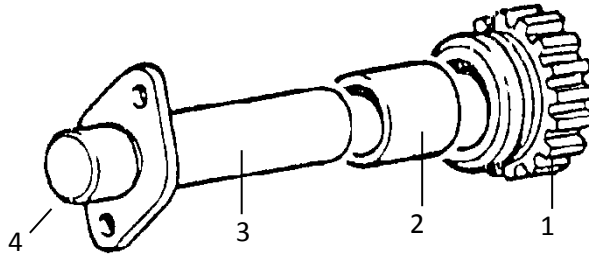
### 5.3 Poros output



1. Dudukan bantalan
2. Dudukan kopling geser 2
3. Dudukan roda gigi bebas tingkat 3
4. Dudukan roda gigi bebas tingkat 2
5. Dudukan kopling geser 1
6. Dudukan roda gigi bebas tingkat 1



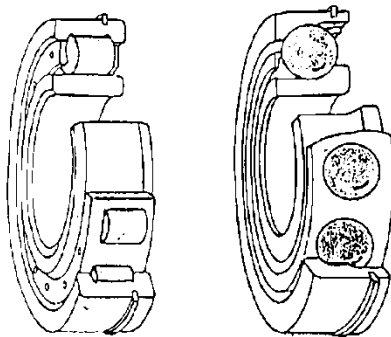
## 5.4 Roda gigi balik



1. Roda gigi balik
2. Bantalan roda gigi balik
3. Poros dudukan roda gigi
4. Pengunci poros

## 6. Bantalan Poros Dan Roda Gigi

### 6.1 Bantalan Bola Dan Rol



*Tuntutan / persyaratan :*

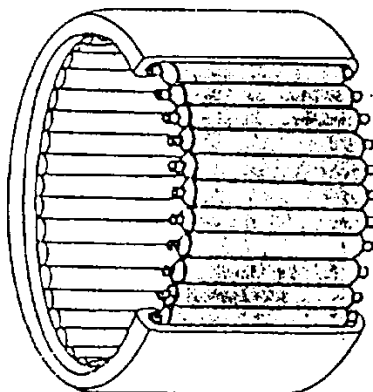
Mampu menerima gaya aksial

Mampu menerima gaya radial

*Pemakaian :*

Pada poros-poros transmisi

### 6.2 Bantalan Jarum



*Tuntutan / persyaratan :*

Memperkecil gesekan roda gigi

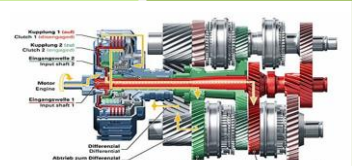
terhadap poros

Mampu menerima gaya radial

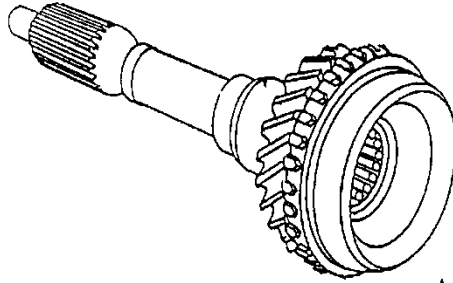
*Pemakaian :*

Pada roda gigi bebas transmisi dengan dudukan bushing





## 6.3. Bantalan pilot



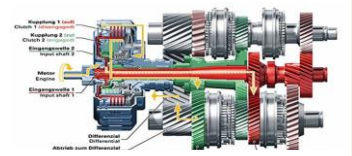
*Tuntutan / persyaratan :*

Mampu menerima beban poros output

Dapat menghubungkan poros output dengan poros input menjadi satu sumbu

*Pemakaian :*

Pada poros input transmisi tiga poros



## 7. Aliran Tenaga

### 7.1 Transmisi Dua Poros

Bagian – bagiannya

1. Poros input
2. Poros output
3. Unit sinkromesh
4. Bantalan rol
5. Bantalan naf
6. Roda gigi pinion

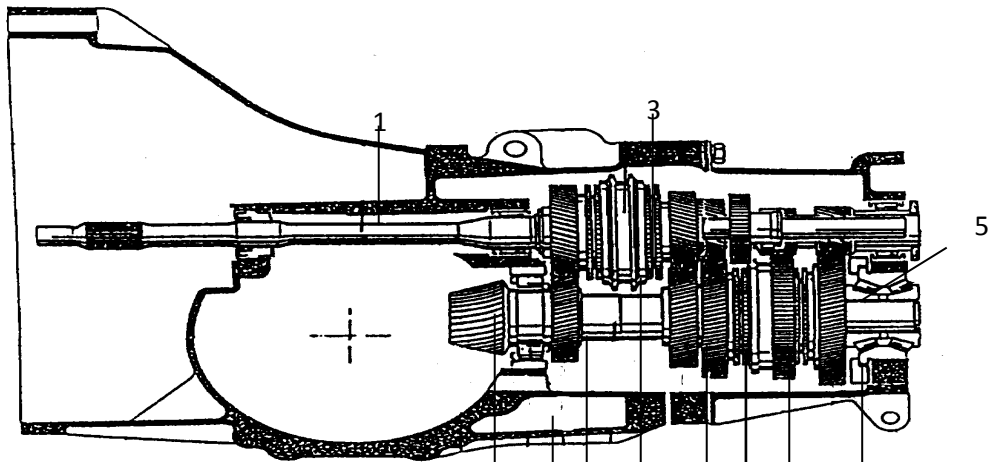
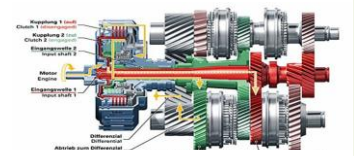


Diagram Posisi Gigi

	6	4	2	
Posisi 1				
Posisi 2				
Posisi 3				
Posisi 4				
Posisi R				



## 7.2 Transmisi Tiga Poros

Bagian – bagiannya :

- |                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| 1. Poros input     | 5. Bantalan bola pada poros |
| 2. Poros bantu     | 6. Bantalan pilot           |
| 3. Bantalan output | 7. Gigi speedometer         |
| 4. Unit sinkromes  | 8. Gigi balik               |

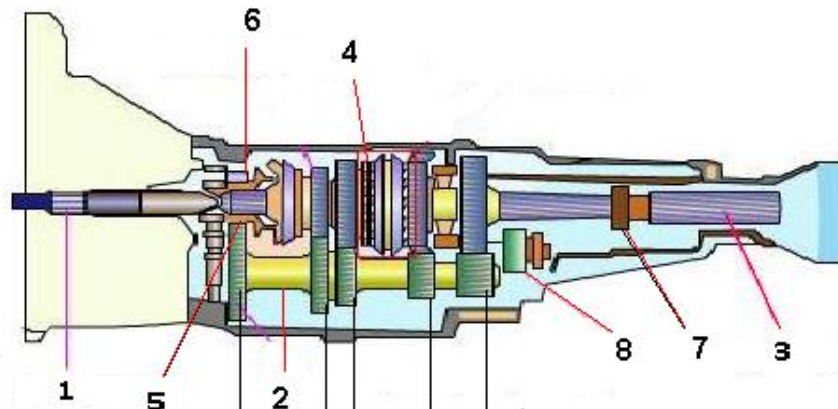
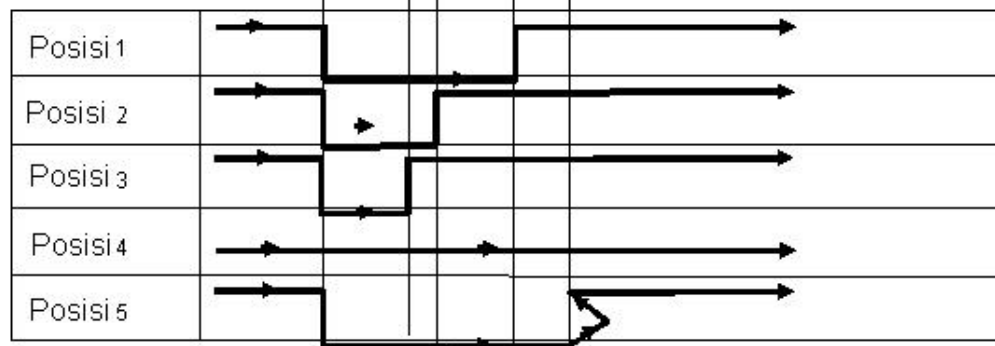
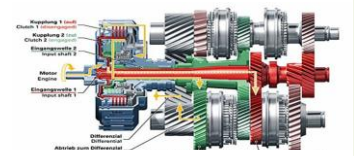


Diagram Posisi Gigi



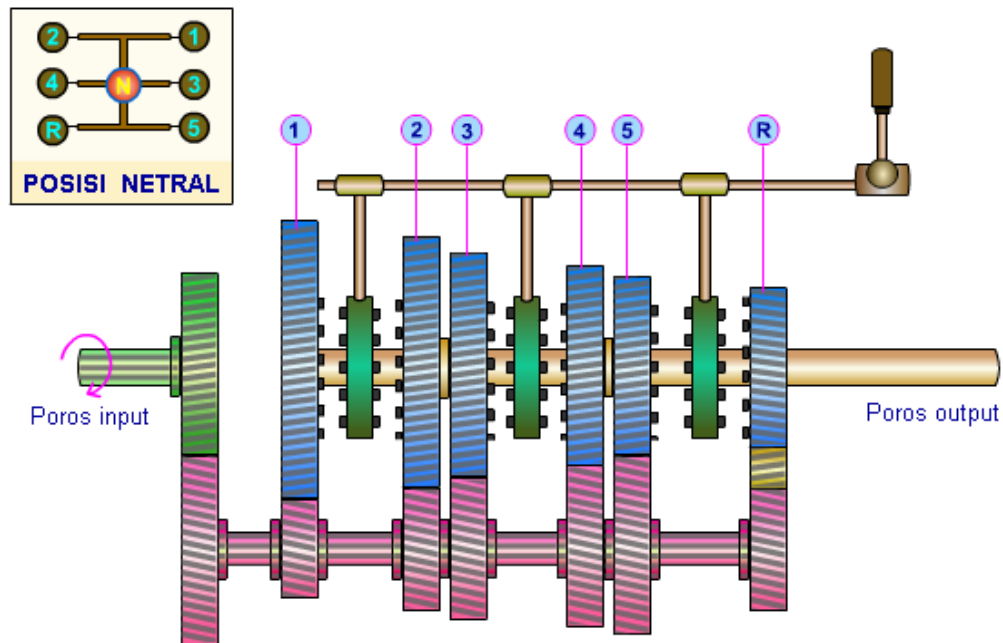


## 8. CARA KERJA TRANSMISI MANUAL

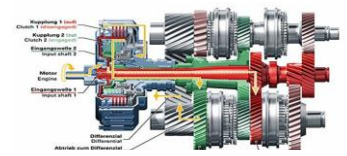
Cara kerja transmisi manual 5 kecepatan.

### 8.1 Posisi Netral (N).

Saat posisi netral tenaga dari mesin tidak diteruskan ke poros *out put*, karena *sincromesh* dalam keadaan bebas atau tidak terhubung dengan roda gigi tingkat.

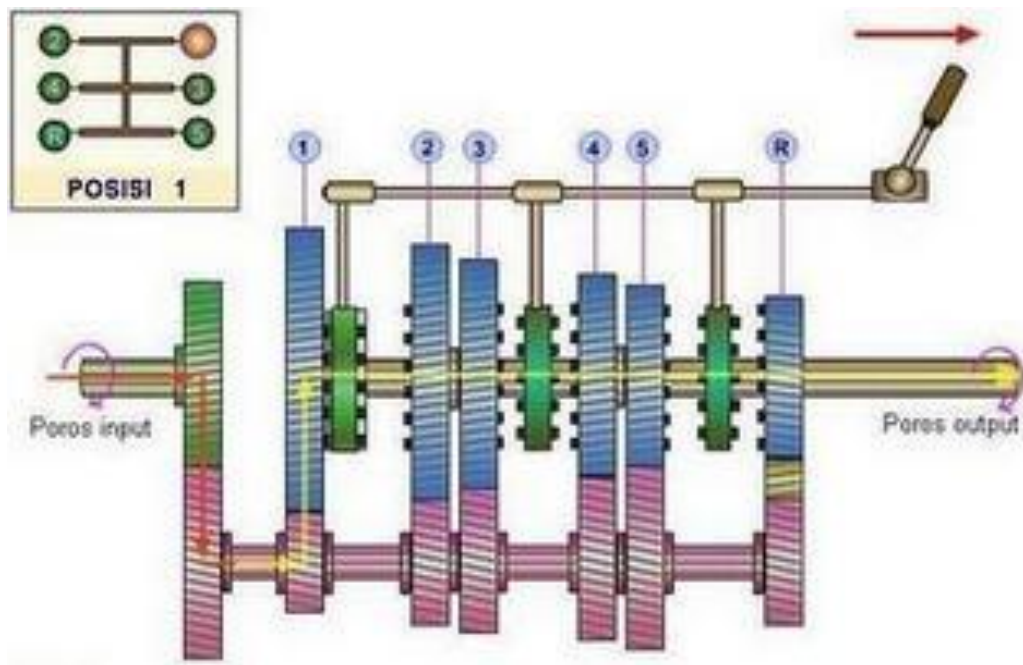


Gambar posisi Netral (N)



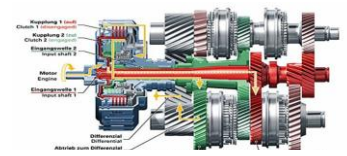
## 8.2 Posisi 1

Jika tuas ditarik ke belakang maka gear selection fork akan menghubungkan unit sincromesh untuk berkaitan dengan gigi tingkat 1. Posisi 1 akan menghasilkan putaran yang lambat tetapi momen pada poros out put besar



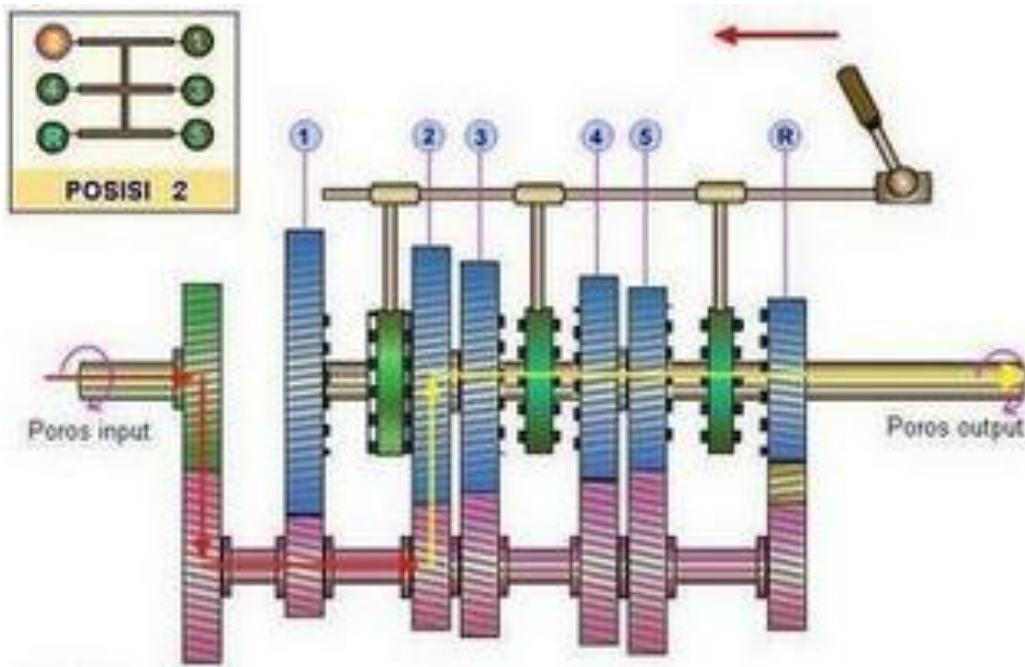
*Aliran tenaga*

*Poros input → gear pemanding utama (primer) → gear pemanding 1 → gear tingkat 1 → unit sincromesh → poros output*



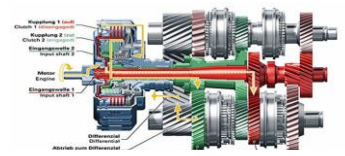
## 8.3 Posisi 2

Tuas didorong ke depan menggerakkan gear selector fork sehingga unit sincromesh berhubungan dengan roda gigi tingkat no 2. Posisi 2 putaran poros out put lebih cepat dibanding pada posisi 1



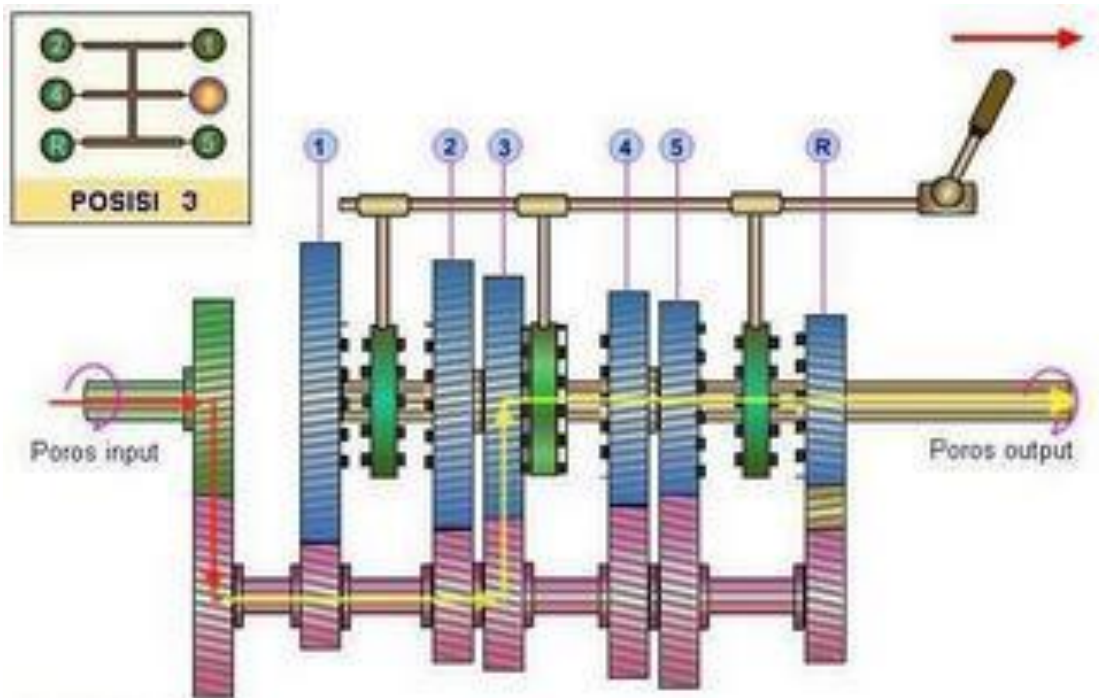
*Aliran tenaga*

*Poros input → gear main shaft → poros gear counter → gear pembeding 2 → unit sincromesh → poros output*



## 8.4 Posisi 3

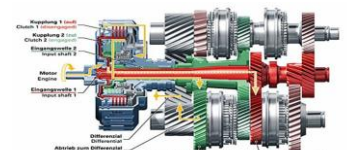
Jika tuas ditarik ke belakang maka gear selection fork akan menghubungkan unit sincromesh untuk berkaitan dengan gigi tingkat 3. Posisi 3 akan menghasilkan putaran yang cepat dibanding posisi 2



Aliran tenaga

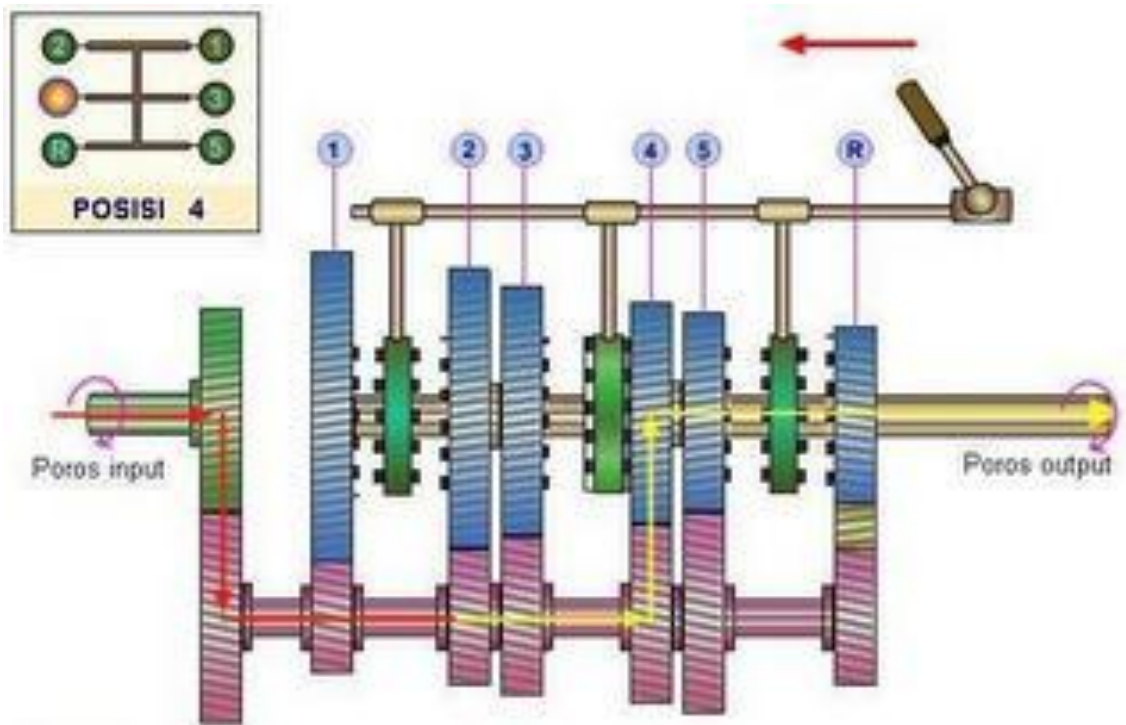
Poros input → gear main shaft → poros gear counter → gear pembeding 3 → unit sincromesh → poros output





## 8.5 Posisi 4

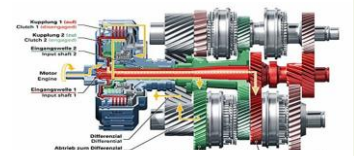
Tuas didorong ke depan menggerakkan gear selector fork sehingga unit sincromesh berhubungan dengan roda gigi tingkat no 4. Posisi 4 putaran poros out put lebih cepat dibanding pada posisi 3



*Aliran tenaga*

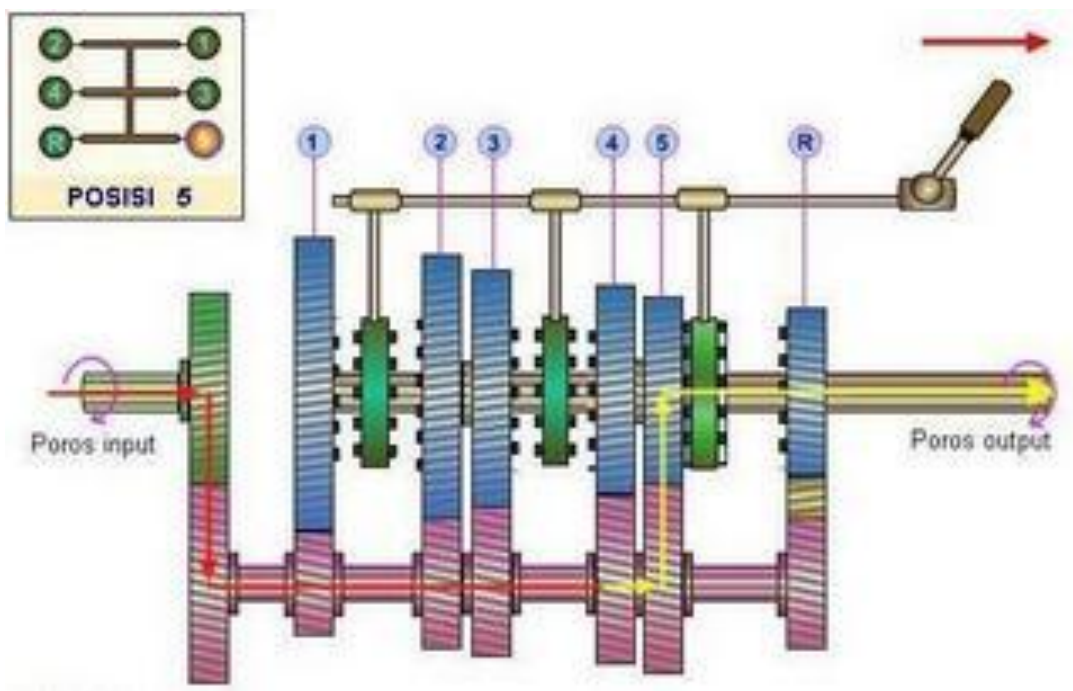
*Poros input → gear main shaft → poros gear counter → gear pembeding 4 → gear tingkat 4 → unit sincromesh → poros output*





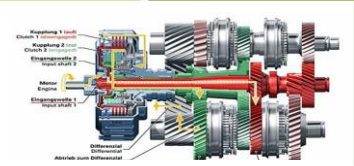
## 8.6 Posisi 5

Tuas ditarik ke belakang menggerakkan gear selection fork sehingga unit sincromesh berhubungan dengan roda no 5. Transmisi pada posisi gigi lima kecepatannya paling tinggi tetapi momen yang dihasilkan pada poros out put paling kecil



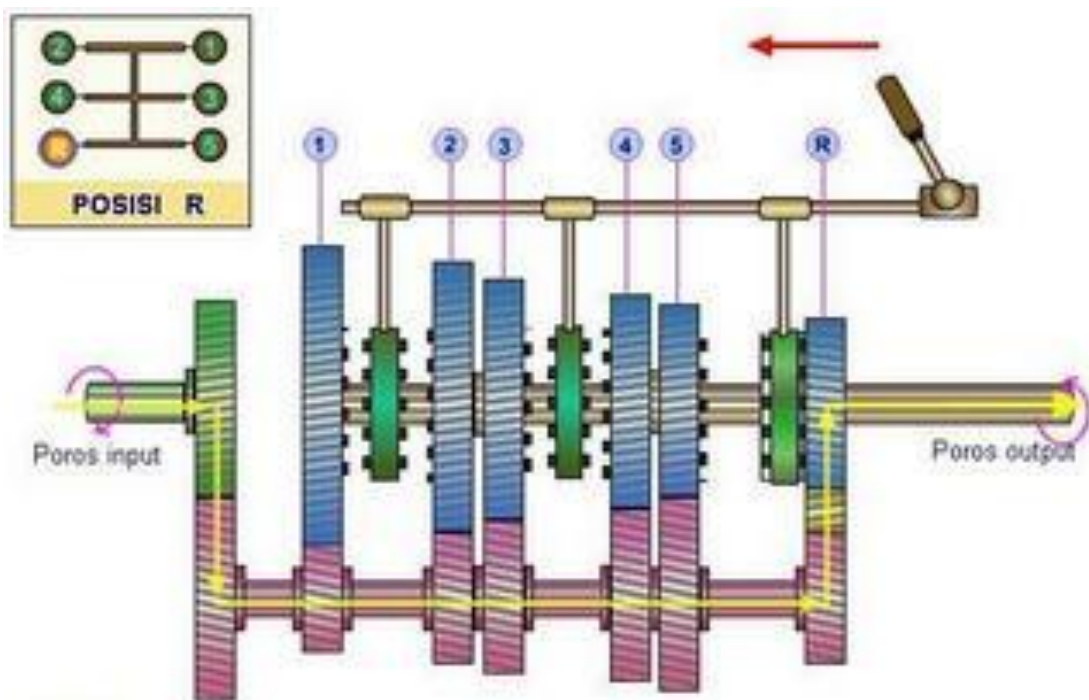
*Aliran tenaga*

*Poros input → gear main shaft → poros gear counter → gear pembeding 5 → gear tingkat 5 → unit sincromesh → poros output*



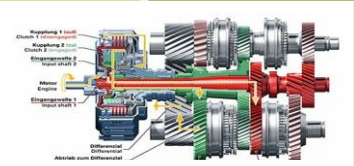
## 8.7 Posisi R

Tuas didorong ke depan menggerakkan gear selection fork sehingga unit sincromesh berhubungan dengan roda gigi R. Antara roda gigi R dan roda gigi pembanding dipasang roda gigi idel (idler gear) yang menyebabkan putaran poros input berlawanan arah dengan poros out put

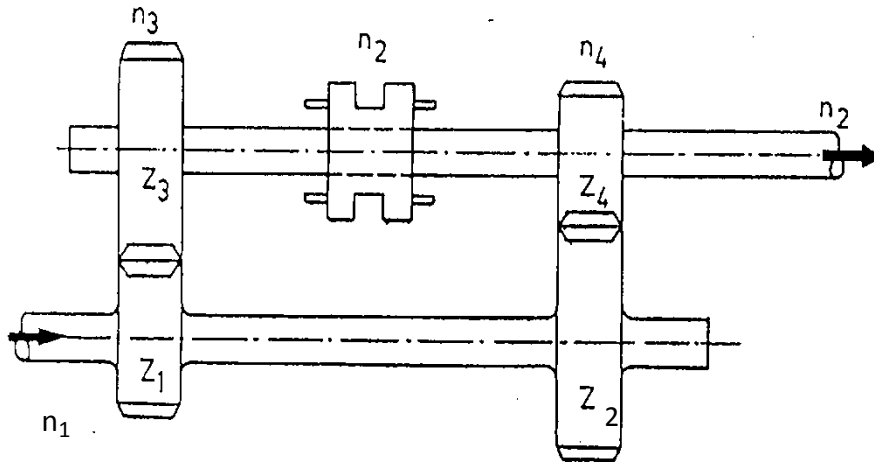


*Aliran tenaga*

*Poros input → gear main scraft → poros gear counter → gear pembanding R → gear tingkat R → unit sincromesh → poros output*



## 9. Latar Belakang Perlunya Sinkronmes



Jumlah gigi

$$Z_1 = 20$$

$$Z_2 = 30$$

$$Z_3 = 30$$

$$Z_4 = 20$$

- Putaran poros input 1000 putaran / menit
- Pada saat kedudukan belum berjalan ( transmisi posisi netral ) putaran kopling geser  $n_2 = 0$  sedangkan

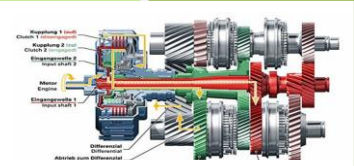
$$n_3 = \frac{(Z_1 \cdot n_1)}{Z_3} = \frac{(20 \cdot 1000)}{30} = 666 \text{ put / menit}$$

$$n_4 = \frac{(Z_2 \cdot n_1)}{Z_4} = \frac{(30 \cdot 1000)}{20} = 1500 \text{ put / menit}$$

- Roda gigi  $Z_3$  berputar dengan kecepatan 666 rpm
- Roda gigi  $Z_4$  berputar dengan kecepatan 1500 rpm
- Poros output tidak berputar

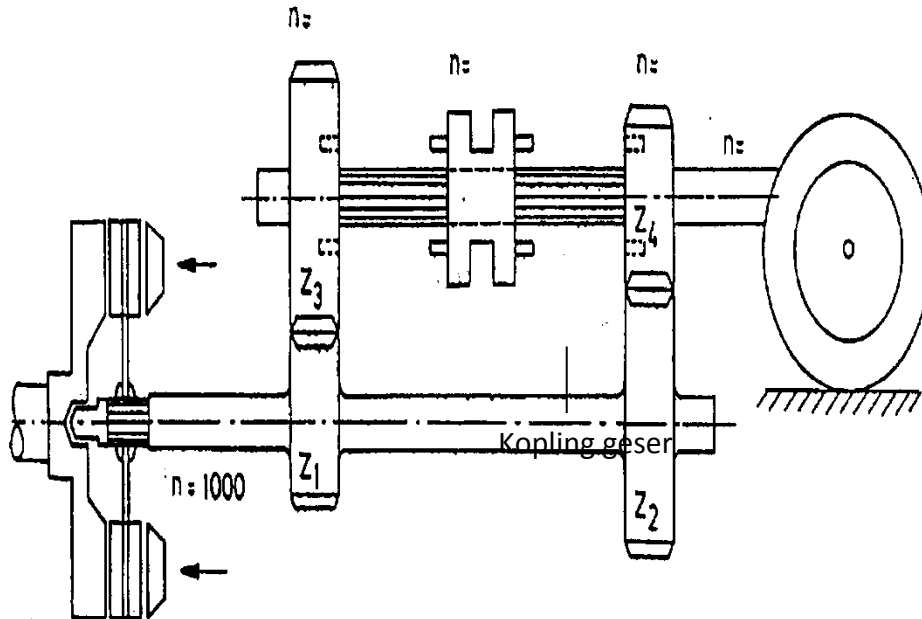
Kesimpulan :

- Transmisi tidak dapat dihubungkan
- Perlu adanya sinkronisasi



## Transmisi Tanpa Sinkronmes

*Kendaraan akan berjalan ( posisi gigi 1 )*



*Syarat kendaraan mulai berjalan*

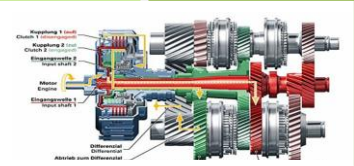
- Roda gigi  $Z_3$  harus dihubungkan ke poros out put melalui kopling geser
- Putaran roda gigi  $Z_3$  harus disamakan dengan putaran kopling geser / poros output

*Prosesnya*

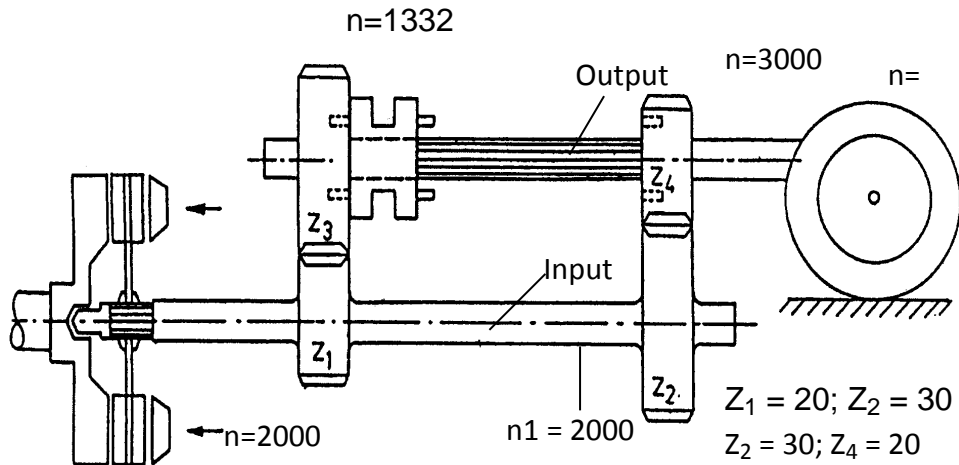
- Kopling ditekan
- Putaran roda gigi  $Z_3$  berangsur – angsur turun hingga  $n_3 = 0$
- Kopling geser dapat dihubungkan dengan roda gigi  $Z_3$  ( posisi gigi 1 )

*Kesimpulan*

- Menghubungkan gigi pada transmisi tanpa sinkronmes harus menunggu lama



## Pergantian Gigi 1 Ke 2



### Syaratnya :

- Putaran roda gigi  $Z_4$  harus sama dengan poros out put
- Putaran roda gigi  $Z_4$  harus diturunkan dari 3000 rpm menjadi 1332 rpm
- Putaran poros input harus diturunkan menjadi :

$$\frac{n_1}{n_3} = \frac{Z_4}{Z_2}$$

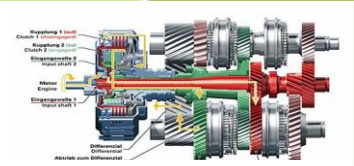
$$n_1 = \frac{Z_4 \times n_3}{Z_2} = \frac{20 \times 1332}{30} = 888 \text{ rpm}$$

### Prosesnya :

- Tekan kopling
- Putaran poros input berangsur-angsur turun hingga 880 rpm
- Kopling geser dapat dihubungkan ke roda gigi  $Z_4$  ( posisi gigi 2 )

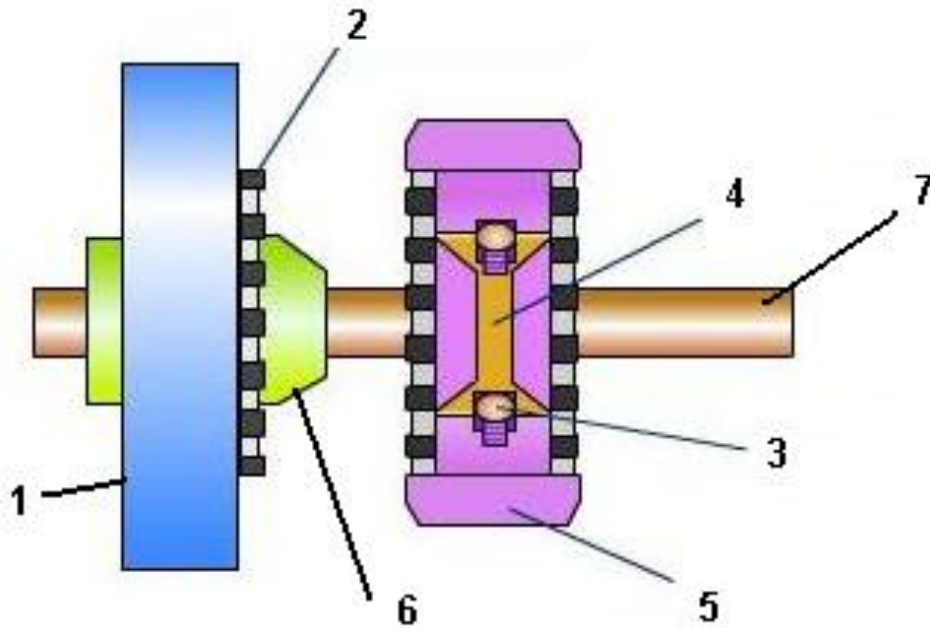
### Kesimpulan

- Perlu pengalaman bagi setiap pengendara
- Sulit bagi sopir, untuk itu perlu adanya alat penyesuai ( sinkronmes )



## 10. Sinkronmes

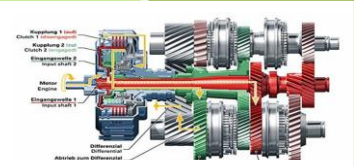
### 10.1 Bagian – bagian



1. Roda gigi tingkat
2. Gigi penghubung
3. Cincin sinkronmes
4. Kopling geser

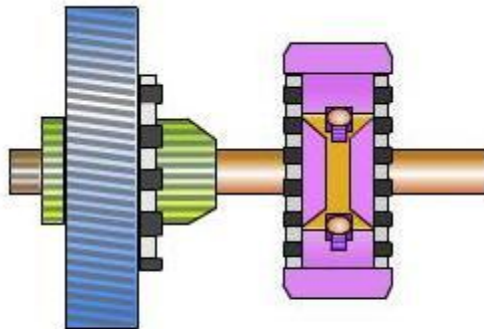
5. Roda gigi sinkronmes
6. Konis pengereman
7. Poros out put

*Fungsi* : Menghubungkan dan memutus tenaga / putaran dari roda gigi tingkat ke poros output pada kondisi putaran tidak sama



## 10.2. Cara Kerja Sinkronmes

- **Posisi netral**



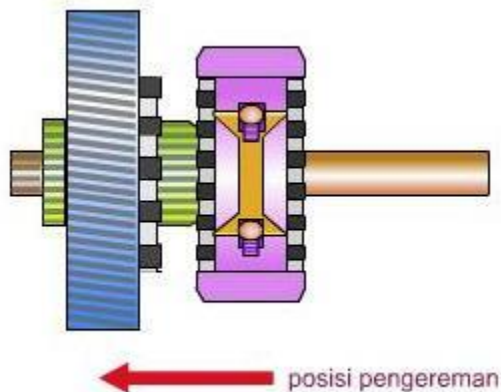
Gambar *Sincromesh* pada posisi netral

Roda gigi sinkronmes duduk dan berhubungan dengan poros output

Kedua roda gigi tingkat bebas berputar pada poros output

Kopling besar berhubungan dan dapat bergerak sepanjang alur roda gigi sinkronmes

- **Posisi mengerem**

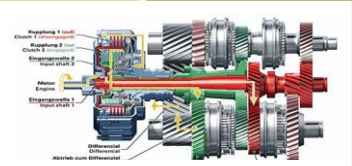


Kopling geser didorong ke kanan

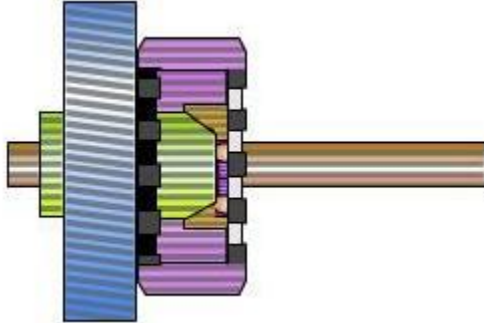
Cincin sinkronmes ikut terdorong dan berhubungan dengan konis pengereman roda gigi tingkat

Terjadi pengereman

Putaran unit sinkronmes sama dengan putaran roda gigi



- **Posisi menghubungkan**

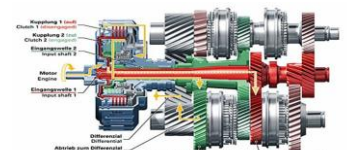


Kopling geser digerakkan lebih jauh

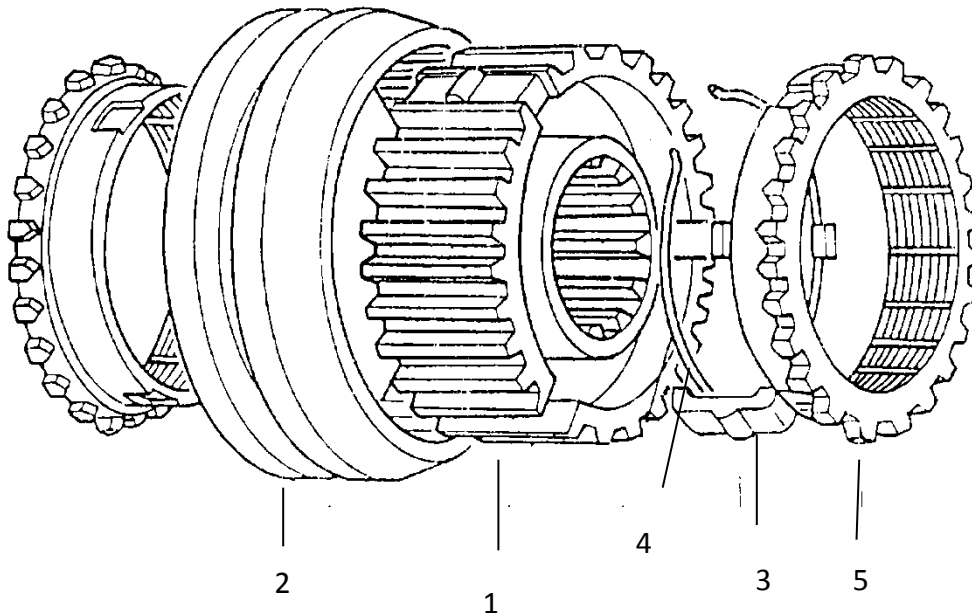
Kopling geser menghubungkan roda gigi sinkronmes dengan roda gigi tingkat

Roda gigi tingkat berhubungan dengan poros output

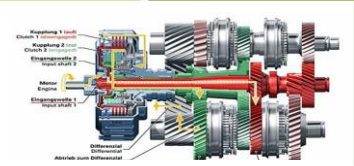




## 10.3. Bagian Dan Fungsi Sinkronmes Borg Warner

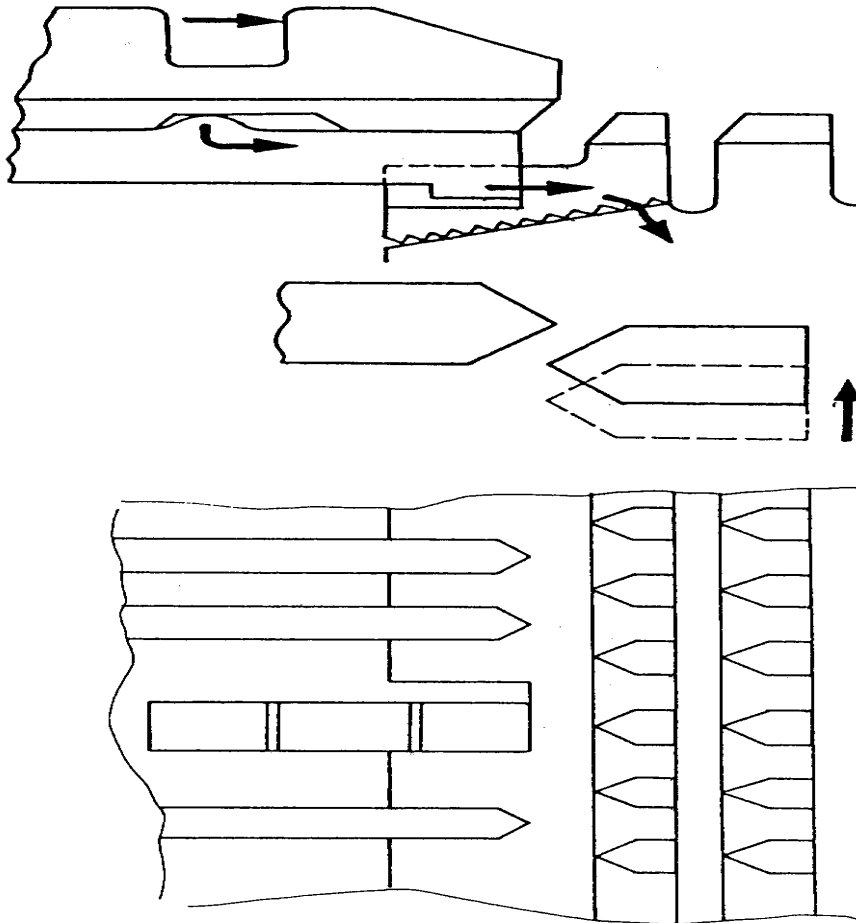


- |                             |   |  |
|-----------------------------|---|--|
| 1. Roda gigi sinkronmes     | : | Meneruskan tenaga / putaran dari kopling geser ke poros output |
| 2. Kopling geser sinkronmes | : | Menghubungkan roda gigi sinkronmes dengan roda gigi tilngkat   |
| 3. Pengunci sinkronmes      | : | Mencegah pergantian gigi sebelum putaran sama                  |
| 4. Pegas pengunci           | : | Memegang pengunci – pengunci dengan roda gigi sinkromes        |
| 5. Cincin sinkronmes        | : | Menyesuaikan putaran unit sinkronmes dengan roda gigi tingkat  |



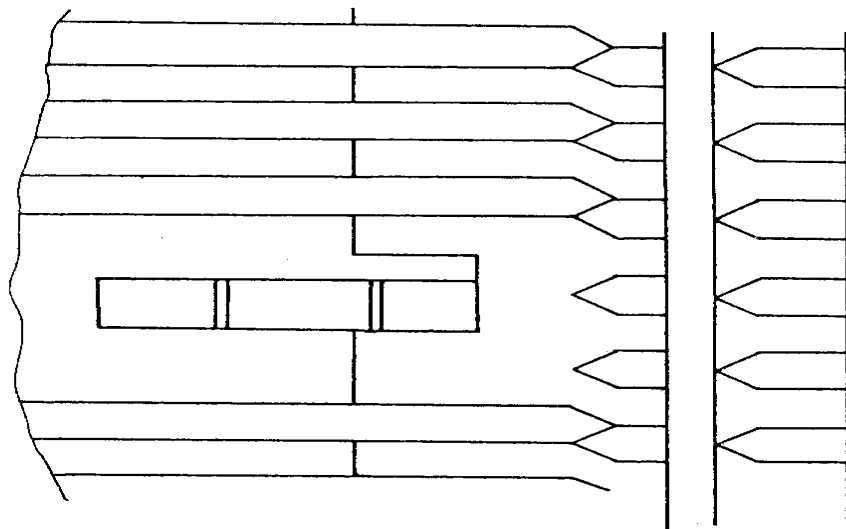
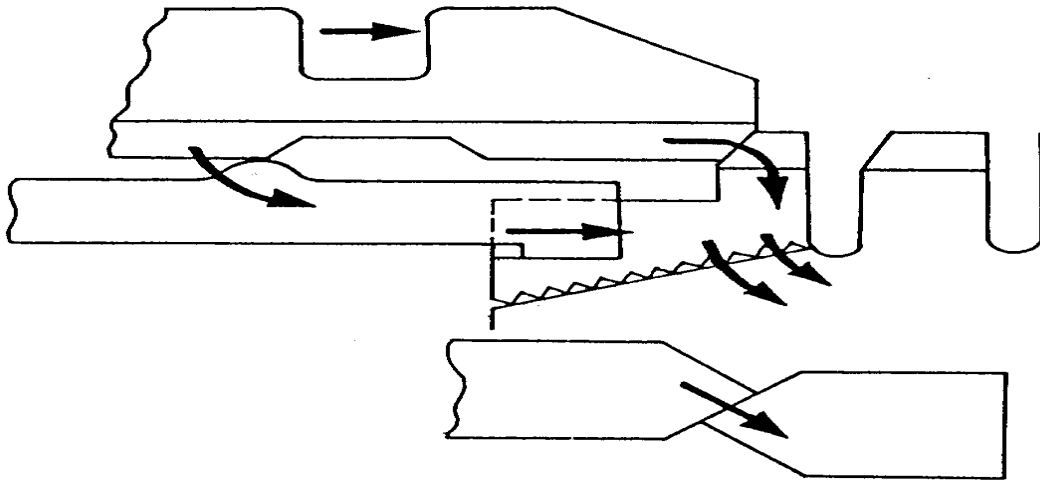
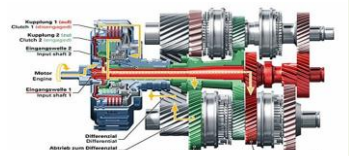
## Cara Kerja Sinkronmes

*Posisi awal pengereman*

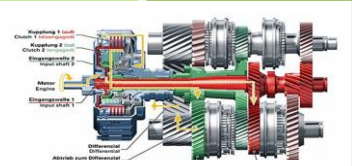


- Kopling geser digerakkan ke kanan
- Pengunci mendorong cincin sinkronmes ke arah roda gigi tingkat
- Cincin sinkronmes melakukan pengereman terhadap roda gigi tingkat

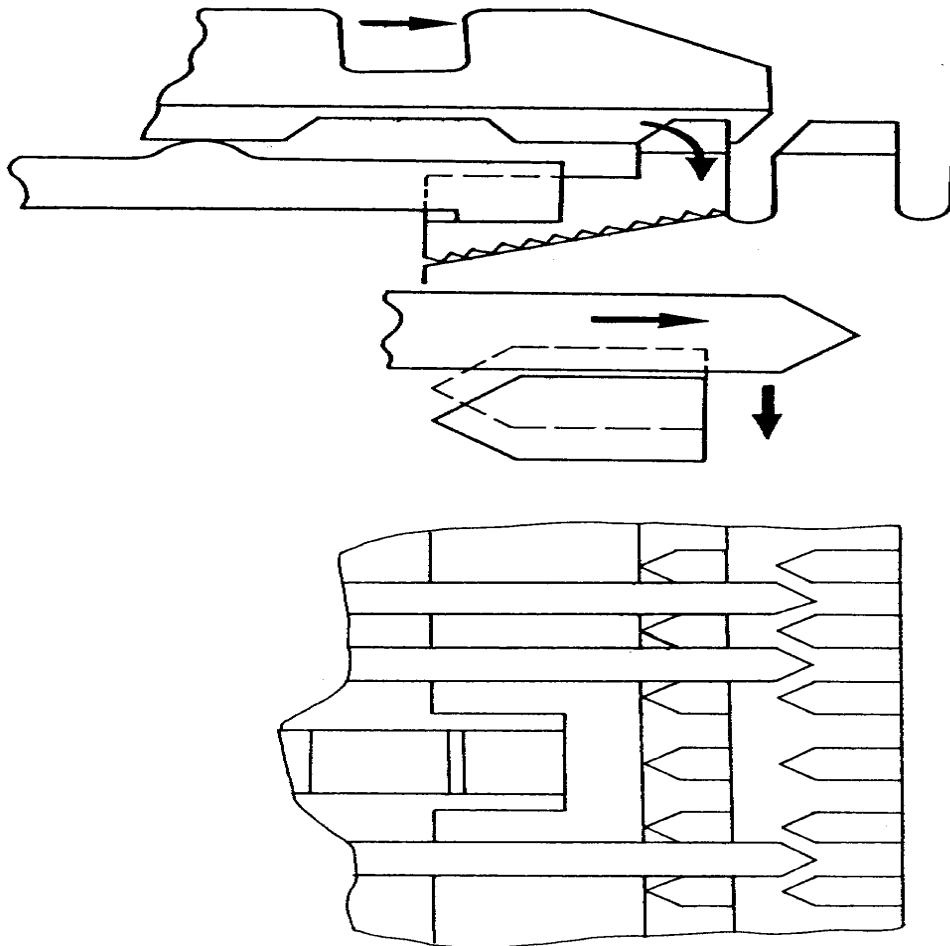
# Transmisi



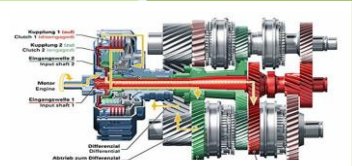
- Kopling geser didorong lebih jauh
- Gigi kopling geser kontak dengan gigi cincin sinkronmes
- Pengereman lebih keras sampai putaran cincin sama dengan roda tingkat
- Pengunci mendorong lebih keras hingga batas langkah maksimum dan tertekan ke bawah



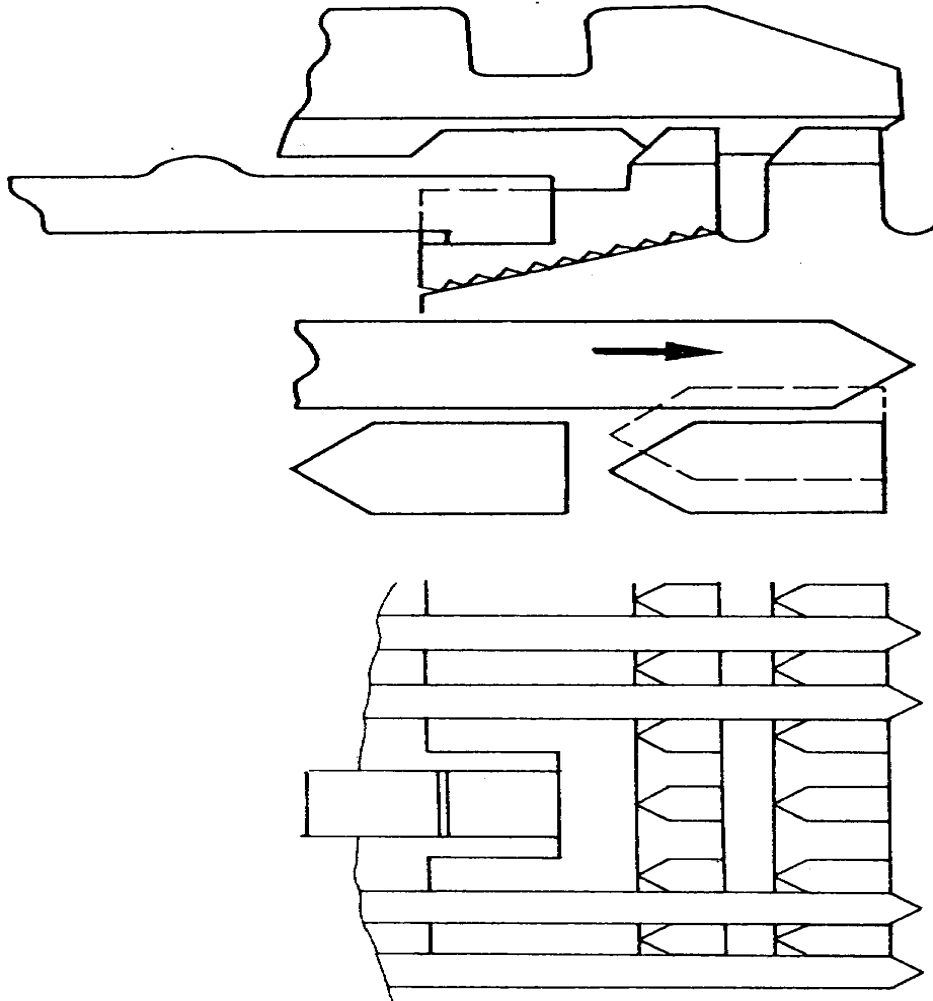
## Posisi Penyesuaian



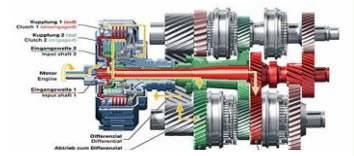
- Cincin sinkronmes berputar balik sedikit akibat tekanan gigi dalam kopling geser
- Kopling geser didorong lebih jauh lagi
- Pengunci menjadi bebas searah putaran
- Gigi kopling geser berhubungan dengan gigi cincin sinkronmes



## Posisi Terhubung

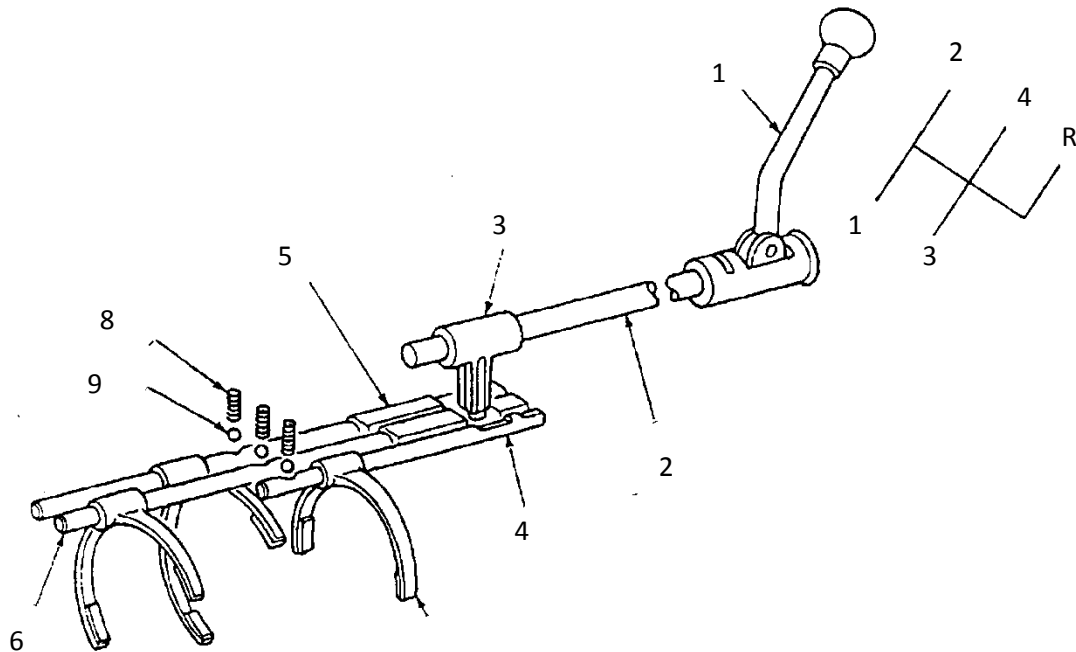


- Kopling geser didorong maksimum
- Gigi kopling geser berhubungan dengan gigi penghubung roda gigi tingkat
- Putaran / tenaga roda gigi tingkat dapat diteruskan ke poros out put



## 11. Macam – macam pemindah gigi tranmisi

### 11.1. Pemindah Langsung



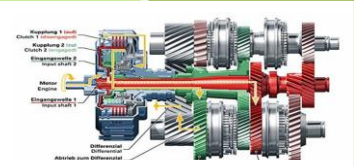
- |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Tuas pemindah              | 5. Tuas garpu gigi 1 dan 2 |
| 2. Batang pendorong / penarik | 6. Tuas garpu gigi 3 dan 4 |
| 3. Lengan pendorong / penarik | 7. Garpu pemindah          |
| 4. Tuas garpu gigi mundur     | 8. Pegas                   |
|                               | 9. Bola pembatas           |

#### *Penggunaan*

Kendaraan dengan pemindah tenaga standart

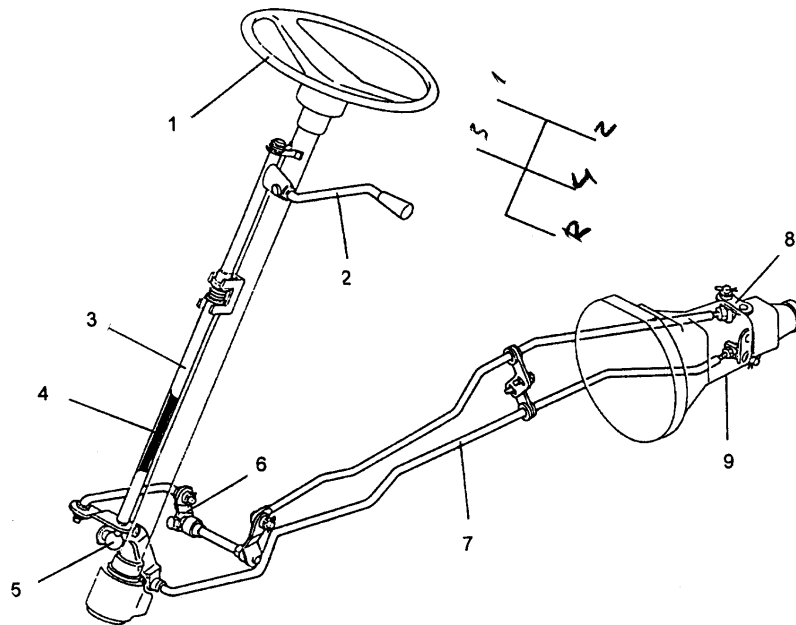
#### *Keuntungan*

- Konstruksi murah dan mudah
- Tidak perlu service



## 11.2. Pemindah Dari Roda Kemudi

*Bagian – Bagian*

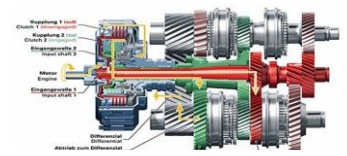


- |                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| 1. Roda kemudi     | 5. Bola penghubung            |
| 2. Tuas pemindah   | 6. Engsel penghubung          |
| 3. Pipa pengganti  | 7. Batang pendorong / penarik |
| 4. Poros penggerak | 8. Lengan pemindah            |
|                    | 9. Transmisi                  |

Penggunaan : Pada kendaraan dengan transmisi terletak di belakang sopir

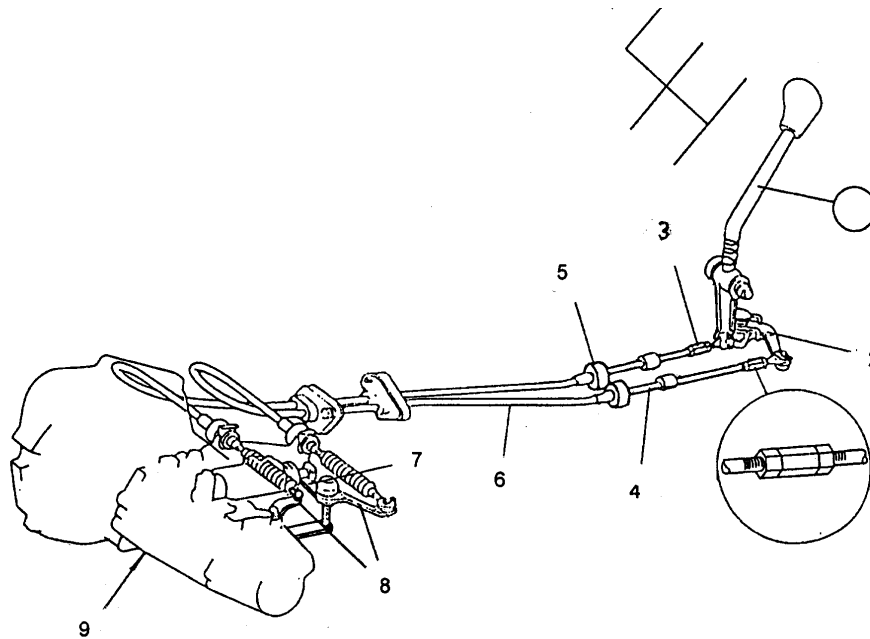
Catatan : • Konstruksi sulit

- Diperlukan service berkala
  1. Memberi vet pada semua engsel yang bergerak
  2. Pada jangka waktu tertentu perlu perbaikan sambungan – sambungan



## 11.3. Pemindah Gigi Pada Kendaraan Penggerak Depan Transmisi Melintang

*Bagian – Bagian*



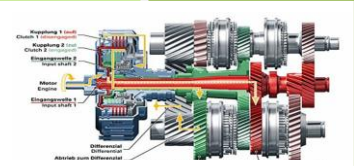
- |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Tuas pemindah              | 5. Tumpuan pengantar kabel |
| 2. Lengan pendorong / penarik | 6. Pengantar kabel         |
| 3. Penyetel kebebasan kabel   | 7. Lengan kontrol          |
| 4. Kabel dorong / tarik       | 8. Lengan pemindah         |
|                               | 9. Transmisi               |

Penggunaan : Pada kendaraan penggerak roda depan motor melintang

Catatan : Perlu sedikit perawatan

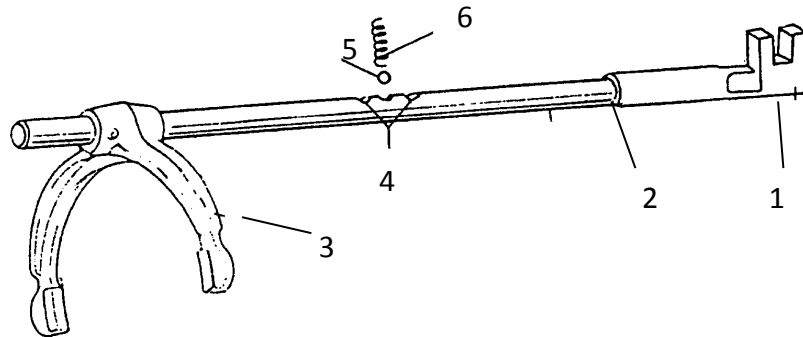
- Melumas sambungan
- Penyetelan panjang kabel





## 12. Garpu Dan Batang Penarik / Pendorong

Bagian – Bagian

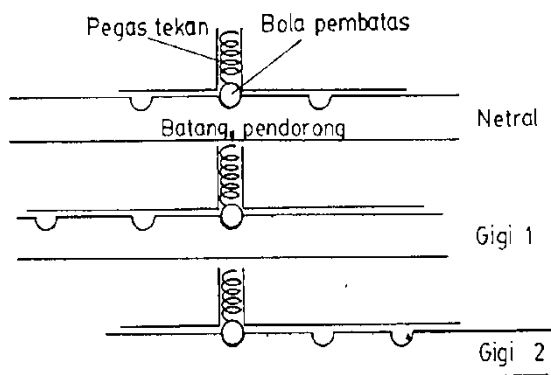


- |                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| 1. Dudukan lengan pendorong / penarik | 4. Dudukan bola pembatas |
| 2. Batang pendorong / penarik         | 5. Bola pembatas         |
| 3. Garpu pemindah                     | 6. Pegas penekan         |

Cara Kerja :

- Lengan pemindah mendorong dan menarik tuas
- Garpu menggerakkan kopling geser pada posisi gigi yang diinginkan

### • Pembatas / Pengepas Kopling Geser

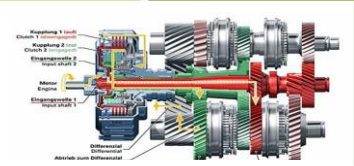


*Gigi 1*

Batang pendorong digeser ke kiri hingga dudukan bola pembatas

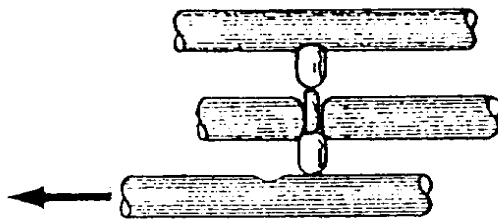
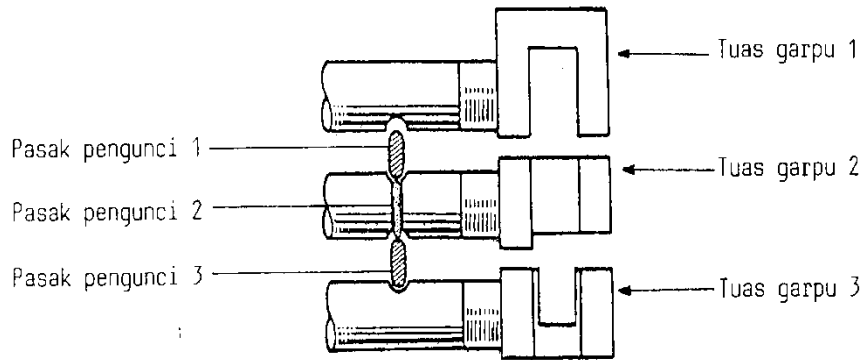
*Gigi 2*

Batang pendorong digeser ke kanan hingga bola pembatas



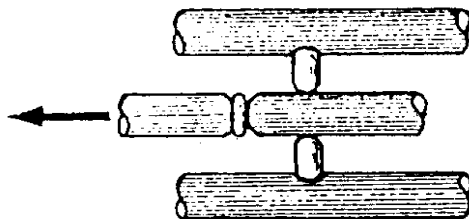
## 13. Penguncian Pemindah Gigi

Tuntutan : Perlu pengaman pada transmisi agar tetap pada posisi satu posisi gigi



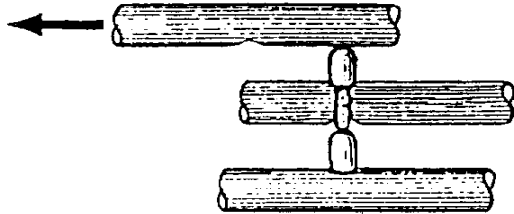
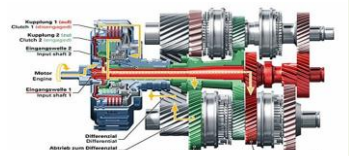
*Menggerakkan tuas garpu 3*

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



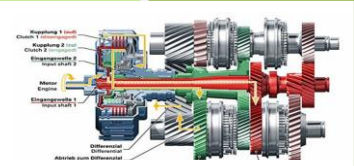
*Menggerakkan tuas garpu 2*

- 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



## 14. Praktik Transmisi ke 1

### Pembongkaran Transmisi Jenis Pembagian Rumah Memanjang

TUJUAN PEMBELAJARAN :

Peserta diklat dapat membongkar transmisi jenis rumah memanjang

ALAT :

Kotak alat

Tang ring penjamin

Fuller ( Traker )

BAHAN :

Transmisi jenis rumah memanjang

Kain lap

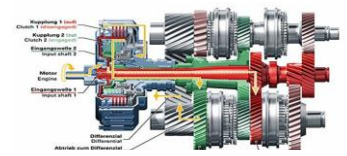
WAKTU :

Instruksi : ½ jam

Latihan : 3 jam

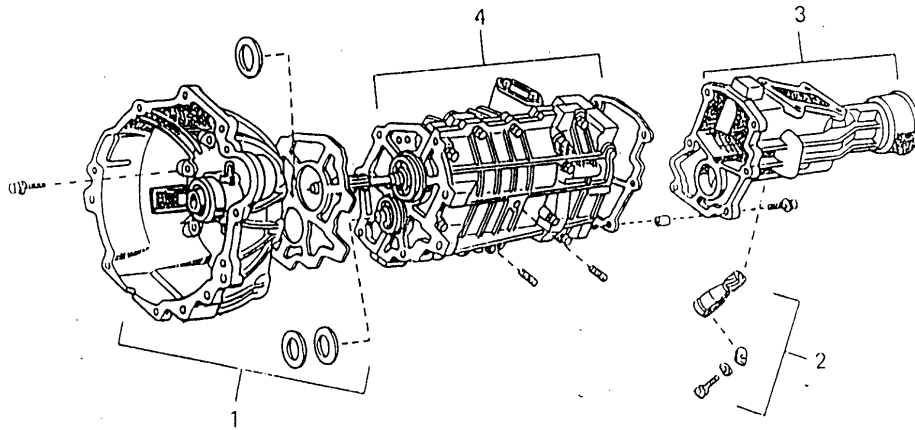
KESELAMATAN KERJA :

- Jangan memukul roda gigi dengan palu besi
- Perhatikan pasak pengunci dan bola penahan
- Melepas unit sinkromes harus bersama – sama

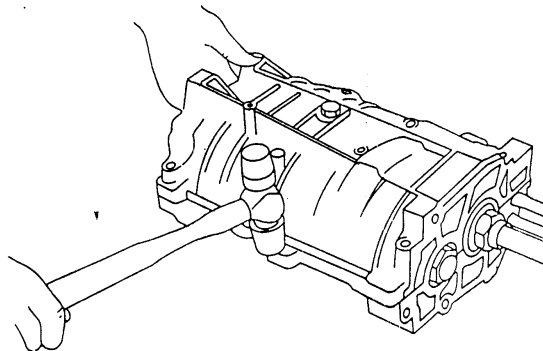


## Langkah Kerja

### Melepas tutup transmisi



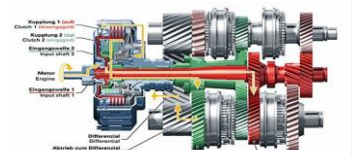
- Melepas rumah kopling ( 1 )
- Melepas roda gigi sepeda meter ( 2 )
- Melepas rumah belakang, dudukan tuas pemindah transmisi ( 3 )
- Melepas rumah transmisi ( Gear box )  
( Bila merekat terlalu kuat dapat dipukul perlahan – lahan dengan palu plastik )



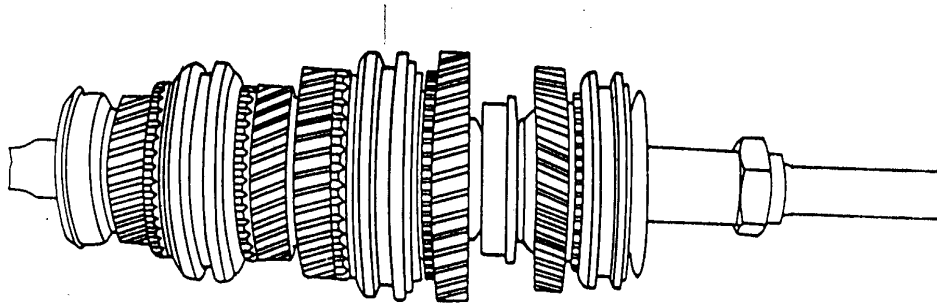
### Melepas Poros – Poros Transmisi

- Keluarkan poros bantu ( counter shaft )
- Kelurkan poros input dan output bersama – sama

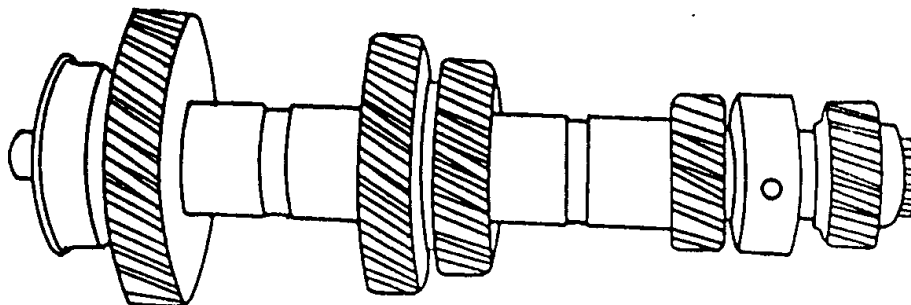
# Transmisi



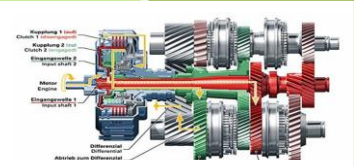
Poros input dan poros output



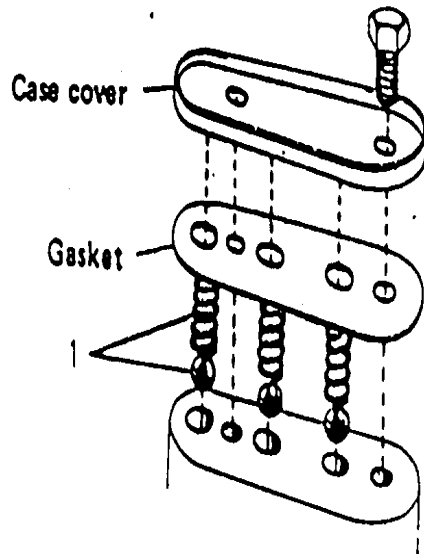
Poros bantu ( counter shaft )



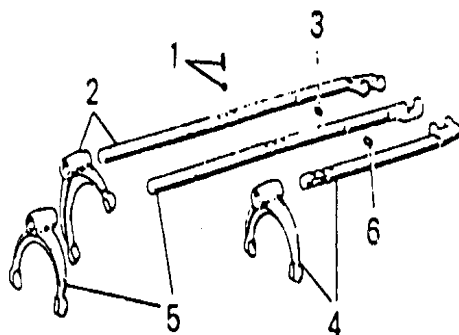
\*Awas.....! Perhatikan, bantalan pilot pada poros input ( Diameter poros input dan output )



## Melepas Garpu – Garpu

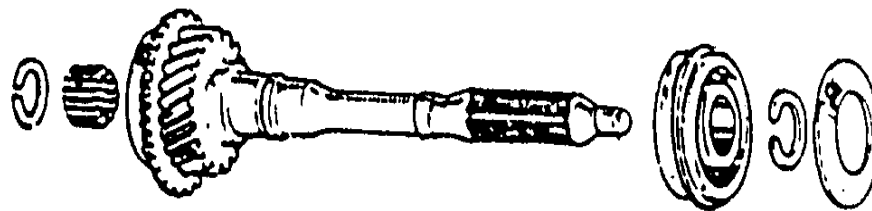


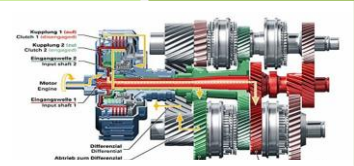
- Lepaskan pegas dan bola penahan
- Tarik tuas garpu satu persatu, mulai dari tuas garpu gigi mundur, tuas garpu gigi 3 dan 4 kemudian terakhir tuas garpu untuk gigi 1 dan 3.



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

## Melepas roda gigi mundur





## Melepas roda – roda gigi

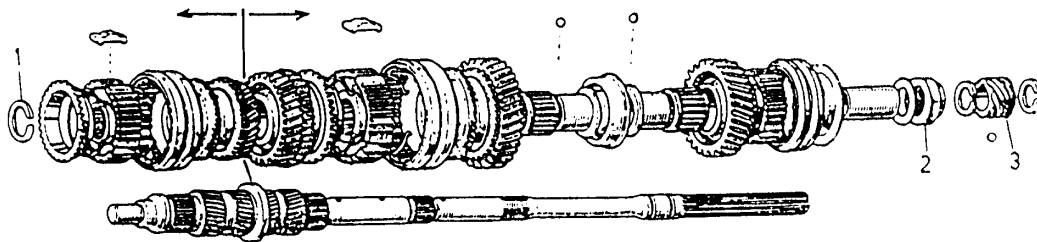
### 1. Poros input

- Lepaskan ring penjamin dalam
- Keluarkan bantalan rol pilot

### 2. Poros output

Bagian depan

- Lepaskan ring pengunci ( snap ring )
- Keluarkan unit sinkromes dan roda gigi 3



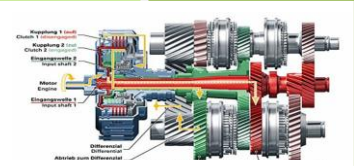
Bagian belakang

- Lepaskan roda gigi speedometer ( 2 )
- Lepaskan mur ( 3 ), perhatikan pengunci mur
- Keluarkan unit sinkromes dan roda gigi mundur

\* Awas.....! Bola pengunci jangan sampai rusak atau hilang

- Lepaskan bantalan dengan traker ( dipres pada alt pres ) jangan  
berasama – sama dengan roda – roda gigi ( peluru akan rusak )
- Keluarkan roda gigi 1 dan unit sinkromes juga roda gigi 2
- Bersihkan semua komponen transmisi





## 15. Praktik Transmisi ke 2

### Memasang Transmisi Jenis Pembagian Rumah Memanjang

#### TUJUAN PELAJARAN :

Peserta diklat dapat memasang transmisi jenis pembagian rumah memanjang

#### ALAT :

- Tang snap ring
- Alat pres
- Kunci momen

#### BAHAN :

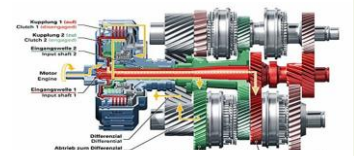
- Transmisi jenis pembagian rumah memanjang
- Vet

#### WAKTU :

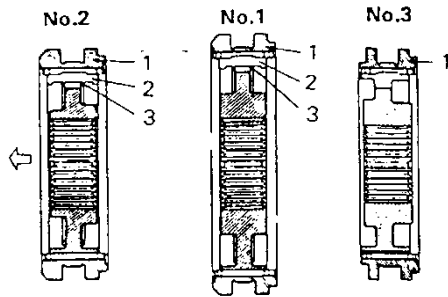
- Instruksi : 1/2 jam
- Latihan : 3 jam

#### KESELAMATAN KERJA :

- Jangan mamaksa roda gigi masuk pada poros melebihi kemampuan roda gigi
- Perhatikan letak roda gigi, jangan sampai salah
- Perhatikan letak peluru pengunci  
Lumasi semua bagian transmisi sebelum dipasang



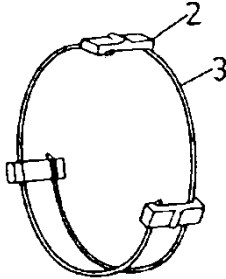
## LANGKAH KERJA



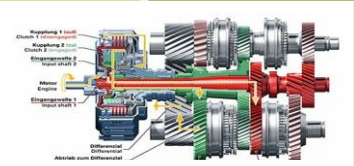
- Siapkan roda – roda gigi sinkronmes perhatikan posisinya menghadap ke depan,
- Pada bagian belakang koplinggeser sinkronmes terdapat coakan yang sama

*Catatan :*

1. Kopling geser sinkronmes
2. Pengunci dan 3 pegas pengunci

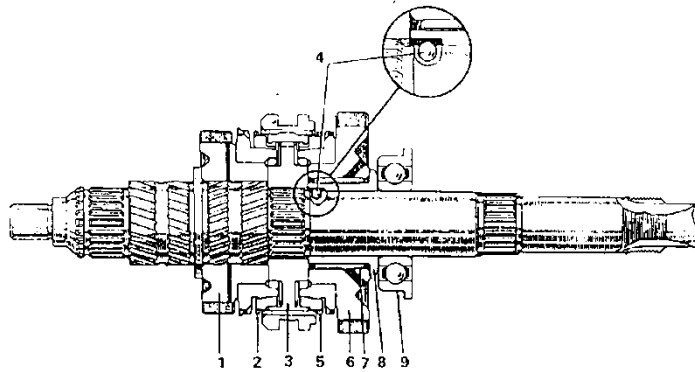
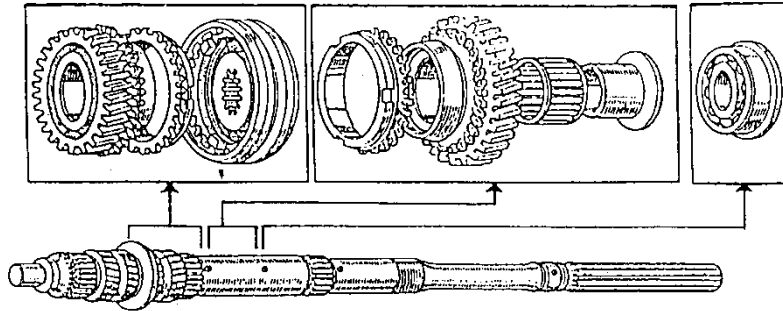


- Memasang pengunci dan pegas harus seperti gambar



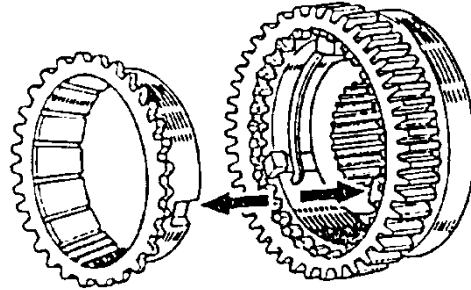
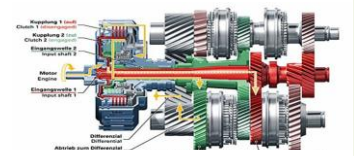
## Pemasangan roda – roda gigi pada poros output dari belakang

- Pemasangan gigi 1 dan 2



### Susunan pemasangan

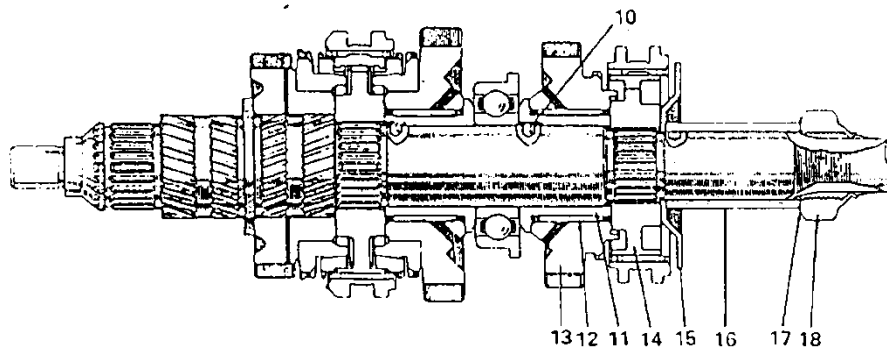
- |   |                           |
|---|---------------------------|
| 1. Roda gigi kedua  | 6. Roda gigi 1            |
| 2. Cincin sinkronmes  | 7. Bantalan rol           |
| 3. Gigi sinkronmes ( clutch hub ) dan kopling geser sinkromes | 8. Busing gigi 1          |
| 4. Bola pengunci  | 9. Bantalan poros out put |
| 5. Cincin sinkronmes  |                           |



Perhatikan !

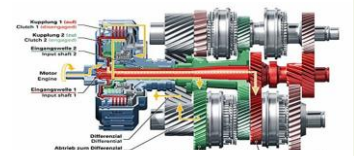
Pemasangan pengunci pada gigi sinkronmes dan kopling geser terhadap cincin sinkronmes

Berikutnya Pemasangan Gigi Mundur ( R )

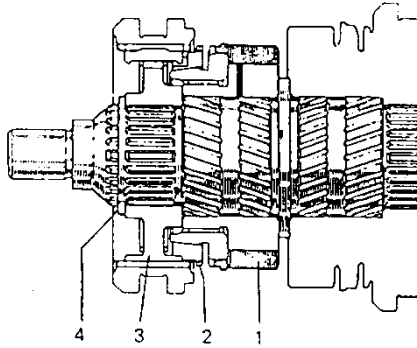


Susunan pemasangan

- |                                       |                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| 10. Bola pengunci                     | 15. Penahan(spacer) gigi mundur |
| 11. Busing gigi mundur                | 16. Busing penahan              |
| 12. Bantalan rol                      | 17. Sim ( ring )                |
| 13. Roda gigi mundur                  | 18. Mur pengunci                |
| 14. Gigi dan kopling geser sinkronmes |                                 |



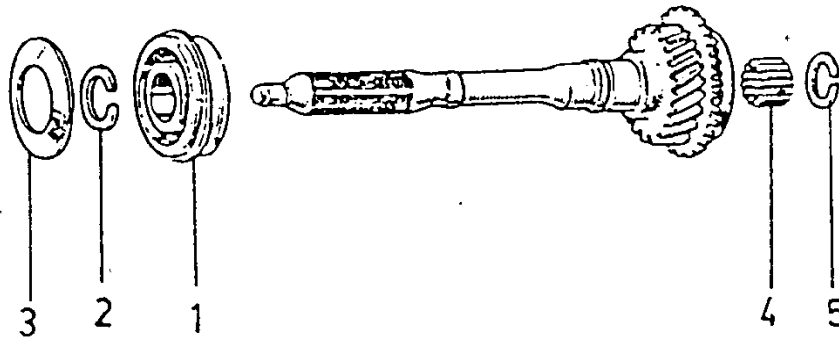
Dari depan



Urutan pemasangan

1. Roda gigi ketiga
2. Cincin sinkronmes
3. Unit sinkronmes ( koping hub )
4. Ring penjamin ( snap ring )

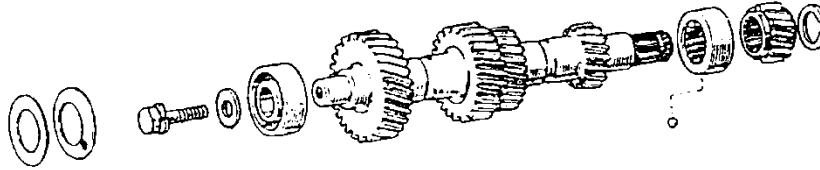
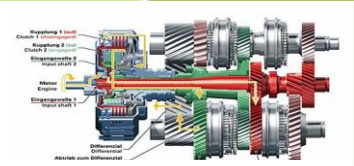
## Pemasangan Bagian – Bagian Poros Input



- |                                |                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Bantalan poros              | 4. Bantalan rol didalam gigi input ( |
| 2. Ring penjamin ( snap ring ) | Pasang dengan bantuan vet )          |
| 3. Ring penahan                | 5. Ring penjamin dalam               |

- Pasang poros input dan output menjadi satu poros
- Pemasangan poros bantu ( counter shaft )

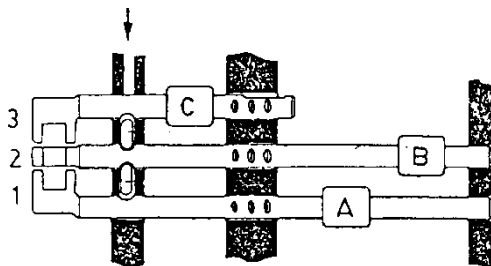
# Transmisi



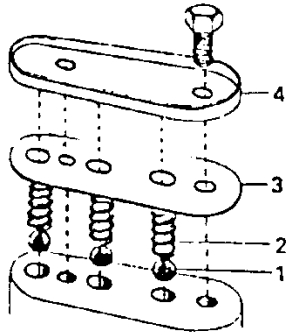
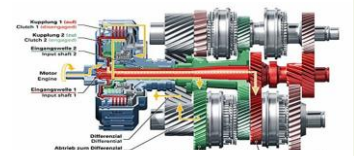
Urutan pemasangan seperti pada gambar

Awas .....! bola penahan jangan sampai tidak terpasang

## Pemasangan Tuas Dan Garpu Pemindah



- Pasang tuas no. 1 dan garpu ( A ) untuk gigi 1 dan 2 pada dudukan terbawah
- Masukkan pasak pengunci dari arah tanda panah
- Pasang poros kedua dan garpu ( B ) untuk gigi 3 dan 4 pada dudukan kedua ( di tengah )
- Masukkan pasak pengunci kedua
- Pasang poros ketiga dan garpu ( C ) untuk gigi mundur



- Pasang bola penahan dan pegas tekan
- Pasang paking dan tutup
- Keraskan baut pengunci tutup

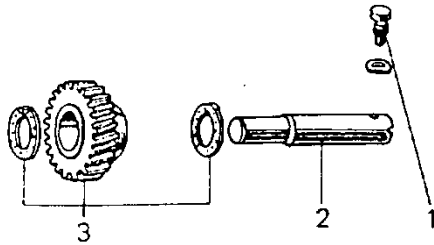
*Catatan :*

Pengerasan baut 10-15 Nm  
( lihat manual )

- Pasang poros – poros pada rumah transmisi mulai dengan poros input dan output berikutnya poros bantu

*Awas ... ! perhatikan bola pengunci bantalan poros bantu, jangan sampai tidak terpasang*

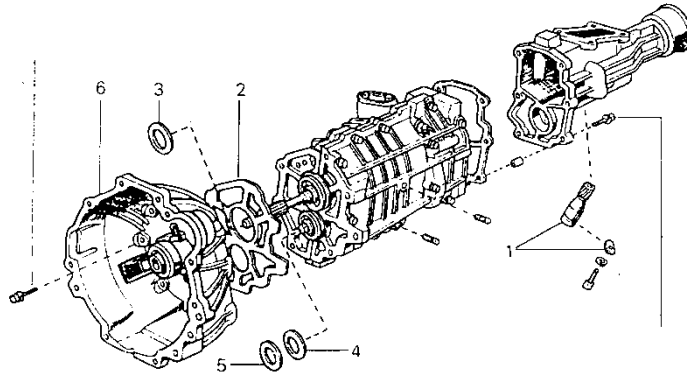
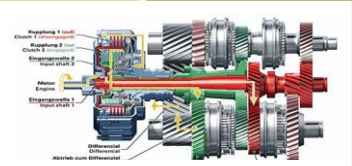
## Pemasangan Gigi Mundur Pada Tutup Rumah Transmisi



1. Baut pengunci
2. Poros roda gigi balik
3. Gigi balik

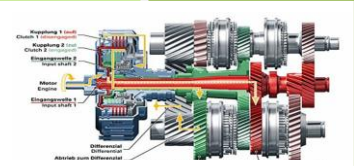
- Pasang tutup transmisi dan baut – bautnya
- Pasang kontak lampu mundur
- Pasang rumah belakang
- Pasang rumah kopling ( depan )
- Pasang roda gigi speedometer ( 1 )

# Transmisi



- Keraskan baut – baut dengan kunci momen 30 – 40 Nm ( lihat manual )
- \* Awas !
- Perhatikan pemasangan cincin penahan ( 3, 4 dan 5 )
- Pengerasan baut harus merata





## 16. Praktik Transmisi ke 3

### Pemeriksaan Komponen Transmisi

#### TUJUAN PEMBELAJARAN :

Peserta diklat dapat memeriksa bagian – bagian transmisi

ALAT :

BAHAN :

WAKTU :

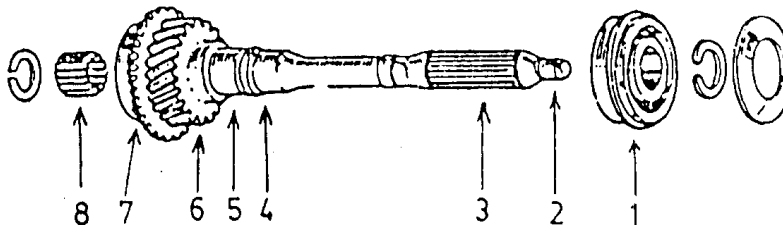
- |                  |             |                     |
|------------------|-------------|---------------------|
| • Filler gauge   | • Transmisi | • Instruksi : 1 jam |
| • Plat indikator |             | • Latihan : 2 ½ jam |

#### KESELAMATAN KERJA :

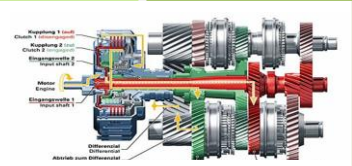
- Alat ukur jangan sampai rusak
- Perhatikan langkah – langkah pengukuran dan toleransi yang diijinkan
- Ukuran ( spesifikasi ) yang tepat dapat dilihat pada buku manual

#### Langkah Kerja

Pemeriksaan poros input

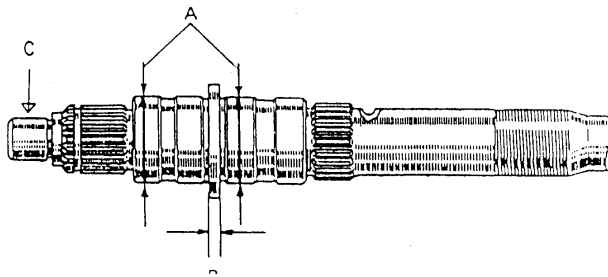


1. Pemeriksaan bantalan poros input
2. Pemeriksaan dudukan bantalan pilot



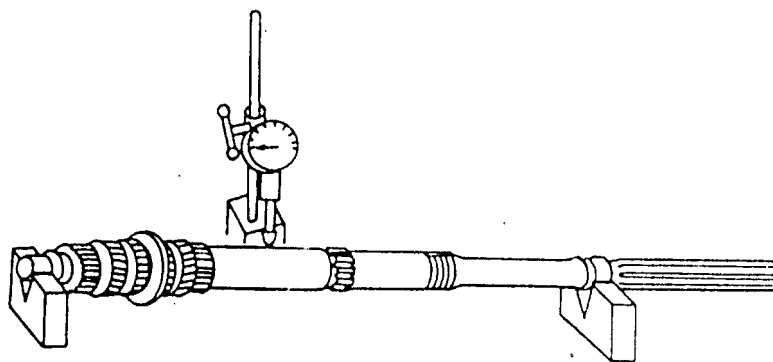
3. Permukaan gigi dudukan plat kopling
4. Dudukan ring penjamin ( snap ring )
5. Dudukan bantalan poros input
6. Permukaan gigi input dan gigi penghubung unit sinkromes
7. Dudukan
8. Bantalan peluru / rol

## Pemeriksaan poros utama

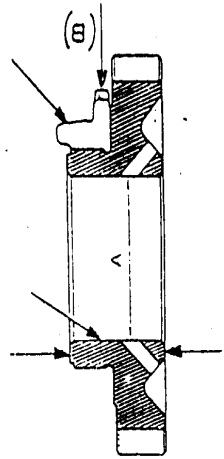
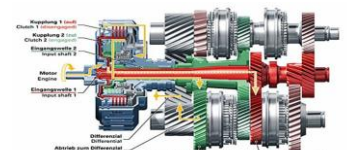


- Dudukan bantalan pilot poros input → C
- Diameter dudukan roda gigi 2 dan 3 → A
- Tebal pembatas → B

## Pemeriksaan Kelurusan Poros Utama

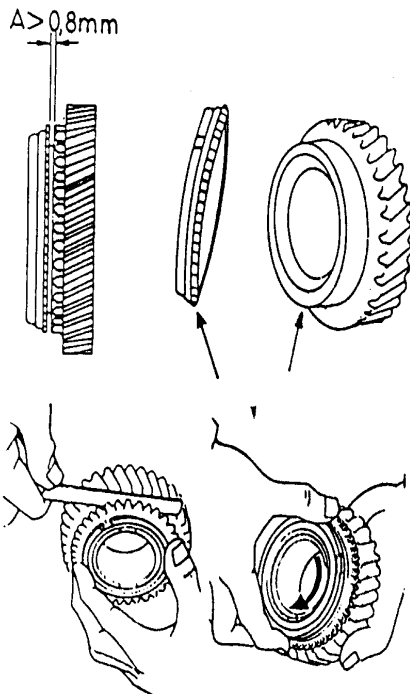


Toleransi      0,03      mm      (      batas      minimal      )



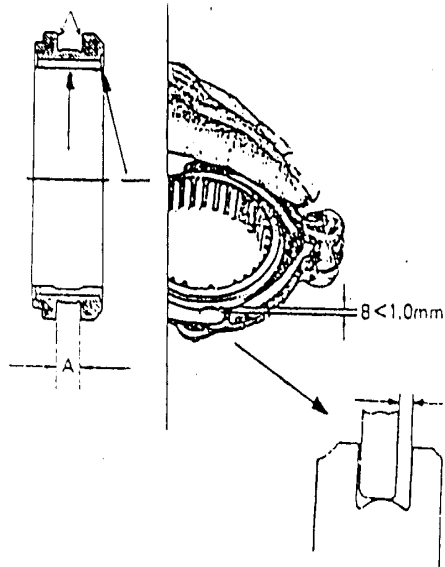
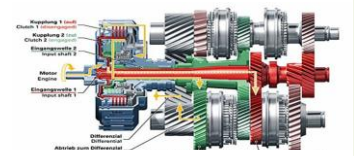
Periksa roda gigi 1,2,3 dan R mundur terhadap permukaan gigi, diameter dalam ( A ) sisi gigi

Pemeriksaan gigi cincin penyesuaian ( B ) ( gigi ini lebih cepat rusak dibanding dengan gigi lainnya )

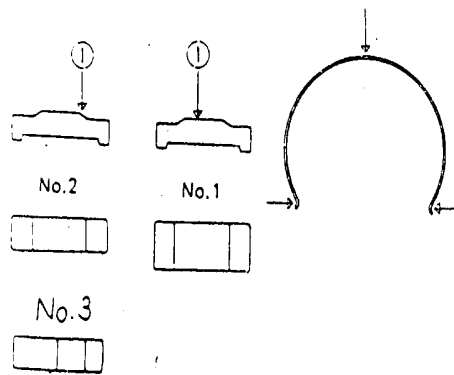


Roda gigi sinkromes

- Celah cincin sinkromes dengan gigi pada saat pengereman 0,8 mm ( dapat diperiksa dengan dengan filler gauge
- Pemeriksaan permukaan pengereman dan gigi – gigi penyesuai ( sinkromes )
- Pemeriksaan pengereman cincin sinkromes, bila slip harus diganti dengan yang baru

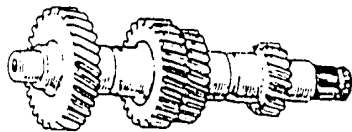


- Periksa celah garpu dengan dudukannya ( B ) lebih kecil dari 1 mm
- Periksa permukaan gigi dalam kopling geser sinkromes

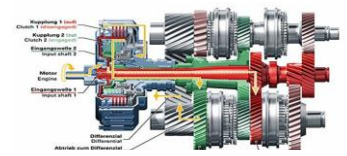


- Periksa gigi – gigi roda dan kedudukan bantalan poros Bantu

- Periksa gigi – gigi roda dan kedudukan bantalan poros Bantu



- Periksa keausan / kerusakan tuas garpu peluru, pegas dan garpu pada tanda panah gambar



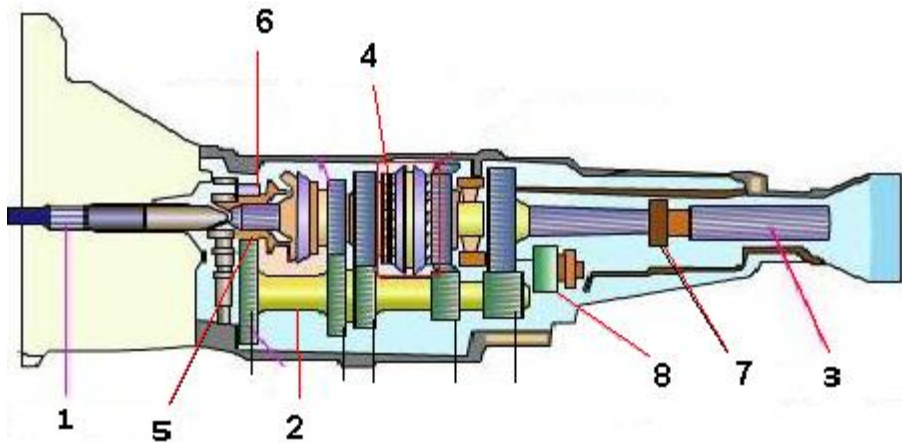
## 2.4.2.3.3.c. Rangkuman

1. Fungsi transmisi pada kendaraan adalah untuk mendapatkan momen yang berubah-ubah, yaitu merubah momen putar input transmisi menjadi momen putar output transmisi melalui perbandingan susunan gigi pada transmisi.
2. Jenis transmisi dengan gigi geser dan gigi tetap banyak digunakan pada kendaraan ringan
- 3 jenis pemindah gigi transmisi
  - a. Pemindah langsung
  - b. Pemindah dari roda kemudi
  - c. Pemindah gigi pada kendaraan penggerak depan transmisi melintang

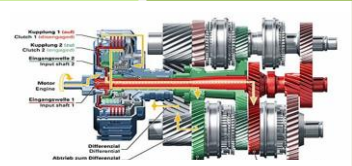
## 2.4.2.3.4.d. Tugas

1. Gambarkan diagram gigi transmisi tiga poros
2. gambarkan aliran tenaga transmisi manual 5 kecepatan

## 2.4.2.3.5.e. Tes Formatif



- a. Sebutkan bagian – bagian dari tranmisi yang ada pada gambar
- b. Jelaskan fungsi dari komponen tersebut



## 2.4.2.3.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....
7. ....
8. ....

1.  
.....  
.....  
.....

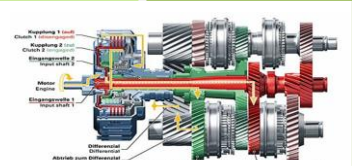
2.  
.....  
.....  
.....

3.  
.....  
.....  
.....

4.  
.....  
.....  
.....

5.  
.....  
.....  
.....

# Transmisi



6.

.....  
.....  
.....

7.

.....  
.....  
.....

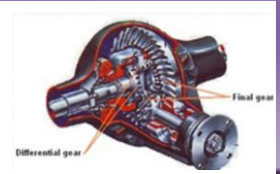
8.

.....  
.....  
.....

## 2.4.2.3.7.f. Lembar Kerja Peserta Didik

### Alat dan Bahan

1. Penggaris
2. Spidol Warna
3. Kertas Manila / Plano
4. Transmisi 5 kecepatan kijang



## 2.4.2.4. 4. Kegiatan Belajar 4: FINAL DRIVE (GARDAN)

### 2.4.2.4.1.A. Tujuan Pembelajaran

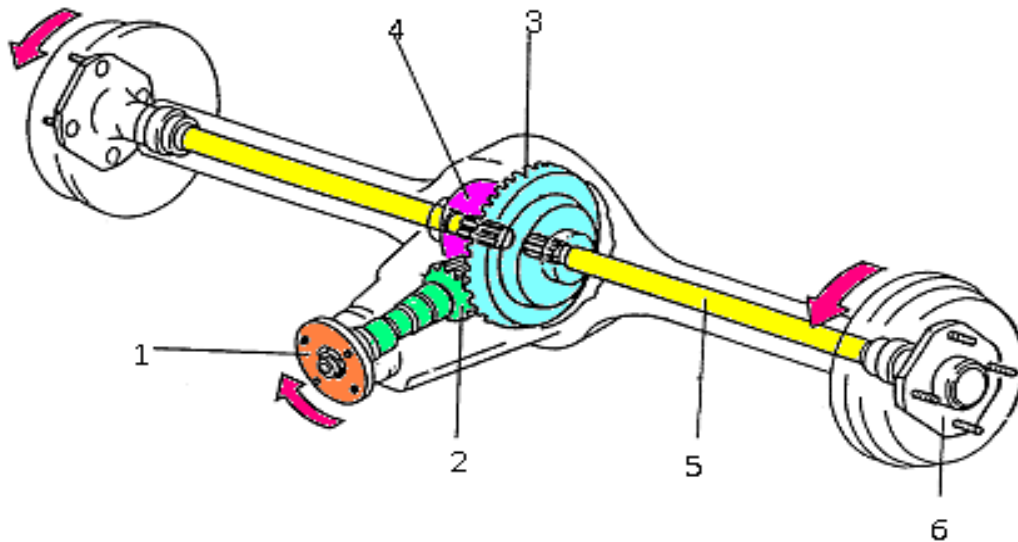
Setelah menyelesaikan pembelajaran ke 4 ini ( materi final drive/gardan) peserta didik mampu melaksanakan pemeriksaan, perawatan dan perbaikan gardan dengan prosedur yang benar dan hasil kerja yang memenuhi standar pada dunia kerja

### 2.4.2.4.2.B. Uraian Materi

Materi Final drive membahas tentang fungsi, konstruksi dan cara kerja gardan al yang digunakan pada kendaraan serta melatih cara pemeriksaan fungsi, pembongkaran, pemeriksaan komponen-komponen gardan, perakitan dan penyetelan sesuai dengan standar.

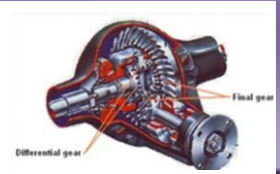
Fungsi vinal drive pada kendaraan adalah untuk merubah arah putaran poros propeller kearah poros aksel ( merubah putaran 90 derajat) dan sekaligus menaikkan momen.

### 1. Bagian – Bagian final drive (gardan)



- |                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| 1. Dudukan poros penggerak           | 4. Diferensial |
| 2. Roda gigi pinion ( Drive Pinion ) | 5. Poros Aksel |
| 3. Roda gigi ( Ring gear )           | 6. Flens Roda  |





*Fungsi :*

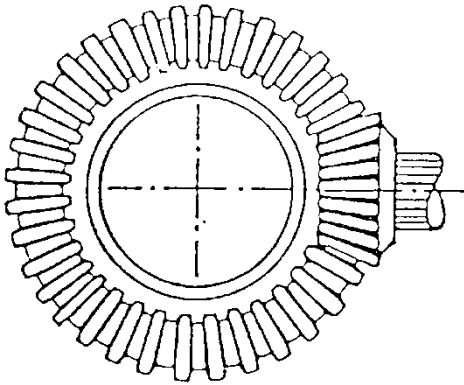
- Menghasilkan momen putar yang lebih besar
- Merubah arah putaran poros penggerak ( propeler ) ke roda dengan sudut  $90^0$
- Menyeimbang putaran kedua roda pada saat membelok

*Penggunaan :*

Digunakan pada kendaraan dengan motor memanjang

## 2. Macam – Macam Penggerak Sudut

### 2.1. Penggerak Roda Gigi Lurus Segaris ( Bevel Gear )



*Keuntungan*

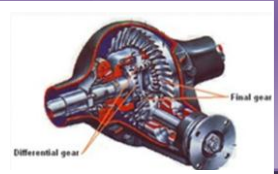
- Konstruksi sangat sederhana
- Harga mahal
- Gesekan kecil

*Kerugian*

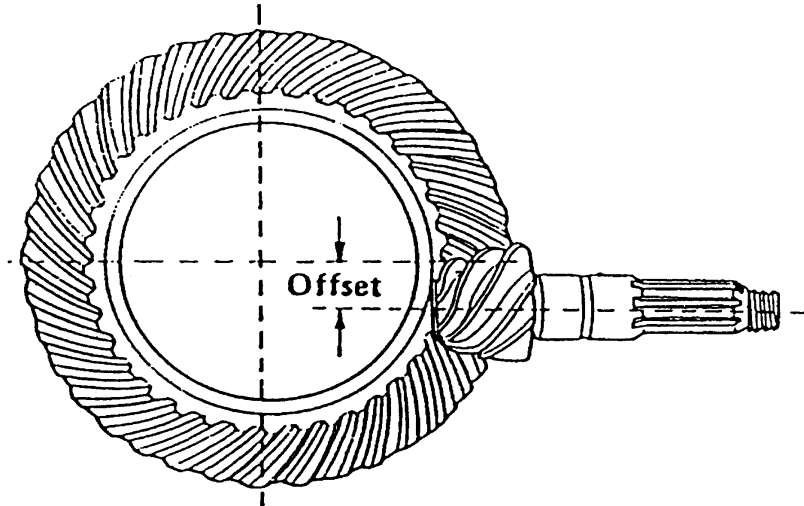
- Permukaan gigi yang kontak sedikit
- Suara kasar
- Gigi cepat aus

*Penggunaan*

- Pada kendaraan – kendaraan yang sangat tua sekali ( Produksi akhir 1800 / awal 1900 )
- Saat ini tidak ditemukan lagi



## 2.2. Penggerak Roda Gigi Hypoid ( Hypoid Bevel Gear )



### *Keuntungan*

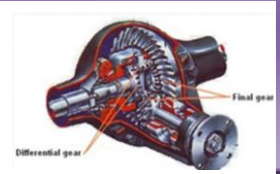
- Permukaan gigi yang kontak lebih banyak
- Dapat dibuat konstruksi yang lebih kecil dibanding non hypoid
- Suara lebih halus dibanding lainnya
- Pemindahan tenaga lebih besar

### *Kerugian*

- Diperlukan oli khusus kualitas lebih tinggi
- Harga lebih mahal
- Efisiensi kurang
- Konstruksi lebih rumit

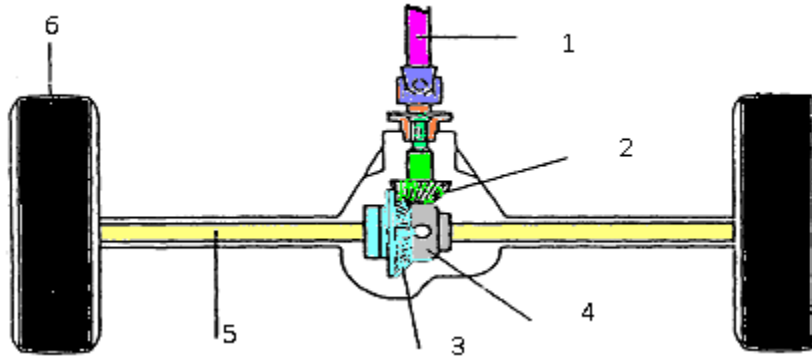
### *Penggunaan*

- Digunakan pada kendaraan produksi tahun 1960 sampai sekarang ( terbaru )



### 3. Kegunaan Dan Bagian – Bagian Diferensial

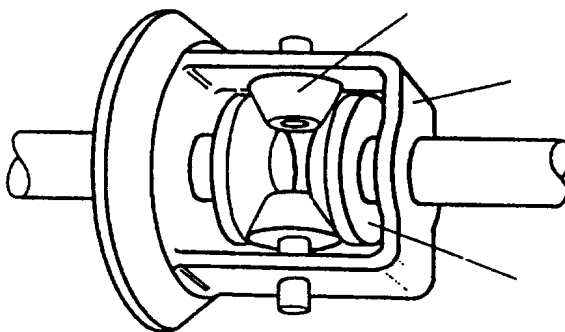
Kegunaan : Menyeimbangkan / mengatur putaran roda kiri dan kanan pada saat membelok



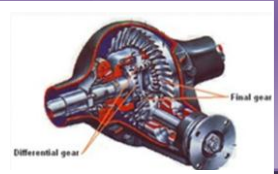
- 1. Poros penggerak ( Propeller )
- 2. Roda gigi pinion ( Drive Pinion )
- 3. Roda gigi korona ( Ring Gear )

- 4. Rumah diferensial
- 5. Poros aksel
- 6. Roda

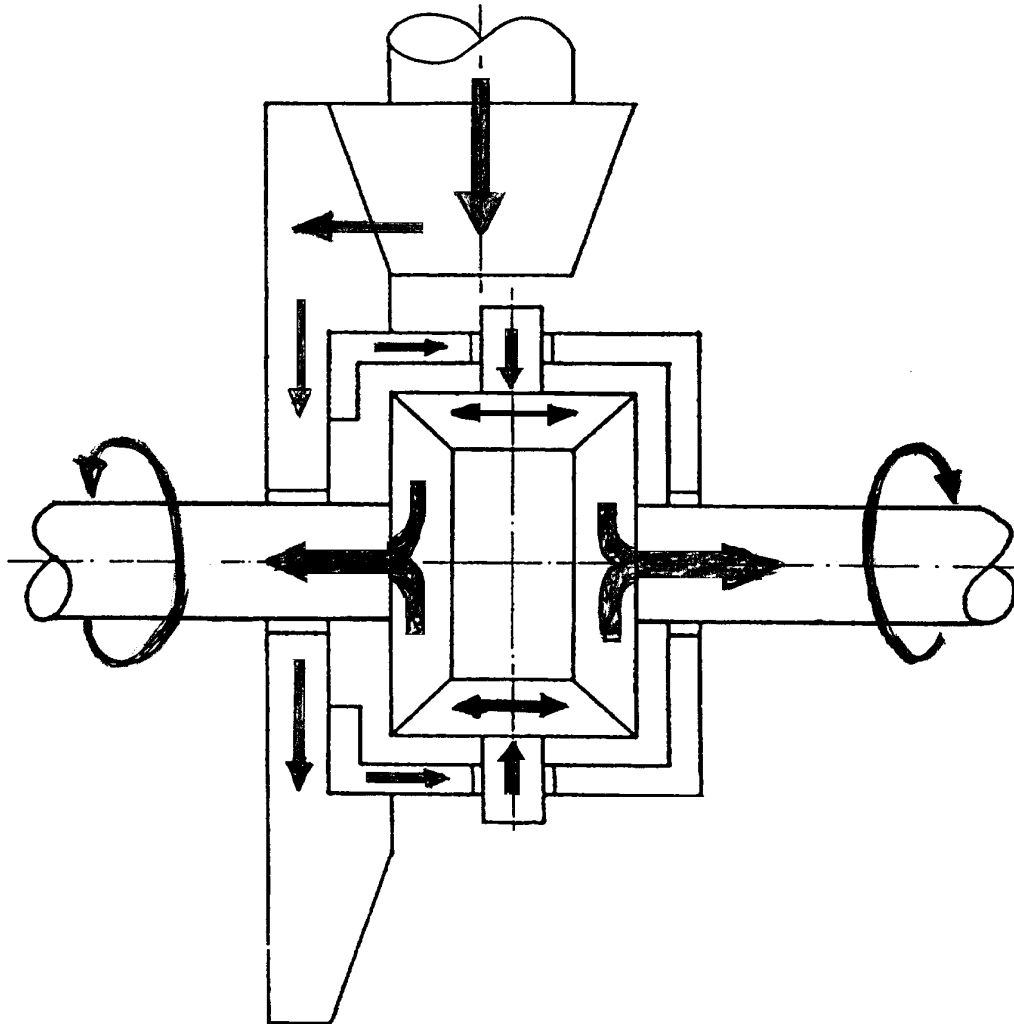
### Bagian – bagian di dalam rumah diferensial

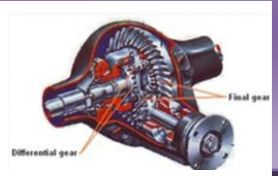


- a. Rumah dudukan poros roda gigi planet
- b. Roda gigi matahari
- c. Roda gigi planet

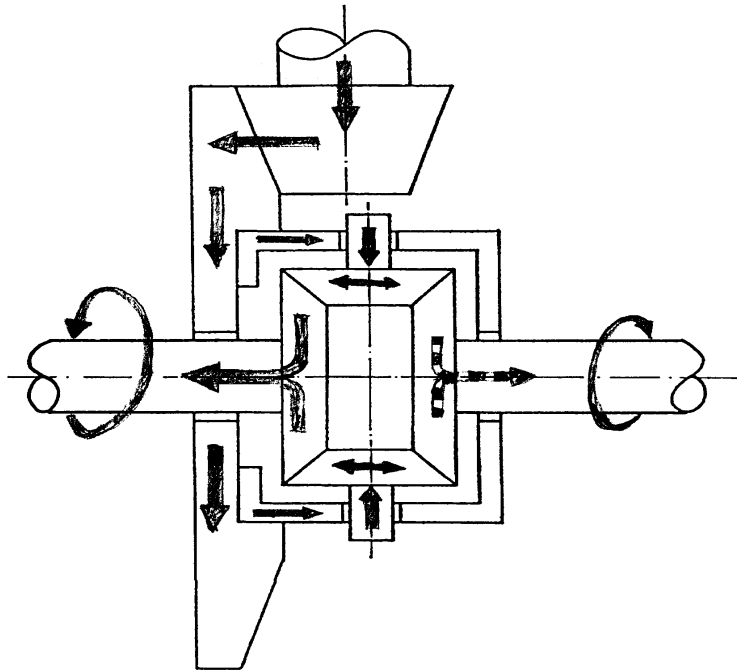
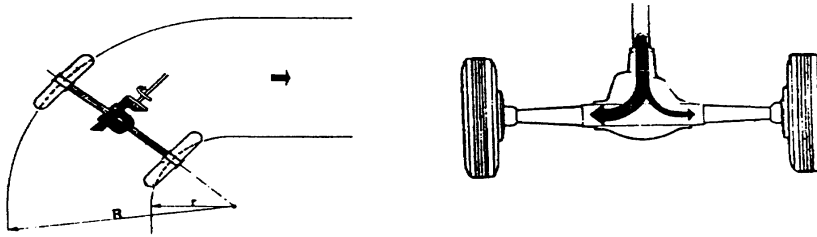


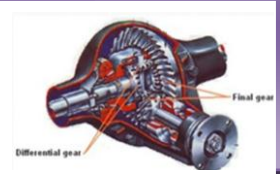
3.1. Kerja diferensial saat kendaraan berjalan lurus





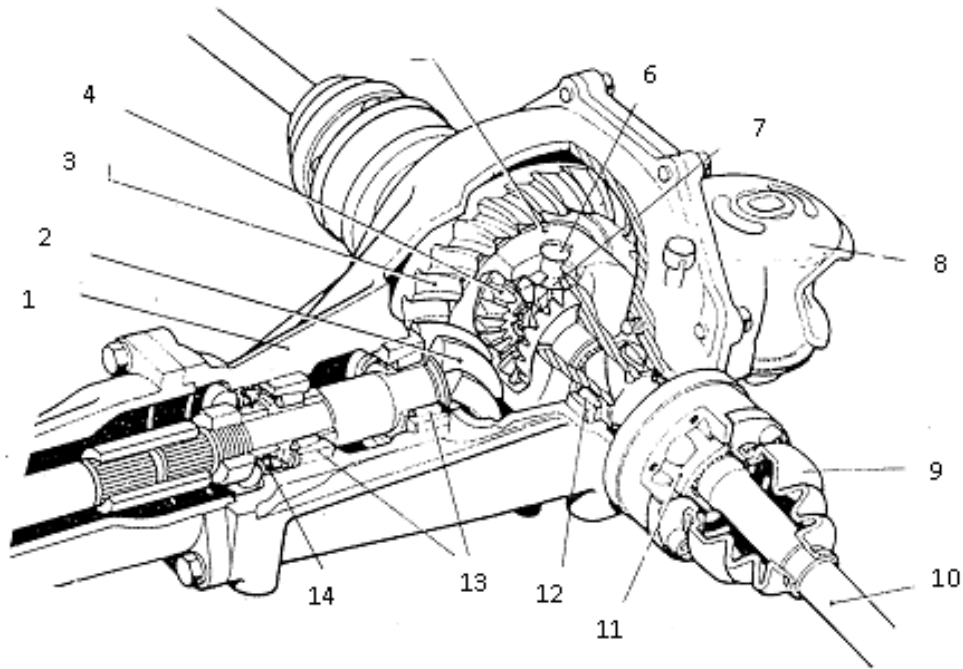
**3.2. Kerja diferensial pada saat kendaraan membelok**



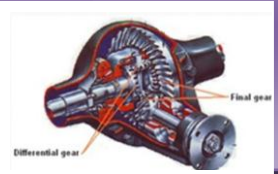


## 4. Penggerak sudut

### 4.1. Bagian-bagiab dari penggerak sudut



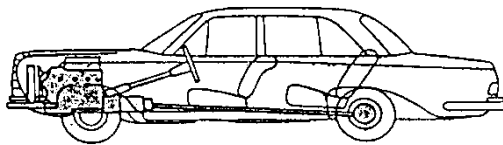
- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Rumah Penggerak Aksel         | 8. Mounting Rumah Penggerak aksel |
| 2. Gigi Pinion                   | 9. Tutup Debu                     |
| 3. Gigi Korona                   | 10. Poros Aksel                   |
| 4. Gigi Kerucut Samping/Matahari | 11. Penghubung Bola/Penghubung CV |
| 5. Rumah Diferensial             | 12. Bantalan Rumah Diferensial    |
| 6. Poros Gigi Kerucut Antara     | 13. Bantalan Poros Pinion         |
| 7. Gigi Kerucut Antara/Planet    | 14. Sil Oli                       |



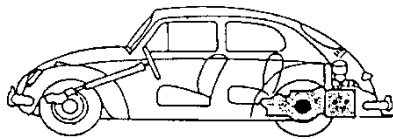
## 4.2 Penggunaan :

Kendaraan dengan motor memanjang, untuk meneruskan putaran ke roda-roda diperlukan penggerak sudut. Karena arah putaran motor berbeda dengan arah putaran roda – roda

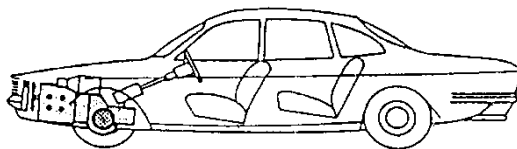
Contoh :



- Motor di depan penggerak roda belakang / motor memanjang

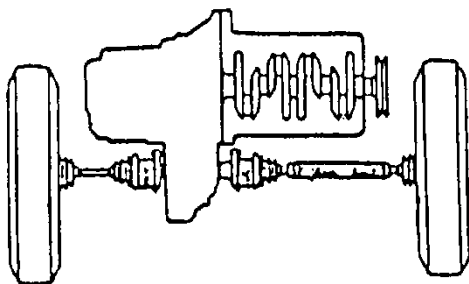


- Motor di belakang penggerak roda belakang / motor memanjang



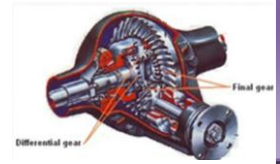
- Motor di depan penggerak roda depan / motor memanjang

## Kecuali motor melintang

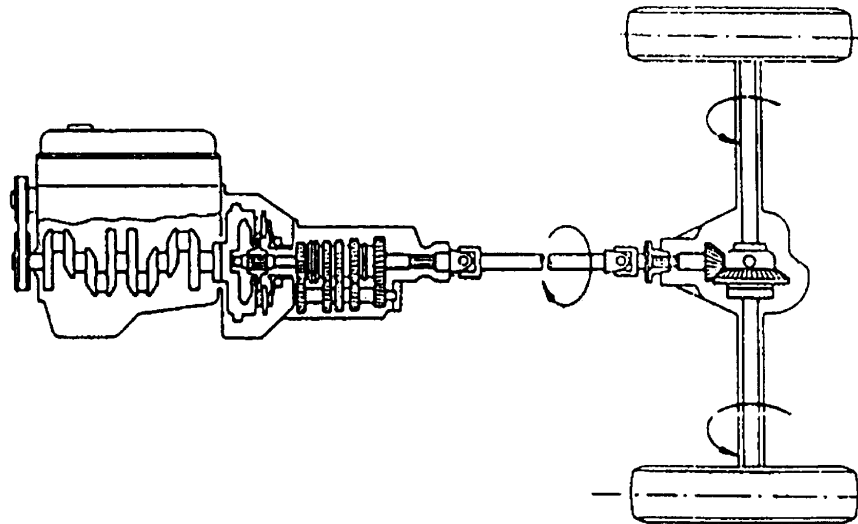


Contoh

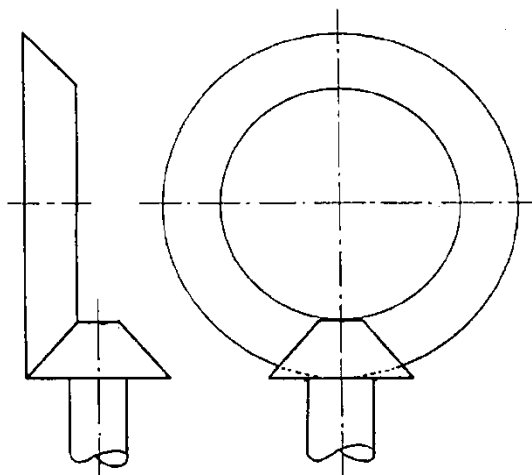
Motor didepan penggerak roda depan



## 4.2. Fungsi :



- Merubah arah putaran dari arah putaran mesin ke kanan ( a ) menjadi arah putaran maju ( b ) ke roda – roda



Memperbesar momen putar

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \frac{r_2}{r_1}$$

$$M_k = \frac{n_1}{n_2} \times M_p = \frac{z_1}{z_2} \times M_p = \frac{r_1}{r_2} \times M_p$$

Contoh Mobil Kijang : Momen pada pinion

120 Nm

Perbandingan gigi

4

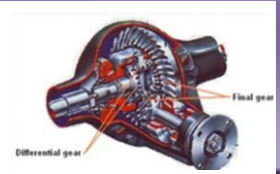
Momen korona

$i \times M_p$

$= 4 \times 120$

$= 480 \text{ Nm}$

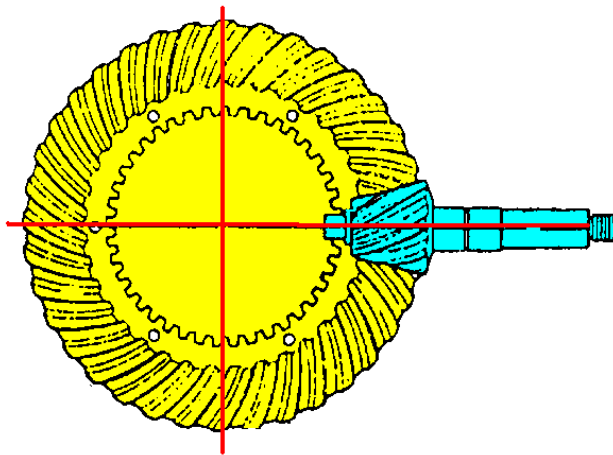




## 5. Jenis Penggerak Sudut

Pada saat sekarang penggerak aksel hanya menggunakan penggerak sudut roda korona. Tetapi pada sistem lama, misalnya merek PEUGEOT menggunakan penggerak roda cacing.

Perbandingan gigi pada : • Sedan station antara 3,5 : 1 s/d 4,5 : 1  
 • Truk antara 5 : 1 s/d 12 : 1



### Jenis biasa :

Sumbu poros pinion segaris dengan aksis roda korona  
 Konstruksi ini hanya digunakan pada truk

### Kerugian :

Suara tidak halus  
 Gaya pada gigi besar (Konstruksi Berat)

### Jenis Hypoid

Sumbu poros pinion tidak segaris dengan aksis roda korona

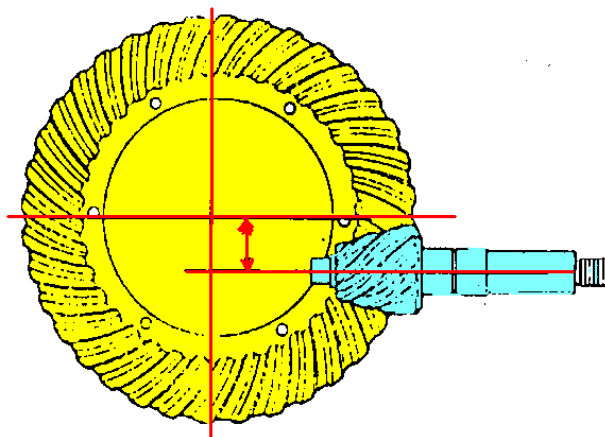
Konstruksi ini : Digunakan pada sedan, station dan truk

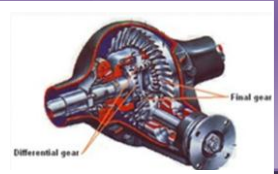
### Keuntungan :

Suara halus  
 Permukaan gigi yang memindahkan gaya lebih besar  
 Poros penggerak ( Gardan ) lebih rendah

### Kerugian :

Perlu oli khusus GL 4 atau GL 5  
 Gesekan antara gigi lebih besar

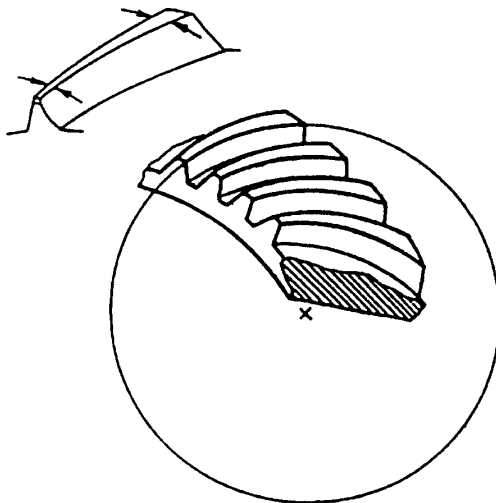
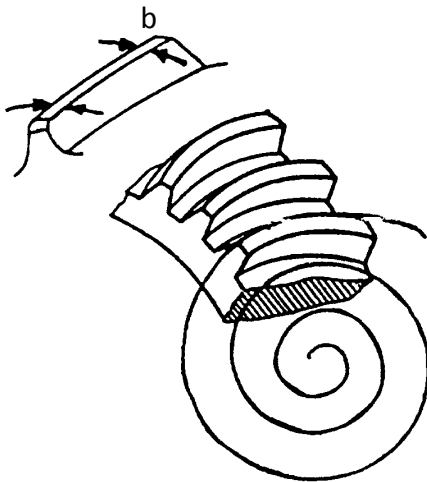




## 6. Bentuk Gigi penggerak Sudut

Dari bentuk giginya, roda korona ada 2 macam

- Klingenberg
- Gleason



### 6.1 Klingenberg

Tebal puncak gigi bagian dalam dan bagian luar sama ( $A=B$ )

Disebut gigi spiral karena bentuk gigi sebagian dari busur spiral

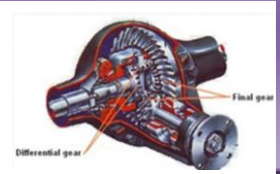
Kebanyakan digunakan pada mobil Eropa dan Jepang

### 6.2 Gleason

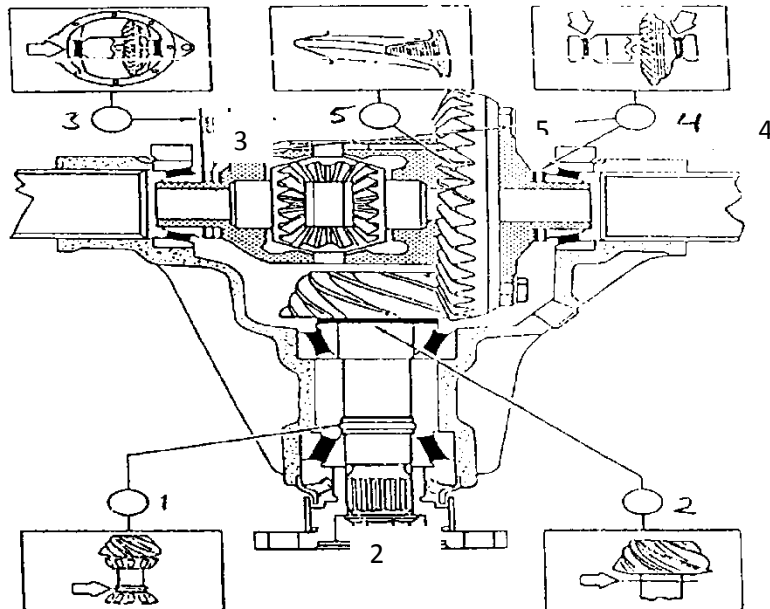
Tebal puncak gigi bagian dalam dan bagian luar tidak sama ( $a>b$ )

Disebut gigi lingkar karena bentuk – bentuk gigi sebagian dari busur lingkaran

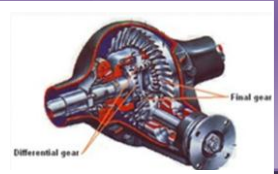
Kebanyakan digunakan pada mobil Amerika



## 7. Penyetelan Penggerak Aksel



1. Tinggi pinion  
Untuk mendapatkan posisi gigi pinion yang tepat terhadap gigi roda korona
2. Pre – load pinion  
Agar keausan bantalan tidak menyebabkan kebebasan bantalan
3. Celah bebas gigi roda korona ( Back Lash )  
Roda korona dapat berputar dengan baik/halus dan tidak menimbulkan suara persentuhan gigi atau suara dengung
4. Pre – load bantalan rumah diferensial ( Keseluruhan )  
Agar keausan bantalan tidak menimbulkan kebebasan bantalan / gerak aksial roda korona
5. Memeriksa Persinggungan gigi  
Untuk menempatkan posisi permukaan kontak gigi pinion dan roda korona benar ( di tengah – tengah ) sehingga suara halus dan keausan merata

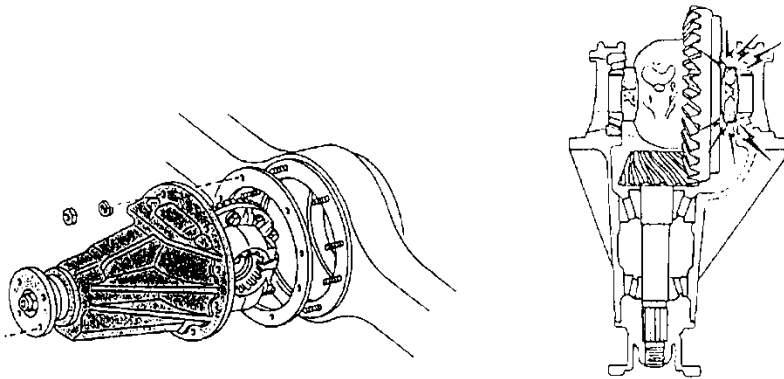


## 8. Bentuk Rumah final drive ( gardan)

Dari bentuk rumah penggerak aksel dapat dibedakan tiga macam :

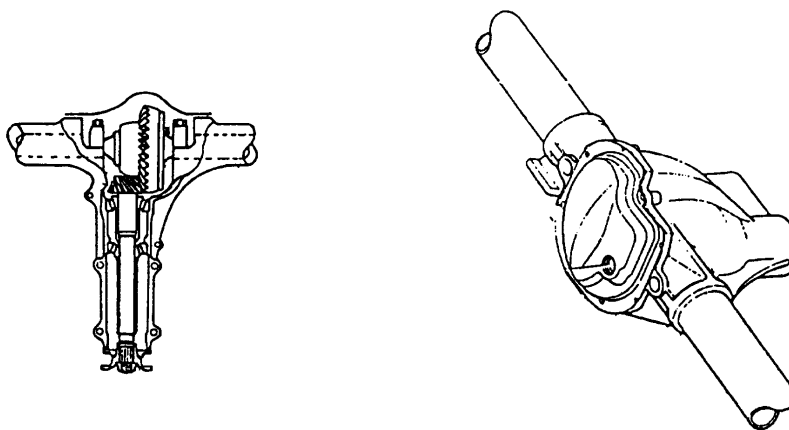
- Aksel Banjo
- Aksel Spicer
- Aksel Terompet

### 8.1 Aksel Banjo

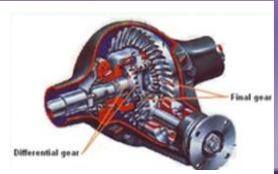


Rumah bantalan lebih kuat menahan gaya ke samping / aksial roda korona kurang kuat, biasa digunakan pada kendaraan sedan, Station dan Jep

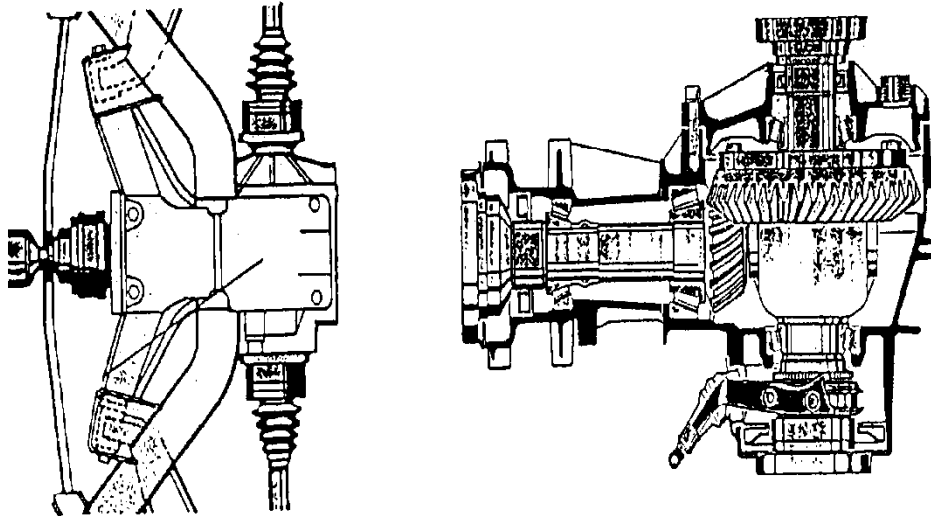
### 8.2. Aksel Spicer



Rumah bantalan lebih kuat menahan gaya ke samping / aksial roda korona jenis ini sering digunakan pada jeep dan truk



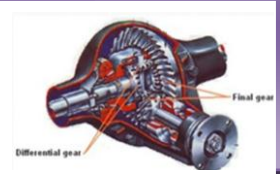
## 8.3. Aksel Terompet



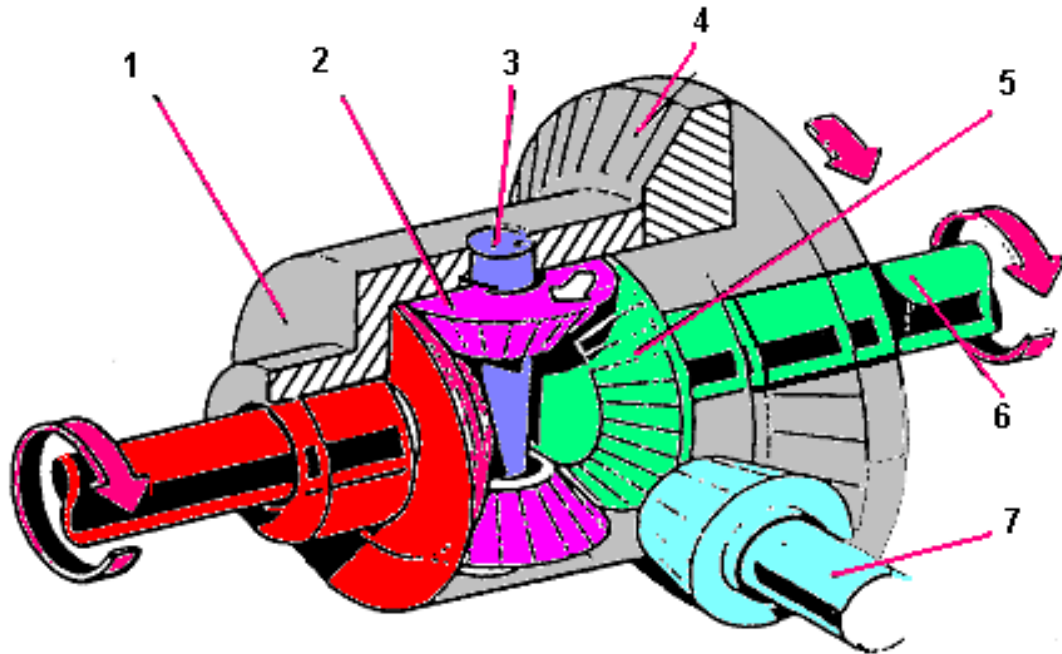
Rumah bantalan merupakan satu kesatuan yang kokoh dengan rumah aksel, jenis ini paling kuat menahan gaya ke samping / aksial roda korona biasanya digunakan pada jenis kendaraan berat

Jarang lagi digunakan pada kendaraan, karena :

- Konstruksi rumit
- Penyetelan sulit
- Harga mahal

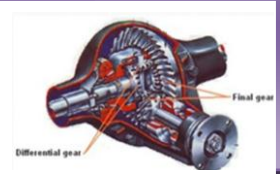


## 9. Diferensial

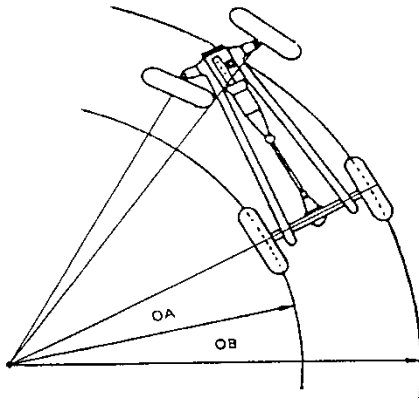


### 9.1 BAGIAN-BAGIAN :

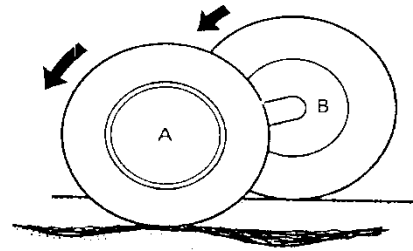
1. Rumah diferensial
2. 2 atau 4 gigi kerucut antara / penyesuai
3. Poros gigi kerucut antara
4. Roda korona
5. 2 roda gigi kerucut samping / matahari
6. Poros aksel
7. Pinion



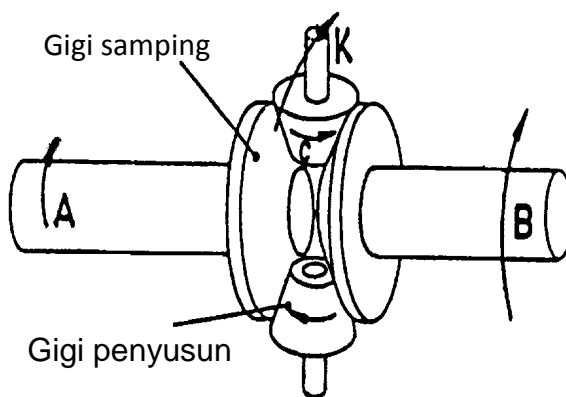
## 9.2. Fungsi :



Saat jalan belok jarak tempuh roda dalam dan roda luar berbeda (Roda luar harus berputar lebih cepat)



Roda pada permukaan jalan yang kasar akan bergerak lebih jauh dari pada roda pada permukaan jalan yang rata dan halus



*Lurus :*

$$N_K = N_A = N_B$$

*Belok kiri*

$$N_A = N_K - N_C$$

$$N_B = N_K + N_C$$

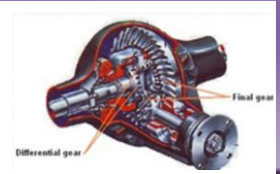
*Belok kanan*

$$N_A = N_K + N_C$$

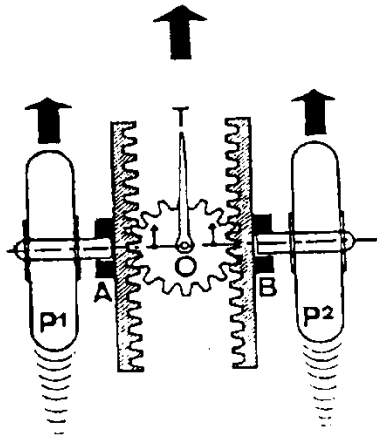
$$N_B = N_K - N_C$$

Gigi antara ( gigi penyesuai ) dapat membuat perbedaan putaran roda kiri dan kanan sesuai dengan sifat jalan kendaraan

# Gardan

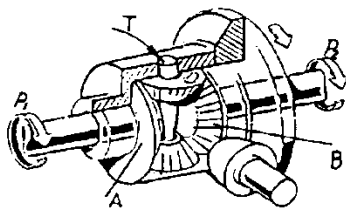


**Cara Kerja :**



**Kendaraan jalan lurus ( diferensial tidak bekerja )**

- 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 :

$$NP1 = NT = Np2$$

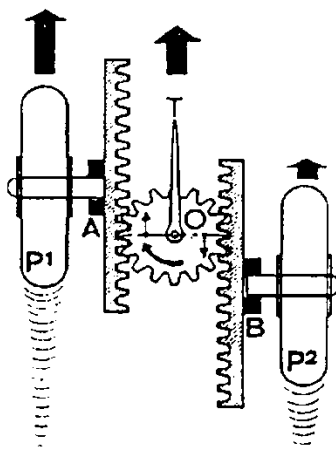
**Kendaraan belok kanan**

- Beban koefisien gesek  $P1 < P2$  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

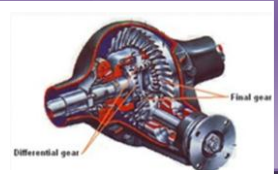
$$\sum nP \text{ belok} = \sum nP \text{ lurus}$$

**Diferensial bekerja :**

Putaran roda korona "T" tetap berputarnya roda gigi penyesuai menyebabkan perbedaan putaran roda kiri dan kanan (  $nP1 > nP2$  )

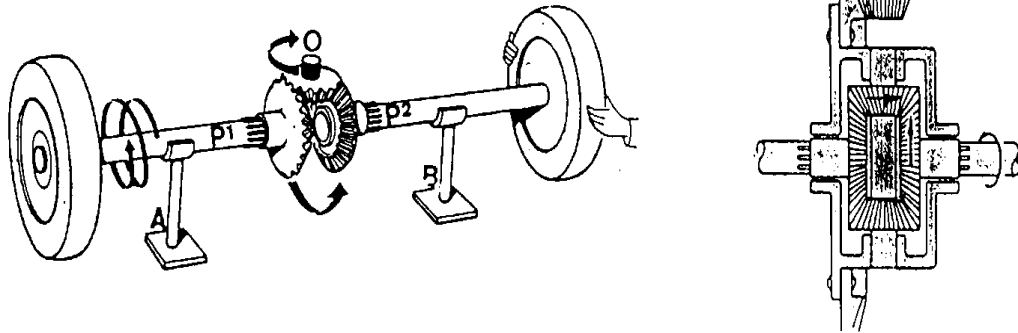




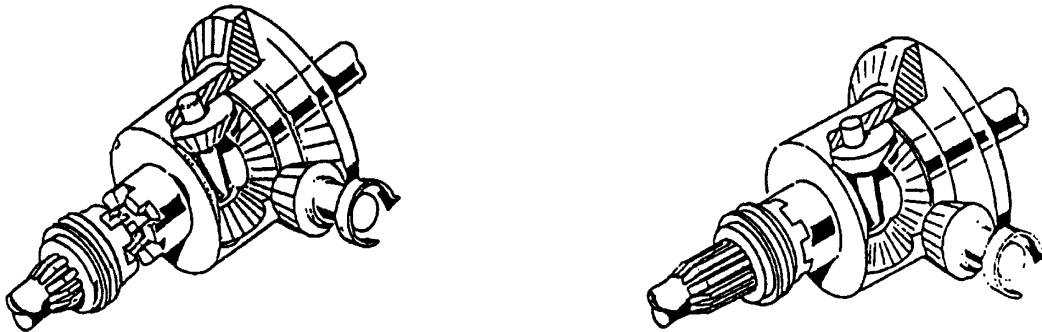


## 10. Pengunci diferensial

Fungsi

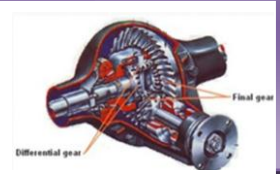


Koefisien gesek roda kiri dan kanan berbeda misal salah satu roda jalan pada lumpur atau basah maka roda dengan koefisien rendah mulai slip dan roda dengan koefisien besar diam, Akibatnya tetap berhenti dengan salah satu roda berputar / slip



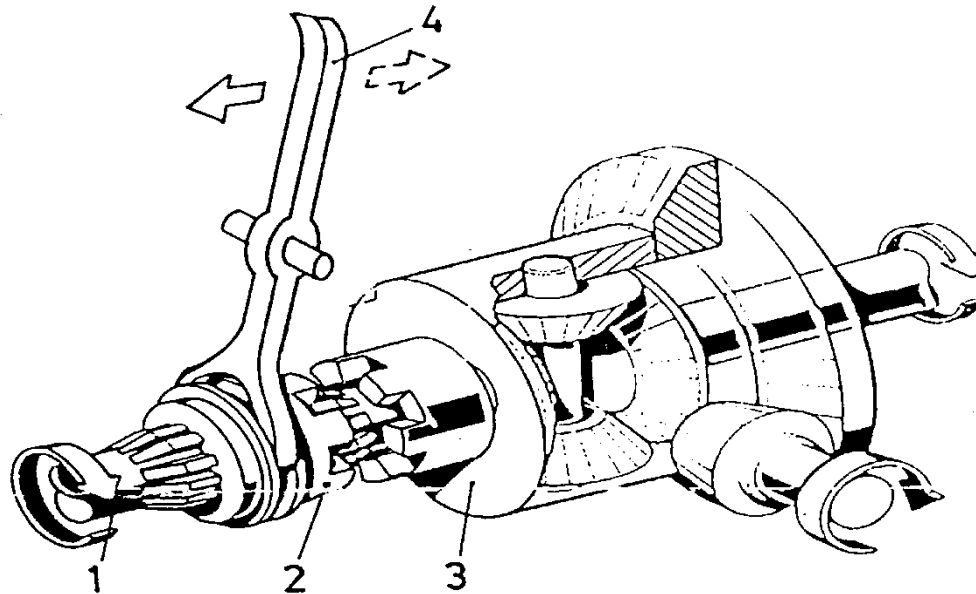
Dengan terkuncinya salah satu poros aksel dengan rumah diferensial maka tidak akan terjadi slip salah satu roda (Mencegah) slip salah satu roda saat roda kiri dan kanan koefisien geseknya tidak sama

Setelah kendaraan sudah keluar dari lumpur pengunci harus dilepas, jika lupa penggerak aksel bisa pecah.



## 11. Sistem Penggerak Pengunci Dan Cara Kerja

### 11.1. Penggerak Mekanis

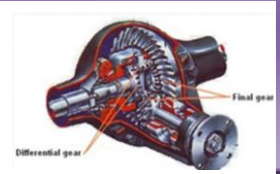


Cara Kerja :

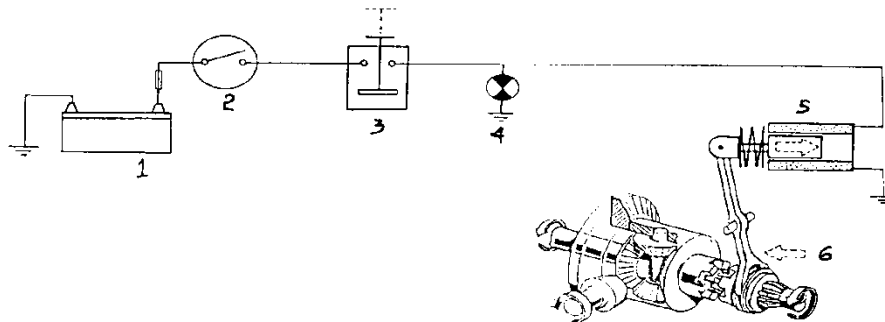
- Saat pengunci bebas diferensial bekerja seperti biasa
- Roda slip, lengan pengunci ( 4 ) ditarik ke kiri
- Pengunci ( 2 ) bergerak ke kanan dan menghubungkan ke rumah diferensial ( 3 )
- Putaran poros penggerak ( 1 ) terhubung dengan rumah diferensial ( 3 ) oleh pengunci ( 2 ), ( gigi penyesuai tidak 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



## 11.2. Penggerak Listrik / Solenoid



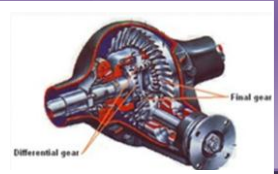
1. Baterai
2. Kunci kontak
3. Sakelar pengunci
4. Lampu kontrol
5. Solenoid
6. Lengan pengunci

Cara kerja :

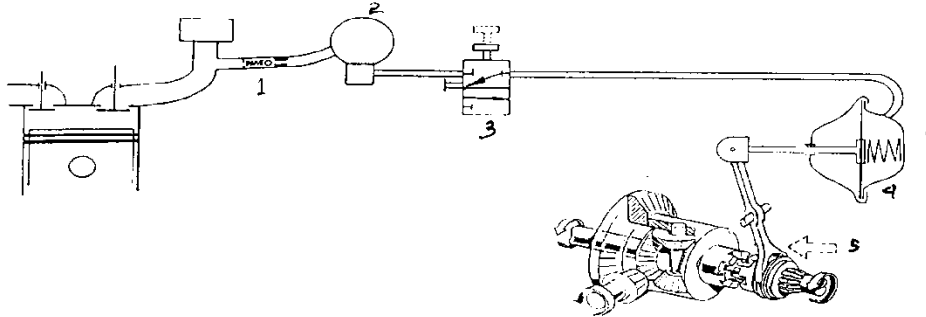
- Kunci kontak ( 2 ) menghubungkan
- Bila roda slip sakelar pengunci ( 3 ) ditarik
- Arus dari baterai mengalir kelampu kontrol ( 4 ) dan ke solenoid ( 5 )
- Lampu kontrol ( 4 ) menyala dan timbul magnet pada solenoid ( 5 )
- Lampu pengunci ( 6 ) tertarik dan pengunci bergerak ke kiri menghubungkan ke 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
- Pegas mendorong lengan pengunci dan pengunci bergerak ke kanan melepaskan hubungan antara rumah diferensial dengan poros penggerak

Penggunaan :

*Sering digunakan pada sedan*



## 11.3. Penggerak Vakum



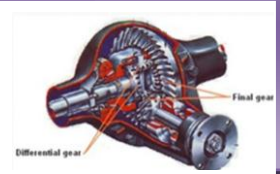
1. Saluran masuk
2. Tangki vakum
3. Sakelar vakum
4. Membran vakum
5. Lengan pengunci

Cara kerja :

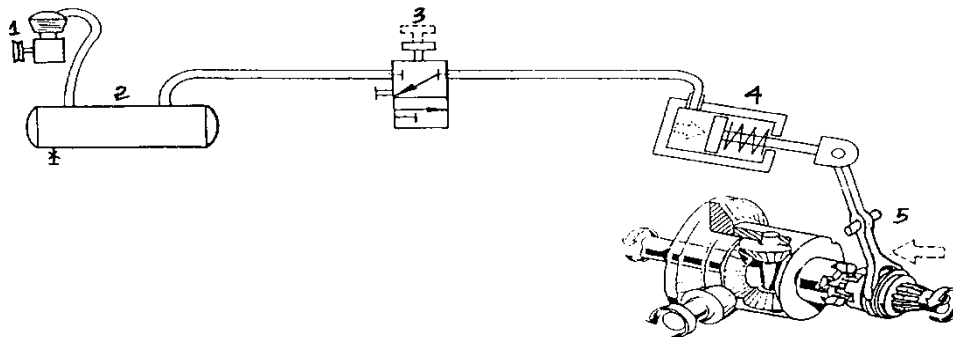
- Bila roda slip sakelar vakum ( 3 ) ditarik
- Ruang sebelah kanan membran (4) berhubungan dengan tangki vakum ( 3 )
- Membran bergerak ke kanan
- Lengan pengunci ( 5 ) tertarik ke kanan dan pengunci bergerak ke kiri menghubungkan ke rumah diferensial
- Poros penggerak berhubungan dengan penggerak kanan oleh pengunci ( diferensial terkunci, putaran poros penggerak kanan dan kiri berputar bersama-sama dengan rumah diferensial )
- Sakelar vakum ( 3 ) ditekan, tidak ada hubungan antara membran vakum dengan tangki vakum dan ruang kanan membran berhubungan dengan udara luar
- Pegas mendorong ke kiri, pengunci bergerak ke kanan melepas hubungan antara rumah diferensial dengan poros penggerak
- Sistem ini juga dilengkapi dengan lampu kontrol

Penggunaan :

Jenis ini hanya digunakan pada sedan atau mobil dengan motor bensin



## 11.4. Penggerak Udara Tekan



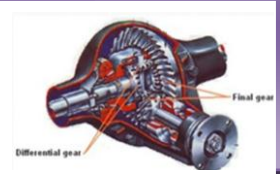
1. Kompresor
2. Tangki udara
3. Sakelar udara
4. Boster tekan
5. Lengan pengunci

### 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
- Diferensial terkunci, poros penggerak kanan dan kiri berputar bersama – sama dengan rumah diferensial
- Sakelar udara ditekan, slang dari tangki tidak ada hubungan dengan boster tekan dan slang boster tekan berhubungan dengan udara luar
- Pegas mendorong torak ke kiri dan pengunci bergerak ke kanan melepas hubungan antara rumah diferensial dengan poros penggerak
- Pada waktu pengunci bekerja ada lampu kontrol yang menyala

Penggunaan :

Digunakan pada truk dan bus yang menggunakan sistem rem angin



## 12. Pengerem Diferensial Automatis

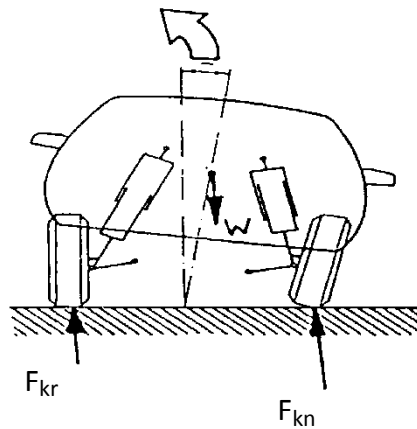
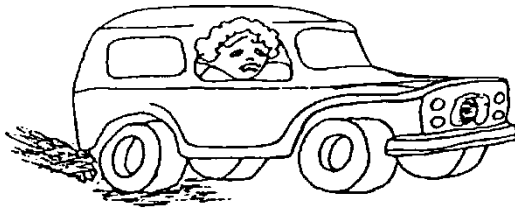
Pada mobil dan truk pengunci diferensial biasanya dilaksanakan secara manual. Lain dengan mobil sedan biasanya fungsi pengunci diferensial dilaksanakan secara otomatis ( Pengerem Diferensial Automatis )

Pada dasarnya pengereman diferensial otomatis ada tiga jenis :

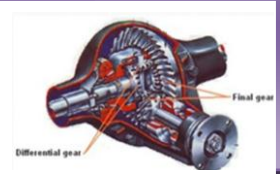
- Kopling plat banyak
- Kopling visco
- Kopling diatur secara elektronis

### 12.1. Penggunaan :

Pengereman diferensial otomatis biasanya sering digunakan pada kendaraan dengan mesin bertenaga kuat, untuk :

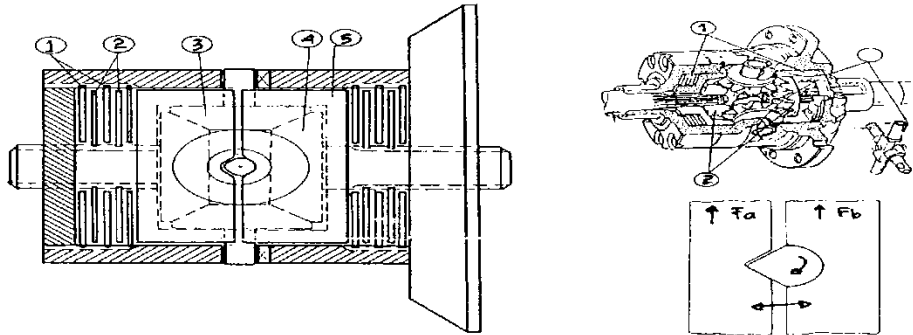


- Membantu kendaraan saat mulai berjalan di atas permukaan jalan yang jelek / licin ( saat mulai berjalan dengan tenaga kuat salah satu roda tidak selip )
- Memperbaiki traksi saat jalan melingkar / belok. Jika  $F_{kr} < F_{kn}$  roda dalam tidak selip, diferensial mengeram memberi putaran pada roda luar



## 12.2. Jenis – Jenis Pengerem Diferensial Automatis

### a. Kopling plat banyak



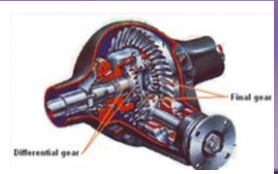
1. Plat kopling luar
2. Plat kopling dalam
3. Roda gigi antara / penyesuai
4. Roda gigi samping / matahari
5. Mangkok tekan

$F$  = Gaya tekan aksel  
 $F_b$  = Reaksi momen putar gigi samping  
 $F_a$  = Reaksi momen putar gigi samping  
 $F_r$  = Reaksi perbedaan momen putar  
 $F_a > F_b$

Cara kerja :

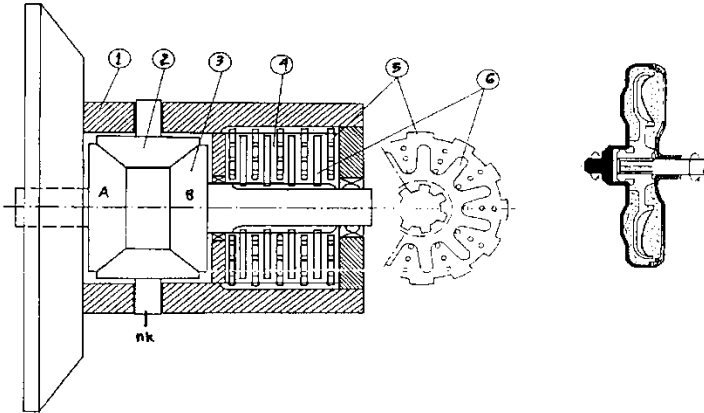
Prinsip kerja pengereman dengan kopling plat banyak adalah berdasarkan perbedaan momen putar poros penggerak kiri dan kanan

- Bila  $F_a > F_b$  dan  $F$  tetap
- Karena hubungan poros roda gigi samping dengan mangkok tekan berbentuk konis maka mangkok tekan akan bergerak ke samping  $F_r$
- Plat kopling tertekan sehingga poros aksel berhubungan dengan rumah diferensial



- 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



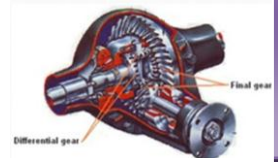
- |                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. Rumah diferensial            | 4. Ruang cairan silikon |
| 2. Roda gigi antara / penyesuai | 5. Lamel luar           |
| 3. Roda gigi samping / matahari | 6. Lamel dalam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

Cara kerja :

Prinsip kerja pengereman dengan kopling visko adalah berdasarkan pada perbedaan putaran poros penggerak kiri dan kanan ( seperti pada kopling Fluida )

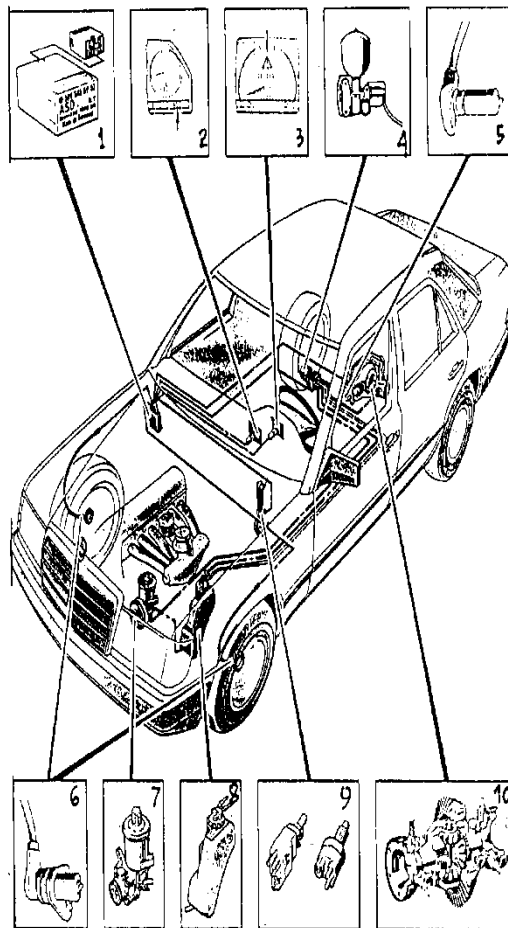
- Saat  $n_A = n_B = n_K$  lamel dalam dan lamel luar bergerak bersama – sama
- Bila salah satu roda slip  $n_A \neq n_B$ , lamel luar dan lamel dalam saling memotong dalam cairan silikon yang kental sekali
- Putaran lamel yang lambat mengerem lamel yang berputar cepat semakin besar perbedaan putaran semakin kuat pengereman sehingga akhirnya kedua lamel berputar bersama – sama
- Diferensial menjadi terkunci





- 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 Diatur Secara Elektronik ( Limited Slip )



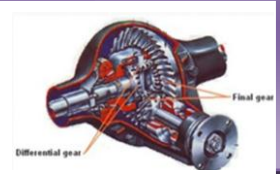
Keterangan :

1. Pengatur elektronik
2. Pengontrol bekerjanya sistem pengatur
3. Kontrol kerusakan pada sistem pengatur
4. Penyimpan tekanan hidrolik
5. Pengukur putaran aksel belakang
6. Pengukur putaran poros aksel depan
7. Pompa hidrolik
8. Tabung oli hidrolik
9. Sakelar pedal rem
10. Diferensial dengan kopling hidrolik diatur secara elektronik

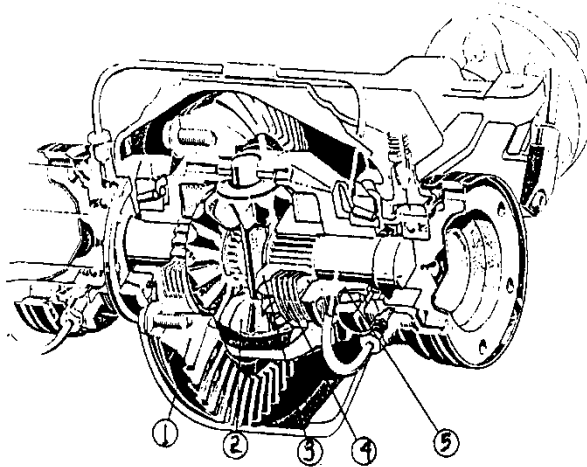
Perbedaan putaran roda depan dengan putaran poros aksel belakang dikontrol secara elektronik.

Bila ada perbedaan putaran diferensial akan terkunci secara hidrolik ( Katup pengatur hidrolik bekerjanya diatur secara elektronik )

Jenis ini digunakan pada Mercedes Benz



## 13. Diferensial Dengan Pengerem Kopling Hidraulis

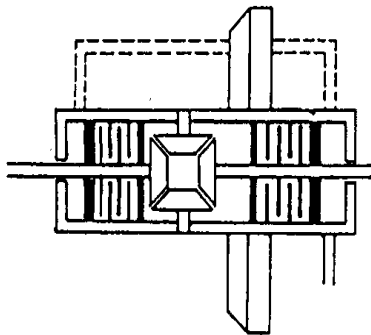


1. Roda korona
2. Roda gigi antara / penyesuai
3. Roda gigi samping / matahari
4. Plat kopling
5. Torak kopling hidraulis

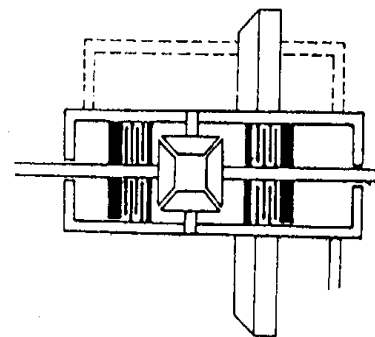
Prinsip kerja diferensial ini adalah diferensial dengan penguncian secara otomatis jenis plat kopling banyak

Pada samping plat kopling banyak dilengkapi piston penekan kopling hidraulis

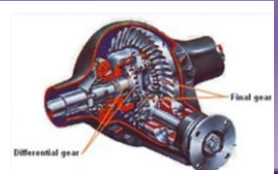
### 13.1 Cara kerja pengerem diferensial kopling hidraulis :



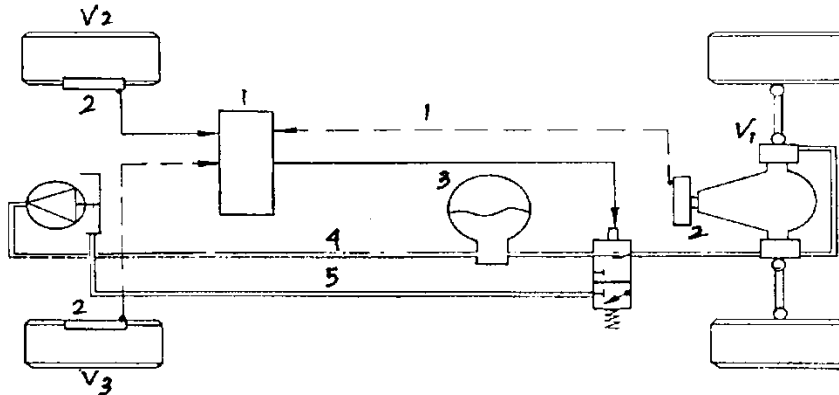
Belum ada tekanan :  
Torak tidak bergerak dan diferensial bekerja dengan tidak terkunci



Tekanan hidraulis bekerja :  
Dengan tekanan hidraulis torak bergerak menekan plat kopling sehingga diferensial terkunci



## 13.2. Cara kerja pengatur kopling hidraulis secara elektronik



### Pengatur sistem secara elektronik

Pengukur putaran

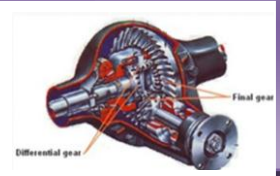
- Arus pengatur katup hidraulis
- Aliran hidraulis bertekanan
- Aliran pengembali oli hidraulis

### Mobil mulai berjalan

- Bila salah satu roda belakang slip dan roda depan diam perbedaan kecepatan ( $\Delta V$ ) lebih besar dari 2 km/h
- Unit pengatur secara elektronik mengatur pembukaan katup hidraulis berdasarkan perbedaan putaran  $V_1$  dengan  $V_2$  dan  $V_3$
- Aliran hidraulis mengalir dari tangki penyimpan tekanan ke kopling hidraulis melalui katup pengatur
- Torak penekan bergerak dan diferensial terkunci

### Mobil mulai berjalan

- Bila putaran roda depan sama dengan putaran aksel belakang unit pengatur tidak memberi arus ke katup hidraulis
- Katup pengatur menutup saluran dari tangki penyimpanan tekanan ke kopling hidraulis dan membuang tekanan hidraulis kopling ke tabung oli hidraulis
- Kopling membuka lagi diferensial bekerja seperti biasa



### 13.3. Fungsi khusus :

Pengunci akan membuka secara otomatis pada saat :

#### a. Kecepatan lebih 40 Km / h

Karena: • Sifat pengereman dari plat koplign sendiri cukup besar untuk menjaga slip dalam kurva

- Kalau diferensial dikunci dengan kecepatan tinggi poros aksel bisa pecah

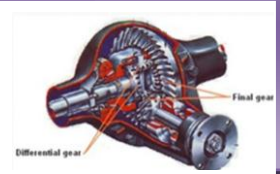
#### b. Mobil berjalan dengan hambatan mesin ( gas dilepas ) atau waktu direm

Karena: • Sifat jalan lebih aman kalau roda memutar bebas

- Sistem pengunci mengganggu sistem rem ABS

Bila ada masalah dalam sistem listrik atau sistem hidraulis pengunci akan terbuka otomatis dan lampu kontrol pada panel menyala (Sistem pengaman)

Jika pengunci tidak bekerja maka hidrolis akan bersirkulasi di dalam pompa



## 14. Praktik Overhaul Penggerak Aksel Biasa

### TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta dapat membongkar, memeriksa, memasang dan menyetel penggerak aksel biasa

### ALAT

- Kotak lat
- Palu luncur
- Kunci shock
- Dongkrak
- Dial indikator
- Kunci momen
- Mistar dalam
- Pengukur momen putar
- Mistar baja
- Lampu kerja

### BAHAN

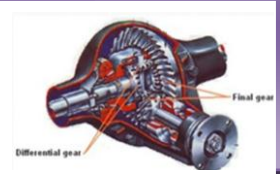
- Penggerak aksel

### WAKTU

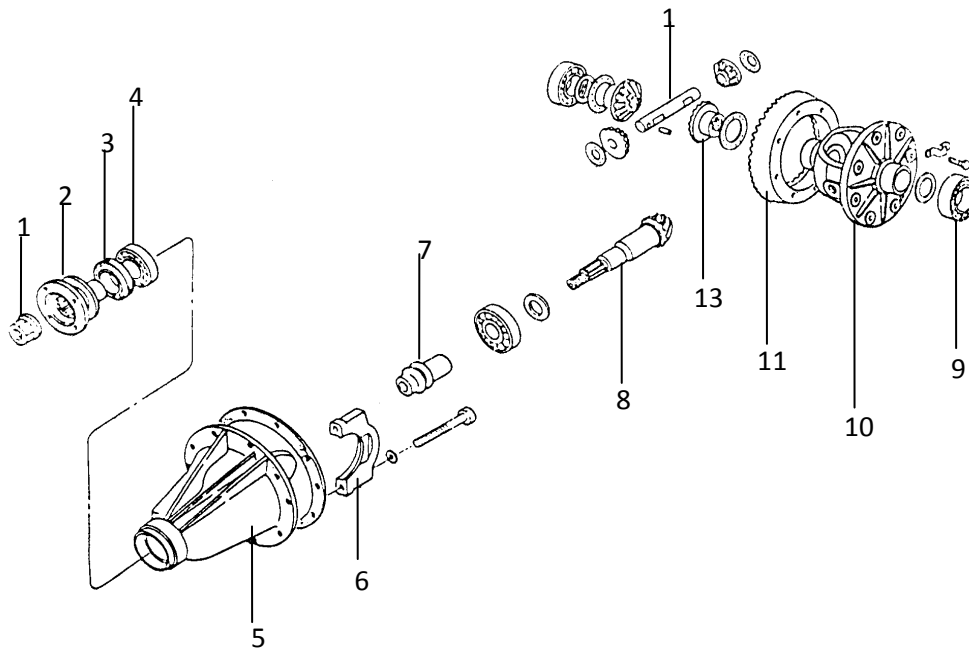
- Instruksi : 1 jam
- Latihan : 5 jam

### KESELAMATAN KERJA

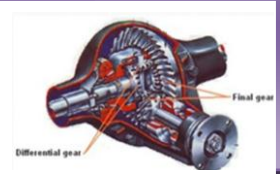
- Hati-hati bekerja di bawah mobil, pemasangan penyangga harus baik
- Saat menurunkan penggerak aksel harus hati – hati jangan sampai jatuh
- Saat membongkar bagian – bagian penggerak aksel jangan sampai jatuh



## Bagian – Bagian Penggerak Aksel Biasa



- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1. Mur                   | 8. Poros pinion               |
| 2. Penghubung poros      | 9. Bantalan rumah diferensial |
| 3. Sil poros pinion      | 10. Rumah diferensial         |
| 4. Bantalan poros pinion | 11. Roda gigi korona          |
| 5. Rumah penggerak aksel | 12. Poros gigi planet         |
| 6. Tutup bantalan        | 13. Roda gigi satelit         |
| 7. Pipa pembatas         | 14. Roda gigi planet          |

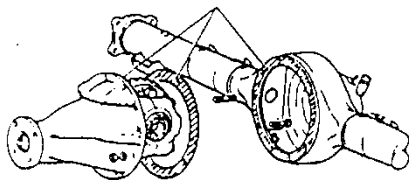
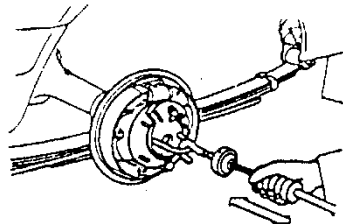


## LANGKAH KERJA

Pembongkaran :

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

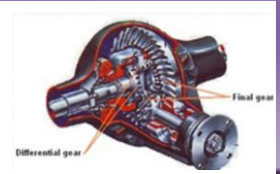
### 1. Melepas Poros Poros Penggerak Aksel :



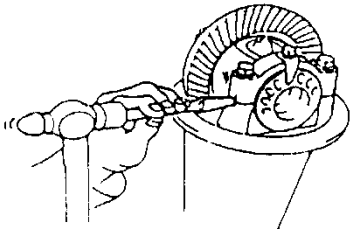
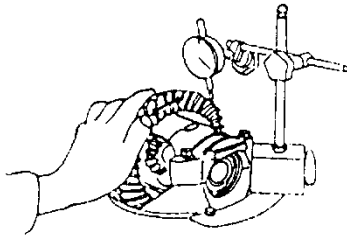
- Melepas bagian – bagian yang menghilangkan keluarnya poros penggerak aksel
- Melepas mur penahan poros penggerak aksel
- Tarik keluar poros penggerak aksel dengan palu luncur
- Lepas mur dan turunkan penggerak aksel dari dudukannya

Perhatikan !

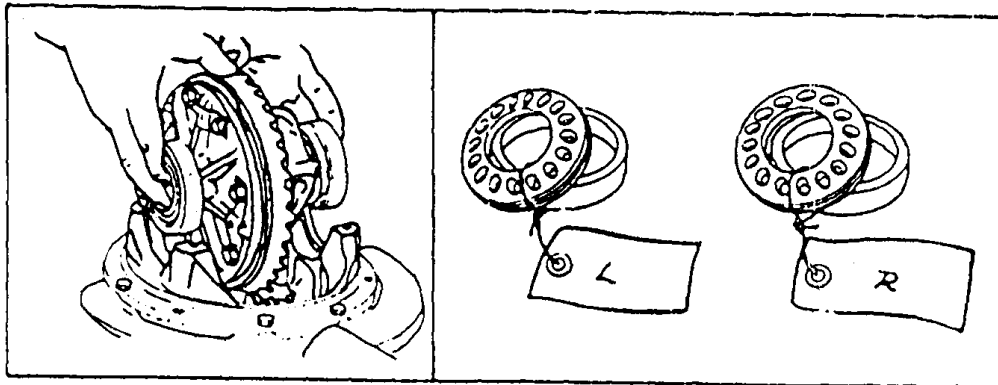
Jika sulit lepas jangan gunakan obeng atau pahat hingga merusakkan paking / permukaan dudukan



. Membongkar penggerak aksel :



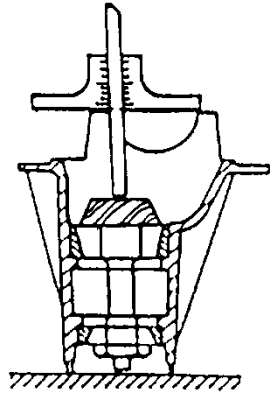
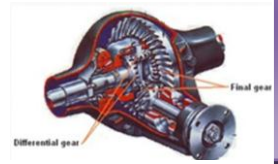
- Sebelum dibongkar terlebih dahulu periksa / mengukur celah kebebasan kontak gigi pinion dengan gigi krona
- Beri tanda pada tutup bantalan
- Lepas plat pengunci baut penyetel
- Lepas baut pengikat tutup bantalan



- Angkat keluar rumah diferensial  
Perhatikan ! baut penyetel, cincin bantalan bagian kiri dan kanan tidak boleh tertukar / beri tanda



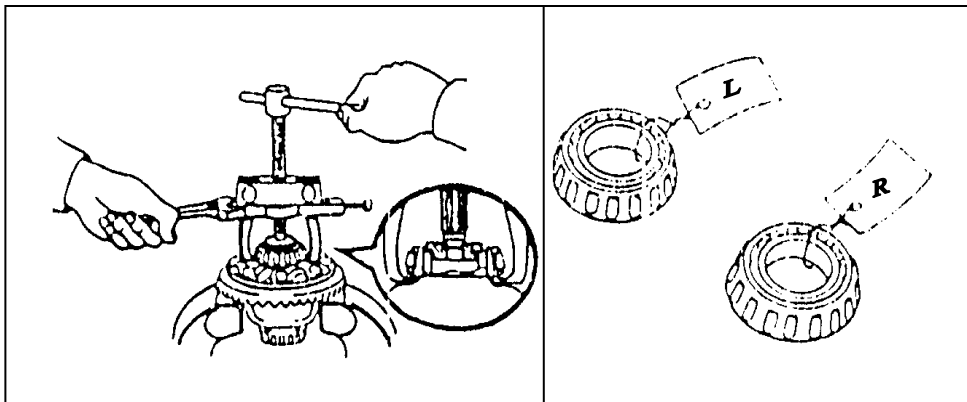
# Gardan



- Mengukur tinggi pinion dengan mistar dalam

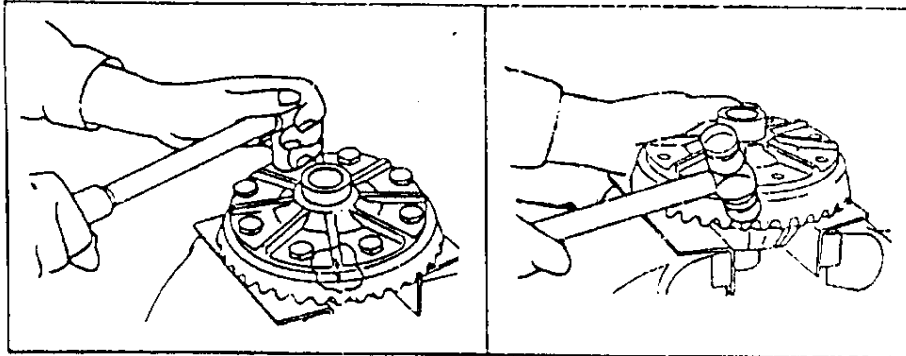
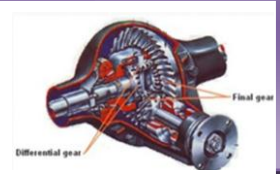
Ukuran ini penting untuk kontrol dalam pemasangan agar pinion dapat dipasang dengan baik / seperti semula

Membongkar rumah diferensial :

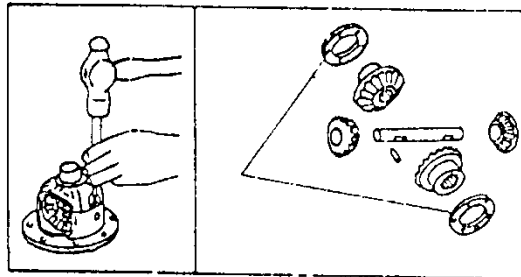


- Melepas bantalan rumah diferensial dan beri tanda / bantalan tidak boleh tertukar !

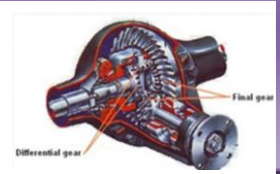
## Gardan



- Beri tanda, lepas baut pengikat gigi korona sedikit demi sedikit dan menyilang
- Melepas gigi korona ( Jangan memukul di satu tempat hingga lepas ) !

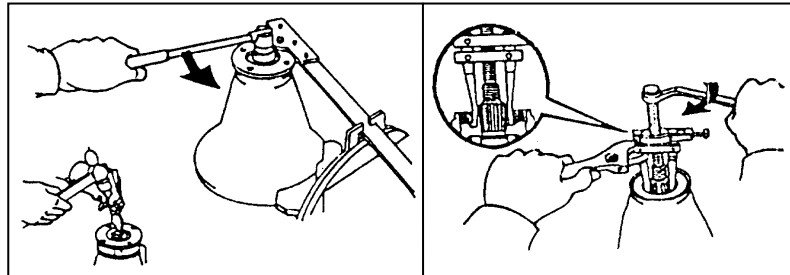


- Lepas pasak dan keluarkan poros gigi planet
- Mengeluarkan gigi planet dan gigi satelit, susun sesuai pemasangan hingga tak terjadi kesalahan

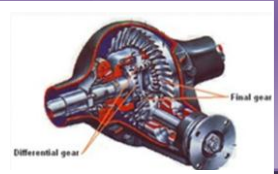


## Membongkar / melepas poros pinion :

- Bebaskan pasak pengunci, lepas mur pengikat poros kemudian gunakan baller untuk melepas sil poros pinion

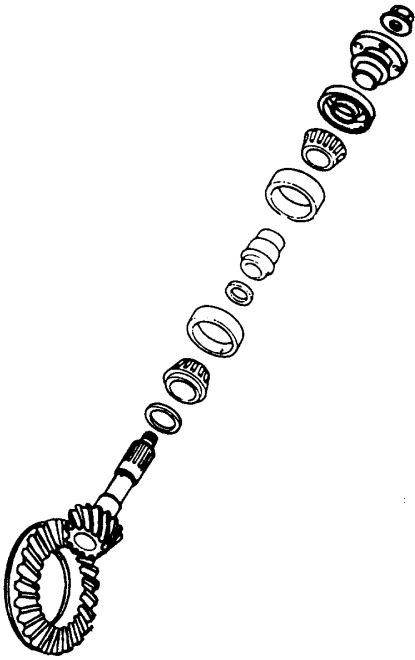


- Melepas bantalan poros pinion, perhatikan kedudukan poros harus tegak lurus terhadap alat pres
  - \* Perhatikan cincin pembatas pada bantalan jangan sampai hilang
  - \* Perhatikan cincin pembatas pada bantalan jangan sampai hilang
- Lepas cincin bantalan poros pinion
  - \* perhatikan saat mengepres batang penumbuk harus tegak lurus
- Jangan menghilangkan cincin pembatas bila ada

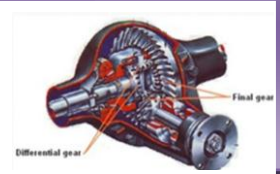


## Pemeriksaan

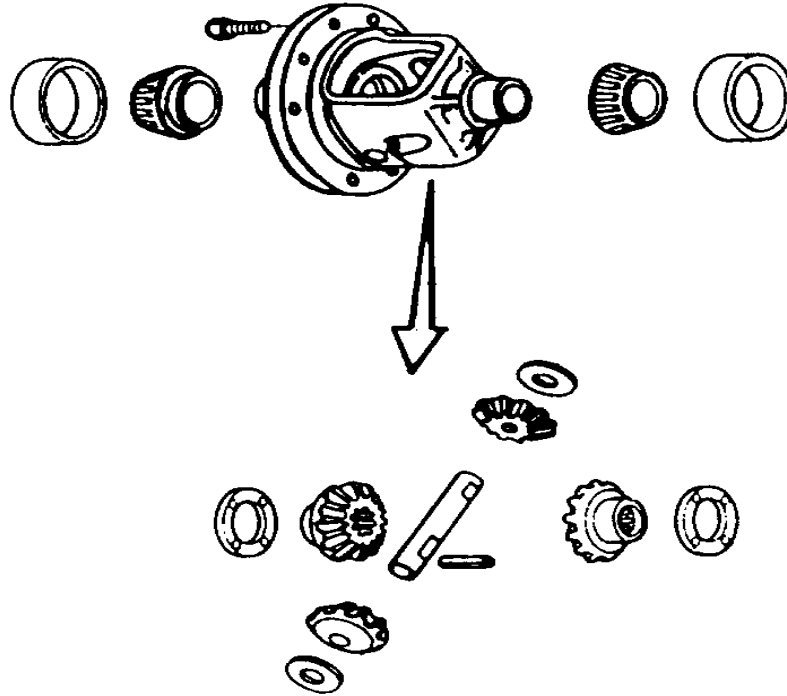
- Bersihkan semua penggerak kaksel yang telah dibongkar
- \* **Memeriksa bagian penggerak sudut:**



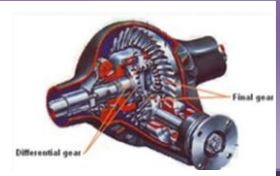
- Bagian pasak mur pengikat flens
- Kebebasan radial flens terhadap poros pinion
- Setiap overhaul penggerak aksel sil poros pinion harus diganti baru
- Keausan / permukaan dudukan bantalan poros pinion
- Keausan dudukan bantalan poros pinion
- Keausan gigi pinion dan gigi korona



\* **Memeriksa bagian – bagian diferensial**



- Keausan permukaan gesek bantalan
- Keausan dudukan bantalan rumah diferensial
- Keausan poros gigi planet
- Keausan gigi planet dan gigi satelit
- Kerusakan pasak poros gigi planet harus diganti
- Keausan ring pembatas gigi planet dan ring pembatas gigi satelit

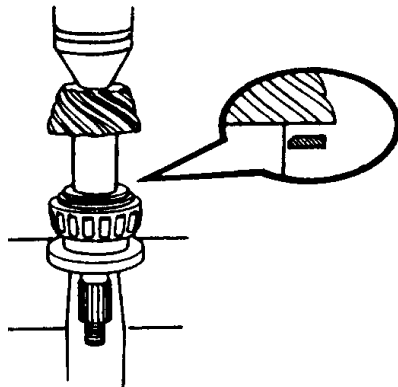


## Pemasangan

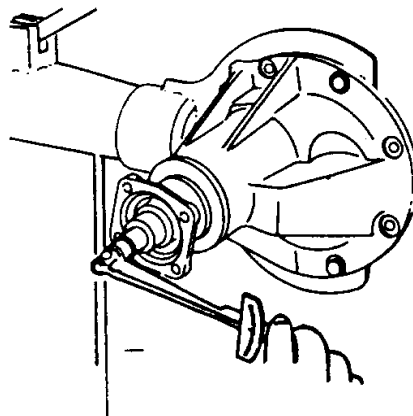
- Memberikan oli pelumas penggerak aksel pada semua bagian yang akan dipasang
- Setiap pekerjaan overhaul sil dan paking diganti baru
- Dalam tahap-tahap pemasangan tanda harus kembali pada posisi semula

## Poros Pinion

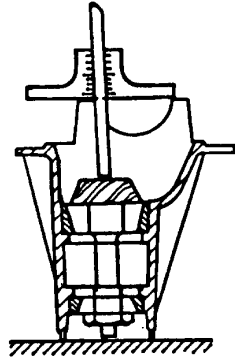
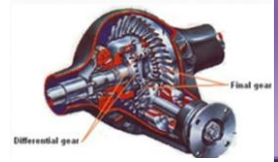
- Memasang cincin luar bantalan poros pinion
- Memasang sil poros pinion



- Memasang bantalan poros pinion dengan ring pembatas lama
- \* Perhatikan posisi ring pembatas sisi miring menghadap ke gigi pinion

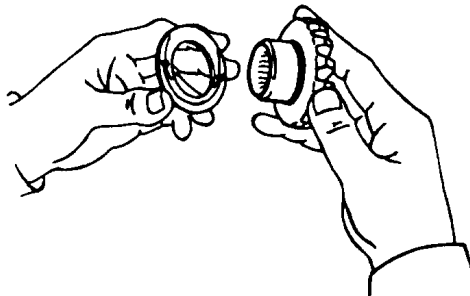


- Memasang poros pinion dengan pengencangan 130-200 Nm, dan jangan lupa memasang pipa pembatas
- Kontrol momen putar poros, jika memakai :
- \* Pipa pembatas baru 0,7 – 1,5 Nm
  - \* Pipa pembatas lama 0,5 Nm

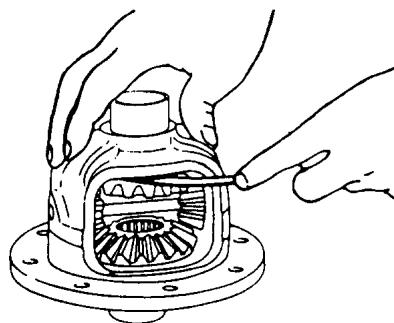


- Mengukur/kontrol tinggi pinion harus sama dengan semula

## Diferensial

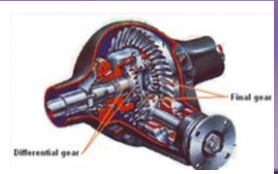


- \*Perhatikan pemasangan ring pembatas bagian yang terdapat alur oli menghadap kegigi planet dan satelit

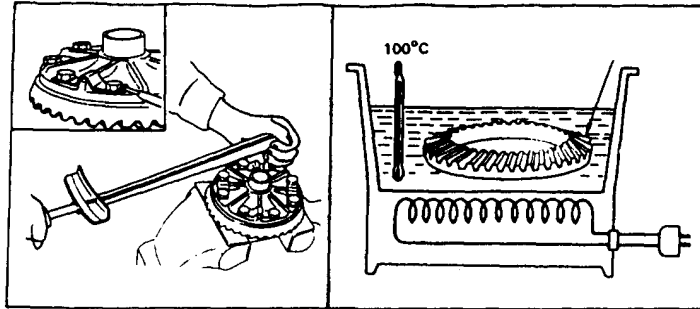


- Memasang gigi diferensial, kontrol celah antara gigi planet dengan rumah diferensial : 0,1-0,2 mm dan gigi-gigi harus dapat berputar halus

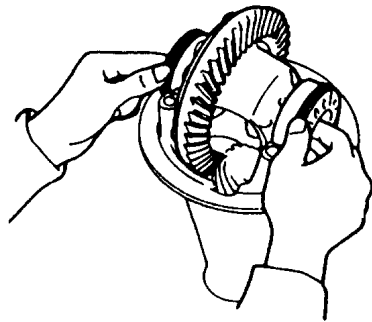
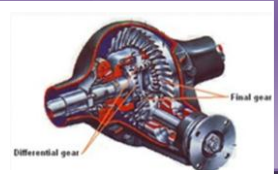
# Gardan



Memasang gigi korona dengan dipanaskan terlebih dahulu, momen pengencangan 70-80 Nm. Perhatikan ! Jangan lupa, pengunci baut harus terpasang.

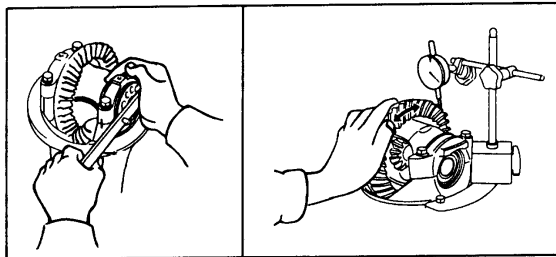




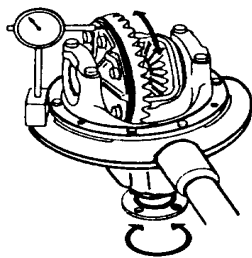


- Sebelum dipasang tutup bantalan, baut penyetel harus dapat berputar dengan baik
- Pasang tutup bantalan dan keraskan baut pengikat  $\pm 2/3$  dari momer pengerasan

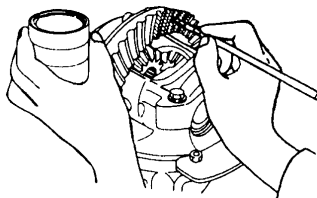
Menyetel celah kebebasan antara gigi korona dengan gigi pinion 0,5-0,02 mm atau lihat buku data



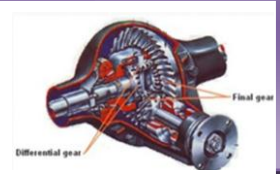
- Baut dudukan bantalan dikencangkan dengan momen pengencangan 70-90 Nm
- Kontrol pre-load keseluruhan = 1,7-2,5 Nm



- Kontrol keolengan roda gigi korona 0,07-0,03 mm



- Periksa permukaan kontak, oleskan cairan pewarna/spidol non permanen pada gigi korona kemudian diputar hingga tampak bekas kontak permukaan gigi



Contoh permukaan kontak dan penyetelannya

Bentuk permukaan kontak	Penyetelan
<p>Benar</p>	
<p>Muka</p>	
<p>Desak</p>	
<p>Jejak</p>	
<p>Tumit</p>	

KETERANGAN ;

Arah penyetelan kedudukan poros pinion :

Menambah atau mengganti ring penyetel yang lebih tebal

Mengurangi atau mengganti ring penyetel lebih tipis

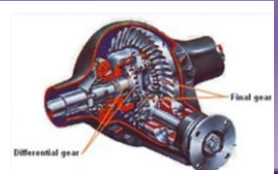
↑↓ Arah penyetelan posisi gigi korona dengan memutar baut penyetel kekiri atau kekanan

- Mengontrol sekali lagi celah kebebasan antara gigi pinion dan gigi korona
- Memasang plat pengunci baut penyetel

### Memasang penggerak aksel

- Bersihkan permukaan dudukan penggerak aksel
- Bersihkan aksel biasanya pada bagian bawah terdapat bram
- Pasang penggerak aksel, jangan lupa paking momen pengerasan 16 – 22 Nm
- Pasang poros aksel
- Pasang poros penggerak aksel dan memeriksa kebebasan aksial poros

Mengisi oli penggerak aksel SAE 90 ( Hipoid-oil

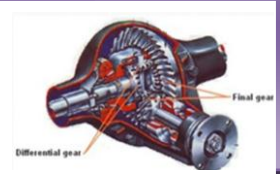


### 2.4.2.4.3.Rangkuman

1. Fungsi dari final drive adalah
  - Menghasilkan momen putar yang lebih besar
  - Merubah arah putaran poros penggerak ( propeler ) ke roda dengan sudut  $90^0$
  - Menyeimbang putaran kedua roda pada saat membelok
2. Macam – macam penggerak sudut pada final drive
  - Penggerak roda gigi lurus segaris (bevel gear )
  - Penggerak roda gigi hypoid ( hypoid bevel gear)
3. Dari bentuk giginya roda korona ada 2 macam
  - Klingenberg
  - Gleason
4. Bentuk rumah final drive dibedakan tiga macam
  - Aksel Banjo
  - Aksel Spicer
  - Aksel terompet

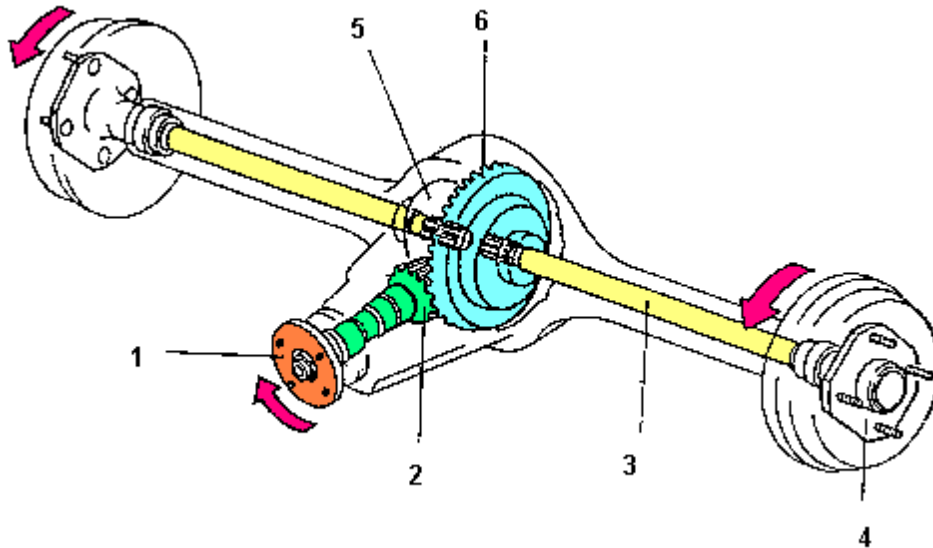
### 2.4.2.4.4.Tugas

Gambarkan dan jelaskan aliran tenaga kerja diferensial saat kendaraan berjalan lurus dan berbelok

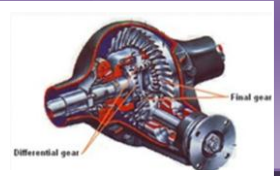


## 2.4.2.4.5. Tes Formatif

1. Sebutkan komponen-komponen pada gambar di bawah ini

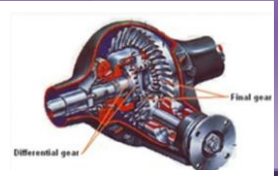


2. Sebutkan fungsi dari komponen tersebut
3. Sebutkan bentuk rumah penggerak aksel dan digunakan pada mobil apa saja
4. Sebutkan fungsi dari differensial



## 2.4.2.4.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. ....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
2.
  - a) .....  
.....
  - b) .....  
.....
  - c) .....  
.....
  - d) .....  
.....
  - e) .....  
.....
  - f) .....  
.....



3. ....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. ....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## 2.4.2.4.7..g. Lembar Kerja Peserta Didik

### Alat dan Bahan

1. Penggaris
2. Spidol Warna
3. Kertas Manila / Plano



### 2.4.2.5. 5. Kegiatan Belajar 5: POROS PENGGERAK (POROS PROPELLER) DAN POROS RODA

#### 2.4.2.5.1.a. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan pembelajaran ke 5 ini (poros penggerak dan poros roda) peserta didik mampu melaksanakan pemeriksaan, perawatan dan perbaikan poros penggerak dan poros roda dengan prosedur yang benar dan hasil kerja yang memenuhi standar pada dunia kerja

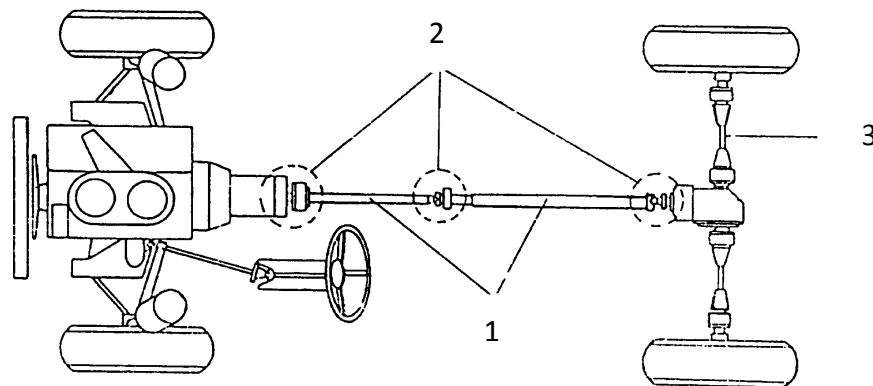
#### 2.4.2.5.2.b. Uraian Materi

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 poros penggerak dan poros roda, perakitan dan penyetelan sesuai dengan standar.

Fungsi poros penggerak dan poros roda pada kendaraan adalah Meneruskan putaran / tenaga dari transmisi ke penggerak aksel dengan sudut yang bervariasi

#### 1. Poros Penggerak

Kegunaan : Meneruskan putaran / tenaga dari transmisi ke penggerak aksel dengan sudut yang bervariasi



1. Poros penggerak ( Poros propeler )
2. Penghubung sudut ( joint )
3. Poros aksel ( Poros roda)

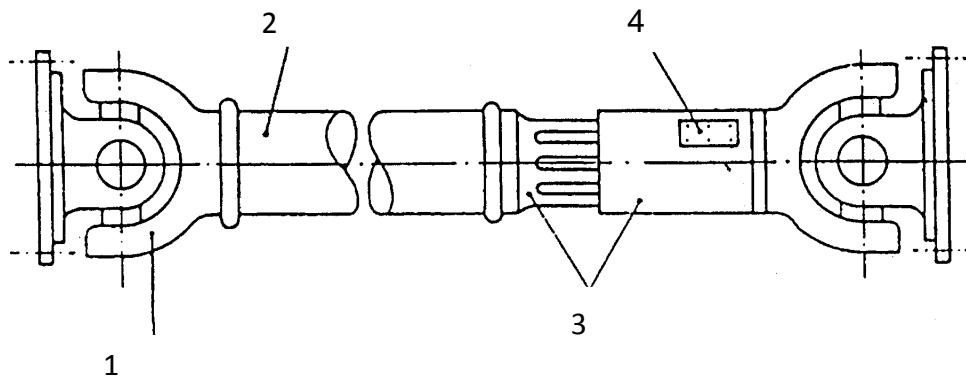


## *Persyaratan tuntutan*

- Tahan terhadap momen puntir
- Dapat meneruskan putaran roda sudut yang bervariasi
- Dapat mengatasi perpanjangan / perpendekan jarak antara transmisi dan penggerak aksel (diferensial)
- Dibuat seringan mungkin

## 2. Jenis dan konstruksi poros penggerak

### 2.1 Penggerak Propeler



**Penggunaan** : Pada kendaraan penggerak roda belakang dengan motor di depan arah memanjang (konstruksi standard)

#### **Konstruksi :**

1. Garpu penghubung : Bentuk garpu dan berlubang sebagai dudukan/tumpuan penghubung salib



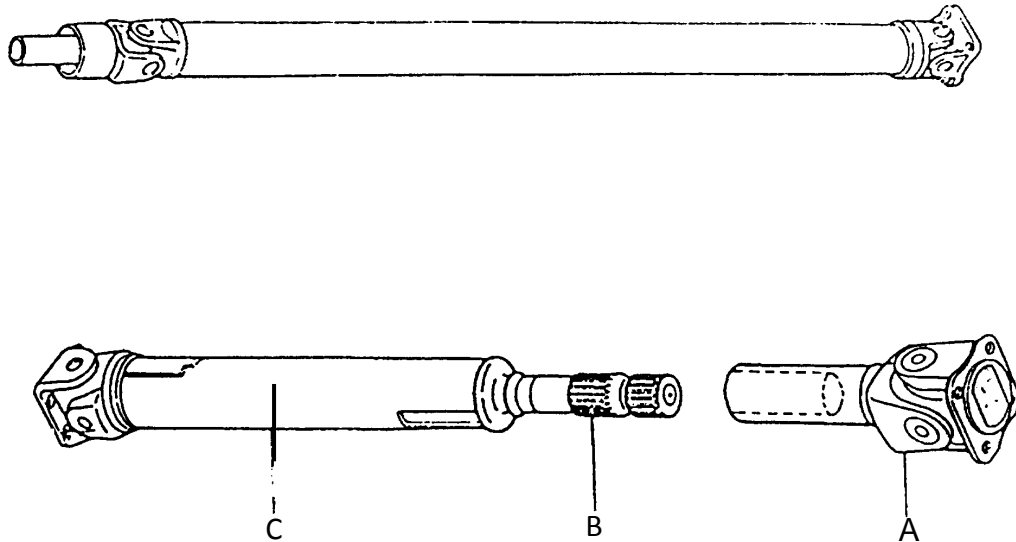
## Poros Propeller dan Poros Roda



2. Poros : Bentuk pipa dengan maksud mengurangi berat tetapi tidak mengurangi kekuatannya
3. Penghubung luncur : Bentuk pejal dan pipa yang terhubung melalui alur-alur dan dapat bergeser sepanjang alur tersebut
4. Timbangan balance : Bentuk plat yang dilas titik terhadap poros propeller untuk menghindari gaya sentrifugal

**Bahan** : Baja yang dikeraskan dengan ketelitian yang sangat tinggi

### Konstruksi Poros Penggerak Propeler



*Kegunaan sambungan salip ( joint )*

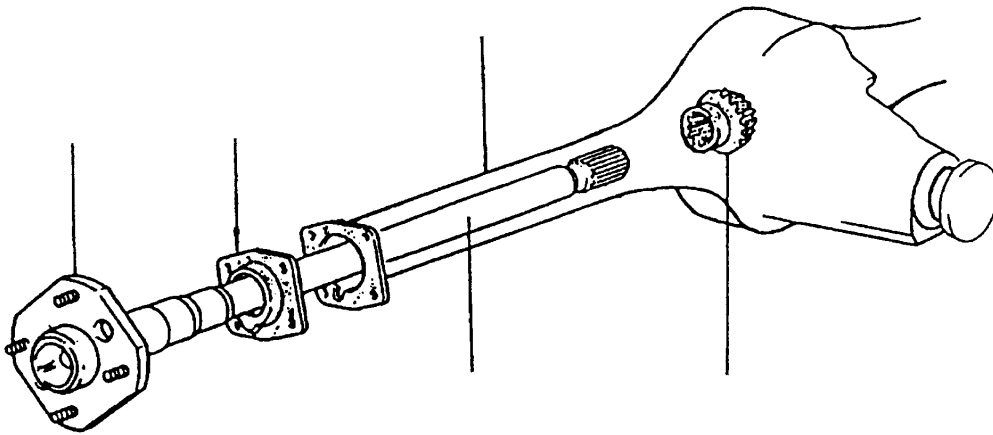
Meneruskan putaran dengan sudut yang bervariasi pada batas – batas tertentu

*Kegunaan sambungan geser ( luncur )*

Mengatasi akibat gerakan aksel yang berpegang terjadi perubahan jarak aksel dan transmisi



### 2.2. Konstruksi Poros Aksel ( Poros Roda ) Pada Aksel Rigid



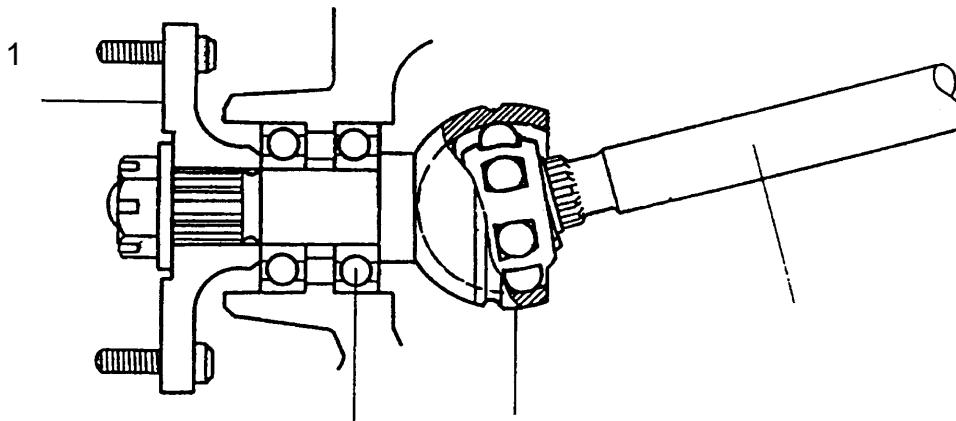
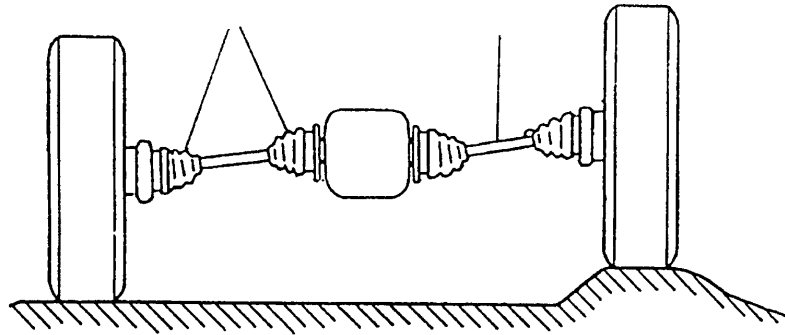
1. Flens Roda
2. Penahan bantalan
3. Poros aksel
4. Aksel
5. Roda gigi matahari pada diferensial

#### *Sifat – sifat*

- Poros cukup kuat meneruskan momen pusat dan diferensial ke roda ( baja khusus )
- Tahan terhadap getaran dan puntiran



## 2.3 Poros Penggerak Pada Suspensi Independen



- |                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| 1. Flens roda   | 3. Penghubung bola ( pot joint ) |
| 2. Bantalan naf | 4. Poros aksel                   |

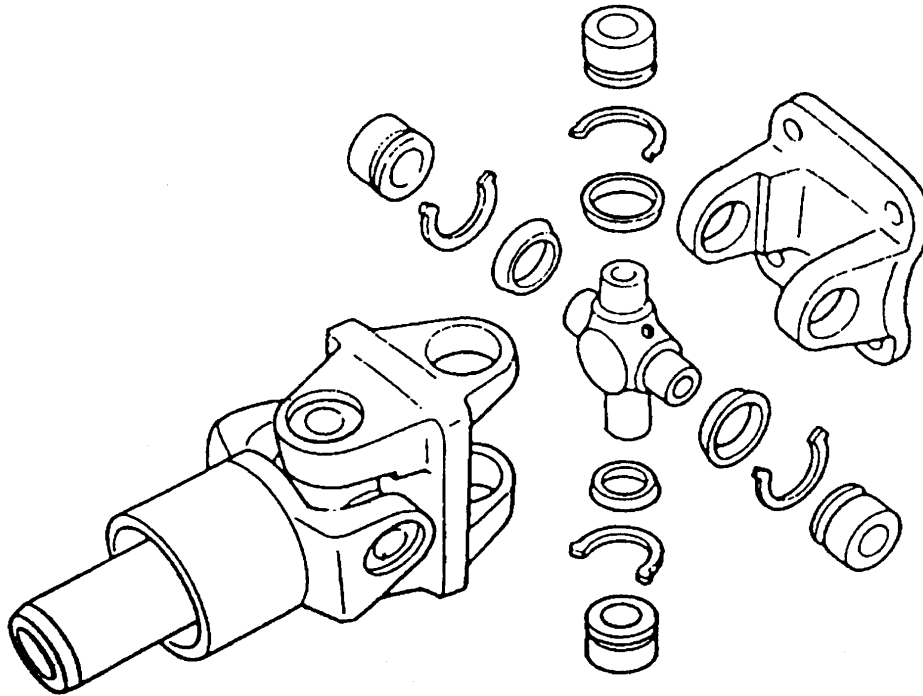
### *Sifat – sifat*

- Pemindahan tenaga pada sudut yang bervariasi dapat dilakukan
- Kemampuan sudut penghubung harus banyak, khususnya pada penggerak roda depan ( saat membelok )



### 3. Macam – Macam Konstruksi Penghubung Sudut ( Joint )

#### 3.1 Penghubung salib ( universal joint )

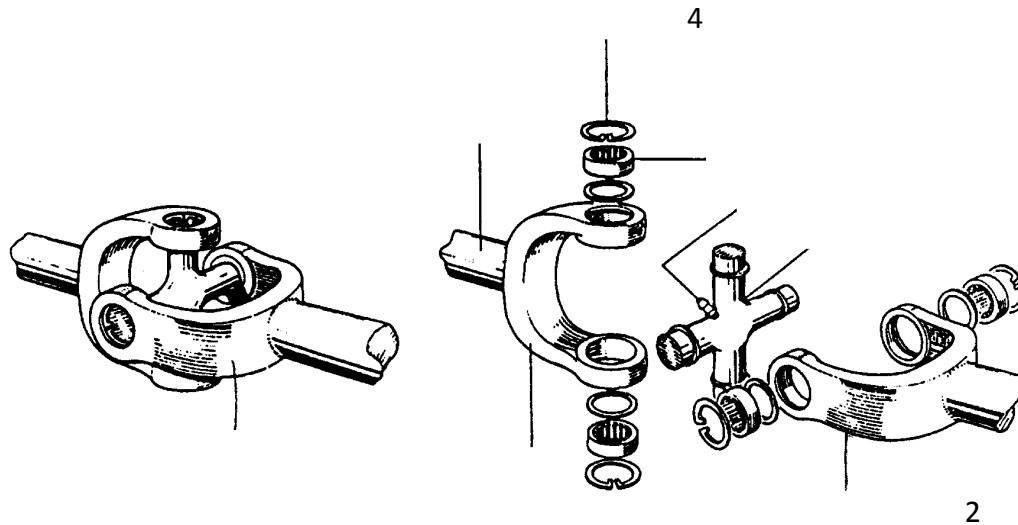


- Kemampuan sudut : Kemampuan penghubung meneruskan tenaga / putaran maksimum pada sudut  $15^{\circ}$
- Penggunaan : Digunakan pada kendaraan – kendaraan dengan penggerak roda belakang motor di depan ( memanjang )
- Sifat – sifat : Putaran poros tidak merata, jika sambungan membentuk sudut besar



### 3.1.1. Jenis penghubung salib ada 2 :

#### a. Penghubung Salib Tunggal



1. Poros penggerak
2. Garpu penghubung
3. Bantalan
4. Cincin penahan / pengunci
5. Salib penghubung
6. Nipel pelumasan

Penggunaan : Penghubung poros propeler terhadap poros output transmisi dan penggerak aksel ( $15^{\circ}$ )

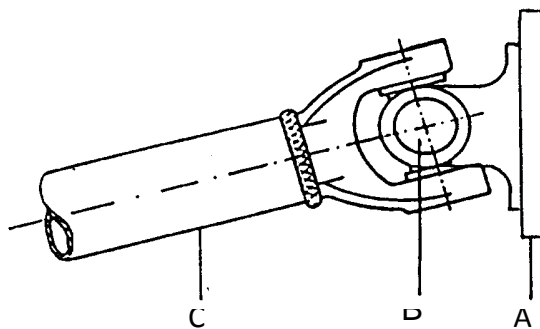
Pemasangan : Menggunakan vet yang dimasukkan melalui nipel pelumasan



## Sifat – Sifat

### Kecepatan sudut tidak stabil

- Dengan satu penghubung salib

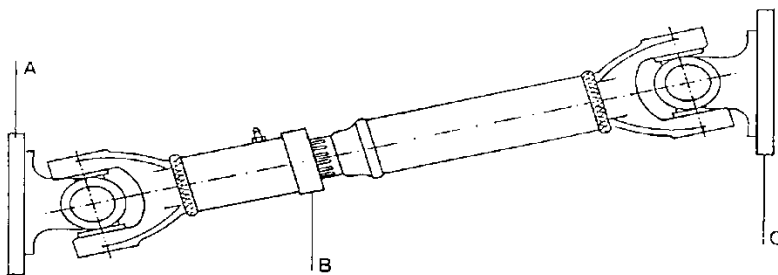


- A = Flens output transmisi
- B = Penghubung salib
- C = Poros propeller

- Flens output transmisi berputar dengan kecepatan stabil
- Pada penghubung salib terdapat 4 tumpuan yang membentuk sudut
- Poros propeler tidak dapat berputar dengan kecepatan stabil
- Jika poros propeler dihubungkan langsung dengan flens roda maka putaran roda juga tidak stabil

### Kecepatan sudut stabil

- Dengan dua penghubung salib



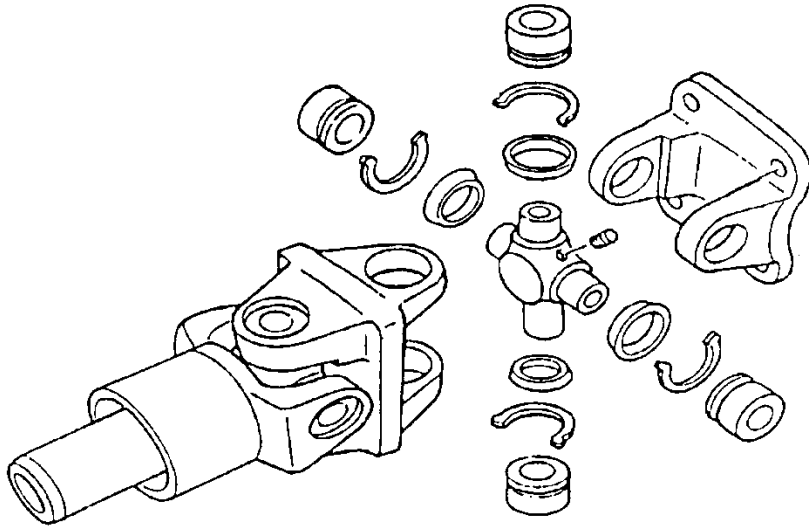
A = Flens penggerak aksel      B = Penghubung luncur      C = Flens output transmisi

- Flens output transmisi ( C ) berputar dengan kecepatan stabil
- Poros propeler berputar dengan kecepatan tidak stabil
- Flens penggerak aksel berputar dengan kecepatan stabil

⇒ Bila kedua salib terpasang sejajar / pada posisi yang sama ( segaris )



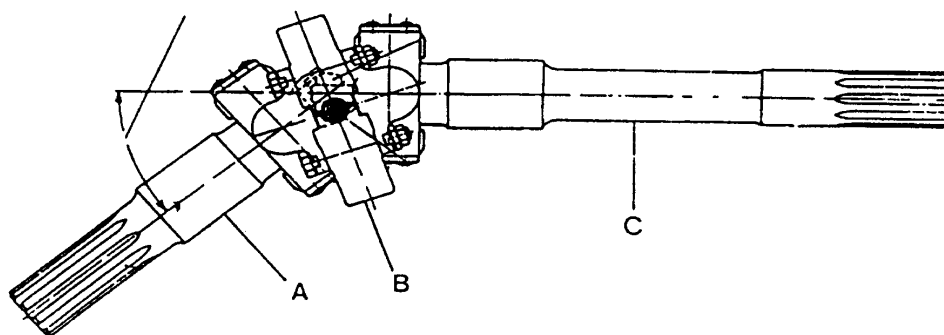
## b. Penghubung Salib Ganda



Kemampuan sudut : Dapat meneruskan tenaga/putaran pada sudut 30-45°

Penggunaan :  
 • Pada poros depan kendaraan brat penggerak empat roda dan penghubung tenaga/putaran dari traktor keperalatan lain  
 • Tidak digunakan pada kendaraan umum karena konstruksi besar dan terlalu berat

Sifat – sifat : Penghubung stabil



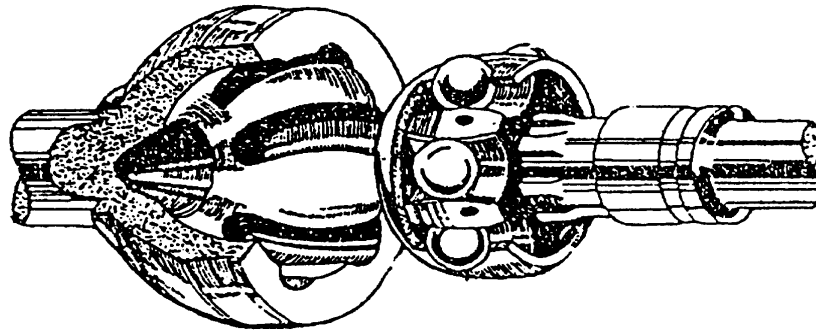
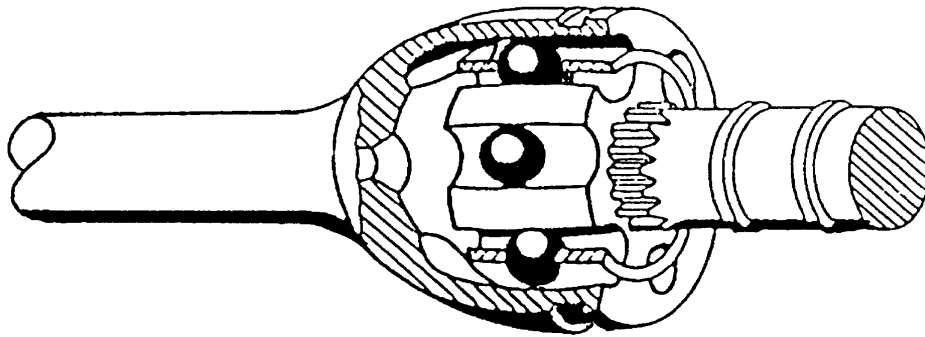
D = Kecepatan tidak stabil

C = Kecepatan stabil

Pelumasan : Menggunakan vet yang dimasukkan melalui nipel



### 3.2 Penghubung Bola Peluru ( Pot Joint )

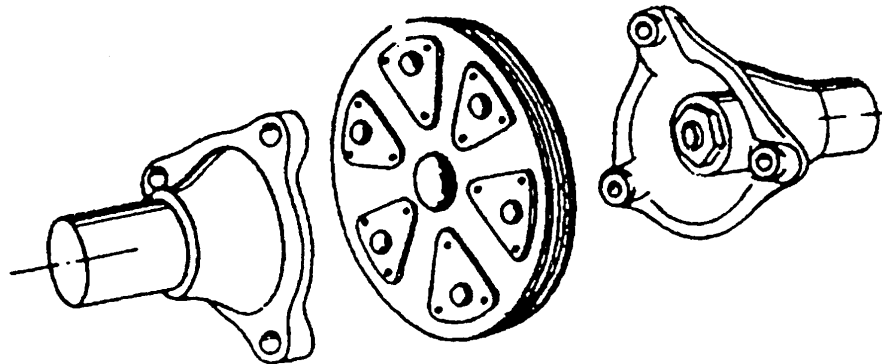
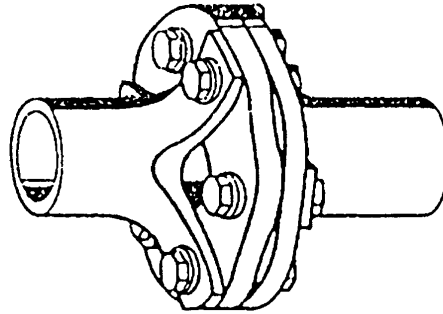


- Kemampuan sudut : Dapat meneruskan tenaga / putaran pada sudut maximum  $50^{\circ}$  ( rata – rata  $30^{\circ}$  )
- Penggunaan : Pada suspensi independen  
Pada aksel rigid depan dengan penggerak roda ( 4 wheel drive )
- Sifat – sifat : Kerjanya lebih stabil ( konstan)





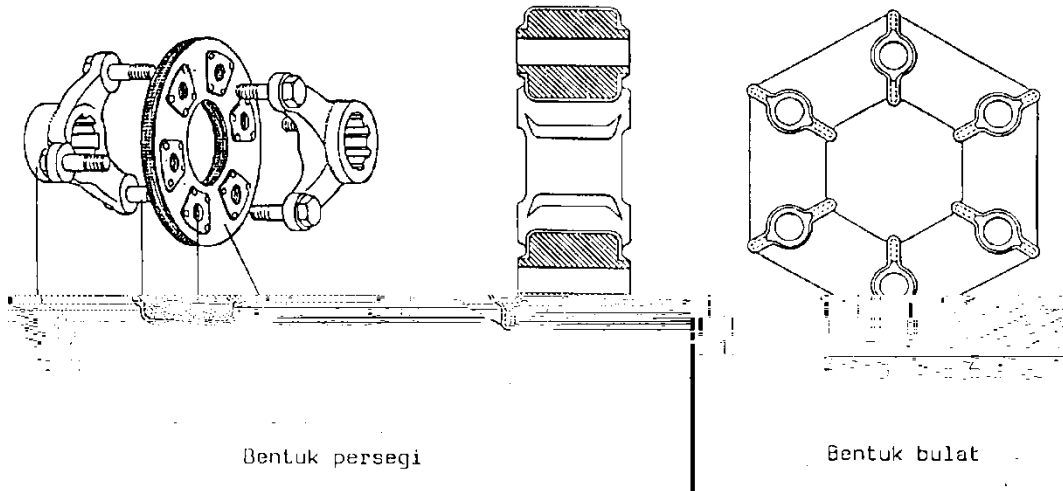
### 3.3. Penghubung Fleksibel ( Flexible Joint )



- Kemampuan sudut : Dapat meneruskan tenaga / putaran roda sudut maximal  $15^\circ$
- Penggunaan : Pada perpanjangan poros penggerak ( propeller ) dari transmisi
- Sifat – sifat : Dapat sedikit terpuntir guna meredam hantaran / kejutan poros.



## Penghubung Fleksibel

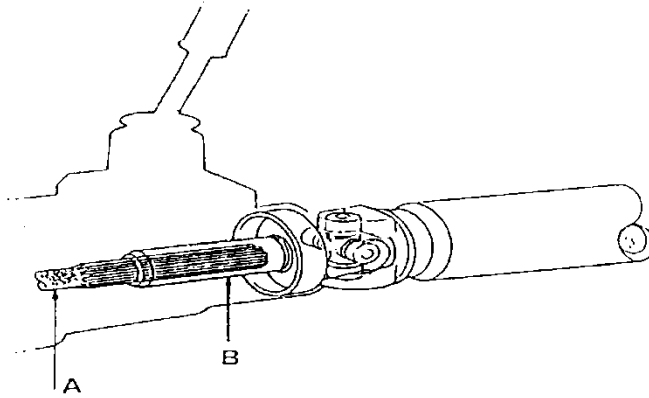


1. Garpu/flens penghubung
2. Baut penghubung/pengikat
3. Dudukan baut
4. Karet penghubung/perantara

Penggunaan	: Pada poros perpanjangan antara transmisi dengan poros propeller (Kendaraan ringan) Untuk momen dan perputaran rendah (Seperti penghubung poros kemudi)
Kemampuan	: Dapat membentuk sudut putar maksimum $5^{\circ}$ dan dapat meredam getaran
Pelumasan	: Tanpa pelumasan (Kering)



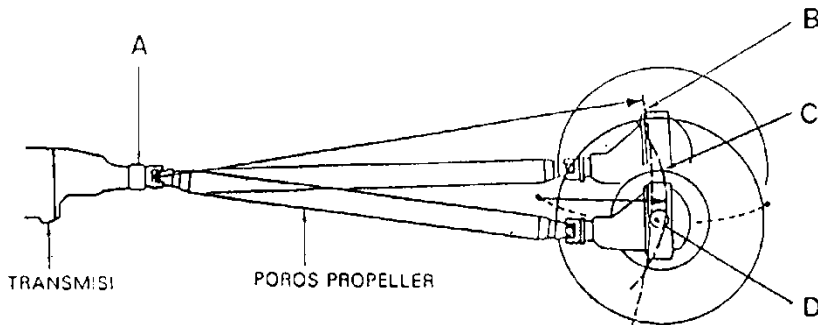
## . Penghubung Luncur



Penempatan : Ujung poros propeller terhadap output transmisi atau diantara kedua penghubung salib

Konstruksi : A. Poros output transmisi dengan gigi/alur memanjang  
B. Poros luncur bentuk pipa dengan gigi alur dalam memanjang

Fungsi penghubung luncur ( A ) : Mengatasi perbedaan jarak B & C



B. = Lingkaran gerak poros propeller

C. = Lingkaran gerak penggerak aksel

D. = Perbedaan jarak gerakan

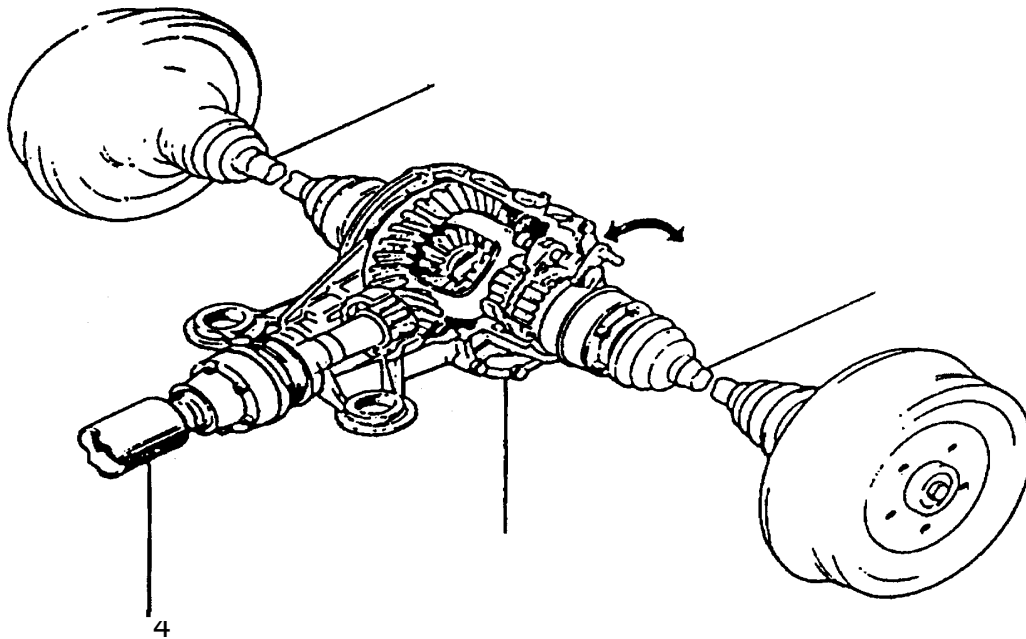
Pelumasan : Vet yang ditekan melalui nipel



## 4. Poros Penggerak Aksel Independen

### 4.1 Jenis Poros Penggerak Aksel Independen

#### a. Poros sama panjang



1. Poros aksel kanan

2. Poros aksel kiri

3. Penggerak aksel

4. Poros propeller

Penggunaan : Pada kendaraan dengan penggerak

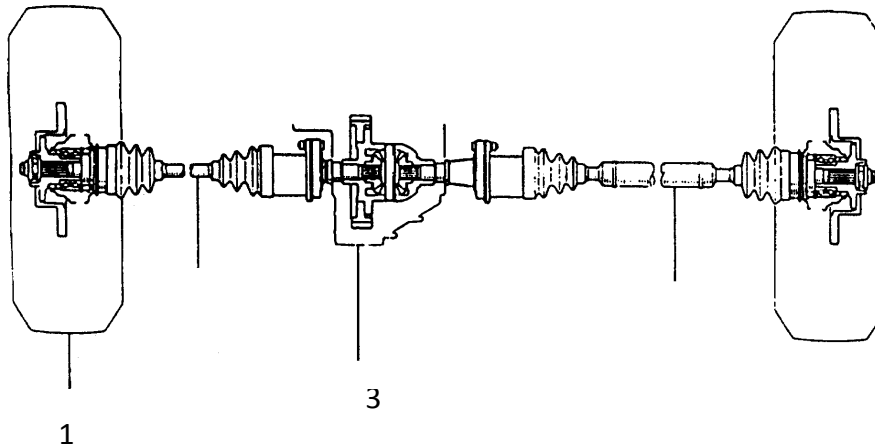
- Roda depan motor memanjang
- Roda belakang motor didepan arah memanjang

Konstruksi : Dapat dibuat pejal

Bahan : Baja yang diperkeras dengan ketelitian tinggi



## b. Poros Tidak Sama Panjang



- 1. Roda kiri
- 2. Poros aksel kiri
- 3. Penggerak aksel
- 4. Poros aksel kanan

**Penggunaan** : Pada kendaraan dengan penggerak roda depan motor didepan melintang

**Konstruksi** : • Poros aksel kiri pejal  
• Poros aksel kanan sebagai bentuk pipa



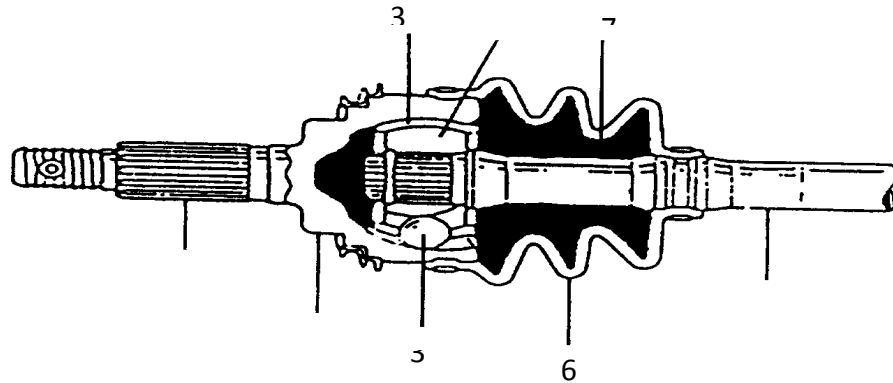
Agar berat keduanya sama

**Bahan** : Baja yang diperkeras dengan ketelitian tinggi



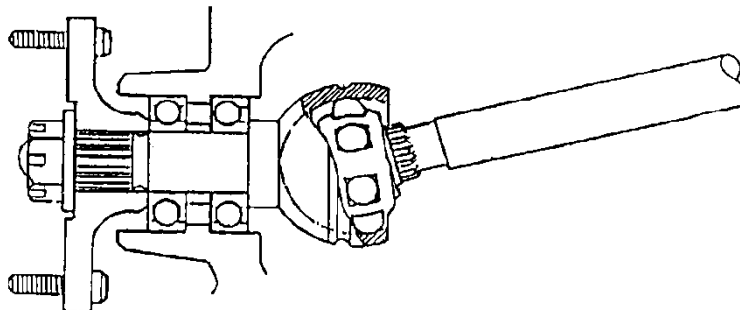
## 4.2. Penghubung pada penggerak aksel Independen

### a. Penghubung Tetap ( Penghubung Bola )



- |                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| 1. Poros dudukan roda         | 5. Dudukan bola  |
| 2. Mangkuk dan alur pnghubung | 6. Karet penutup |
| 3. Pemegang bola              | 7. Vet graphit   |
| 4. Bola penghubung            | 8. Poros aksel   |

#### Cara kerja



- Kendaraan mendapat pembebanan atau berjalan pada permukaan jalan yang berlubang
- Akibatnya poros aksel harus membentuk sudut
- Penghubung bola mengatasi perubahan sudut maksimum  $50^{\circ}$  (boal dapat bergerak sepanjang alur)

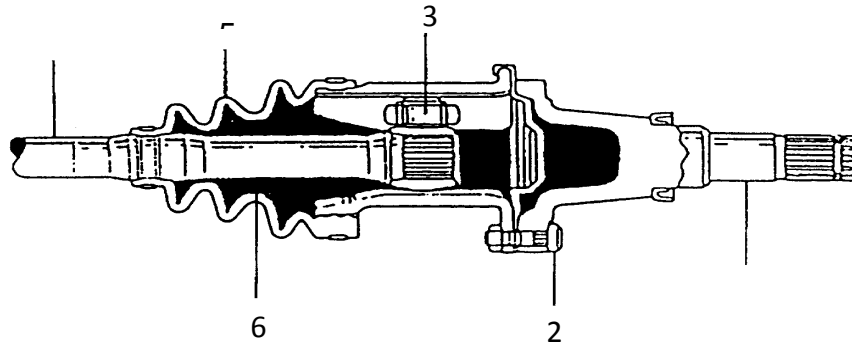
Sifat : Roda dan poros aksel dapat berputar stabil (Constant Velocity)

Penggunaan : Sambungan luar poros penggerak

Pelumas : Menggunakan vet graphite (Vet khusus dari pabrik)

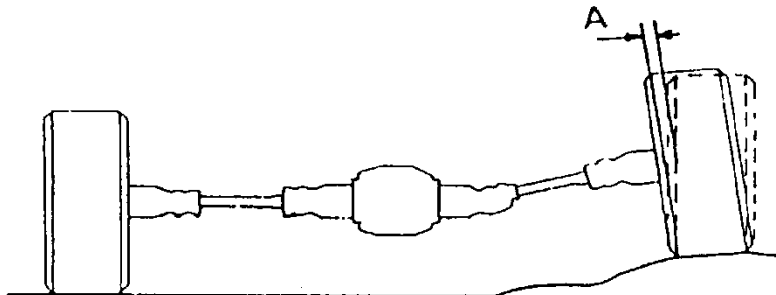


## b. Penghubung Tidak Tetap / Luncur (Penghubung Pot)



- |                                    |                    |
|------------------------------------|--------------------|
| 1. Poros penghubung ke diferensial | 4. Poros penggerak |
| 2. Baut pengikat flens penghubung  | 5. Karet penutup   |
| 3. Penghubung pot                  | 6. Vet ( Pelumas ) |

### Cara kerja



Saat kendaraan mendapat pembebanan atau berjalan pada jalan yang berlubang/bergelombang maka roda akan naik dan turun

Terjadi perubahan jarak antara penggerak aksel dan roda ( A )

Perubahan tersebut diatasi oleh penghubung pot ( sudut )

Sifat : Stabil pada kedua poros yang terhubung dengan pembentukan udut maximum  $50^{\circ}$  ( Constant Velocity )

Penggunaan : Sambungan dalam poros penggerak

Pelumas : Menggunakan vet graphite ( Vet khusus yang telah terisi dari pabrikpembuat poros ) ( Constant Velocity )

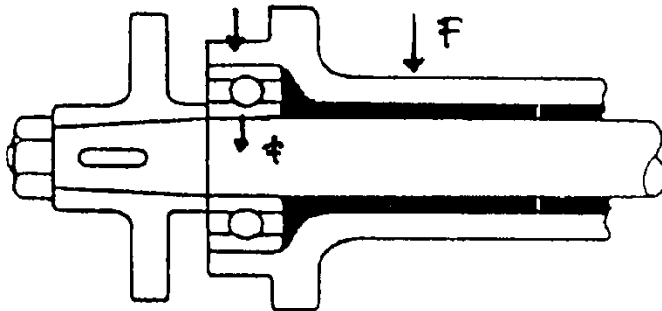


Penggunaan : Sambungan dalam poros penggerak

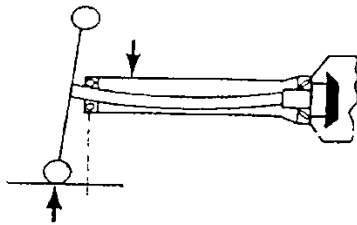
Pelumas : Menggunakan vet graphite ( Vet khusus yang telah terisi dari pabrik pembuat poros )

## 5. Bantalan Poros Penggerak Aksel Rigid

### 5.1. Setengah Bebas Memikul ( Semi Floating )

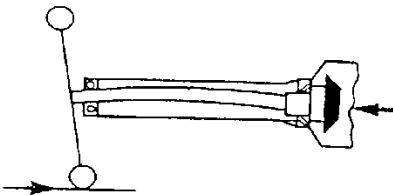


Bantalan dipasang antara pipa aksel dengan poros penggerak aksel dan roda langsung dipasang pada ujung poros



Poros penggerak aksel menjadi bengkok oleh :

Berat kendaraan langsung dipikul oleh poros



Gaya ke samping

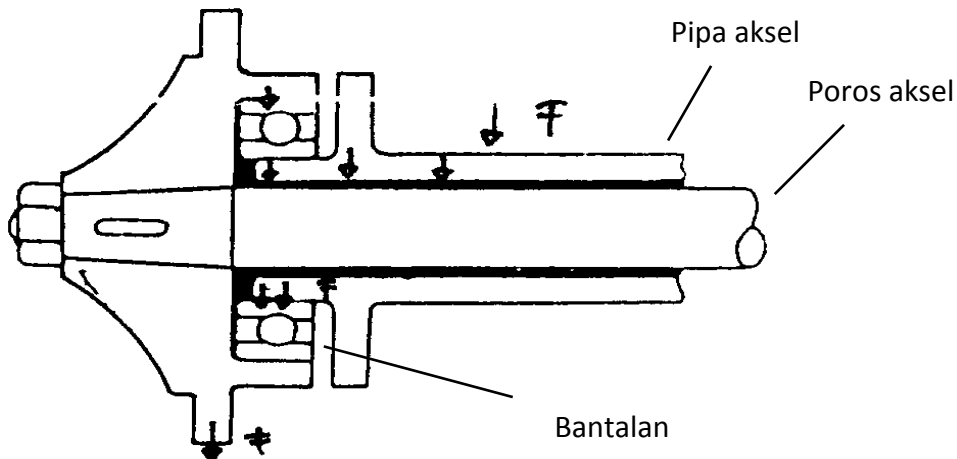
Hal ini berbahaya karena jika poros roda tidak ada yang menahan

Konstruksi sederhana dan murah, jenis ini biasanya sering digunakan pada mobil sedan, station dan Jeep

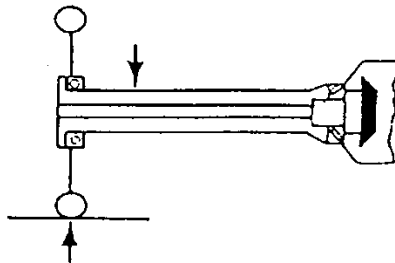




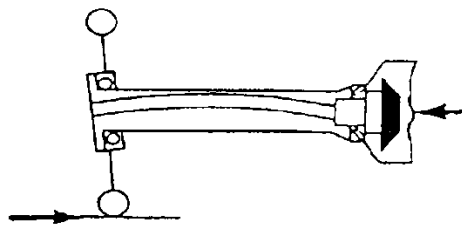
## 5.2. Tiga Perempat Bebas Memikul ( Three Quarter Floating )



Bantalan dipasang antara pipa aksel dengan roda dan poros penggerak aksel tidak langsung memikul berat kendaraan, maka :



- Berat kendaraan tidak diteruskan ke poros ( Poros tidak menjadi bengkok oleh berat kendaraan )

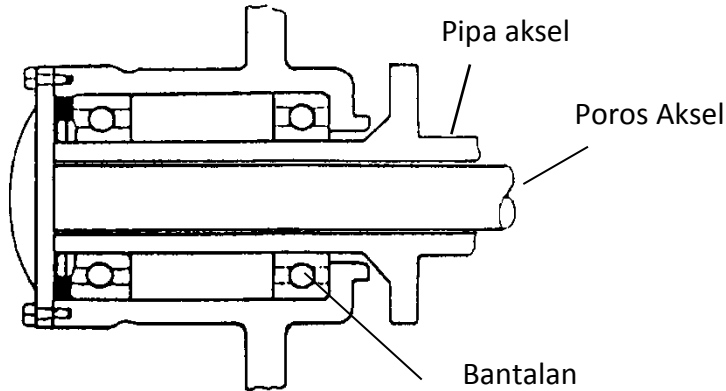


- Tetapi gaya ke samping tetap membuat poros menjadi bengkok
- Bila poros patah roda masih ditahan oleh bantalan

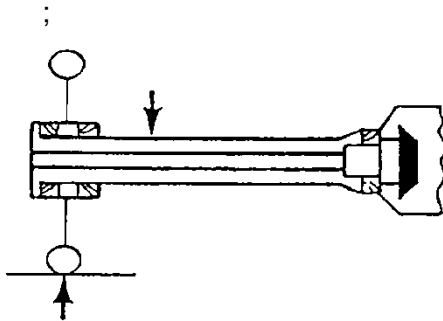
Jenis ini biasanya digunakan pada truk ringan dan jarang digunakan



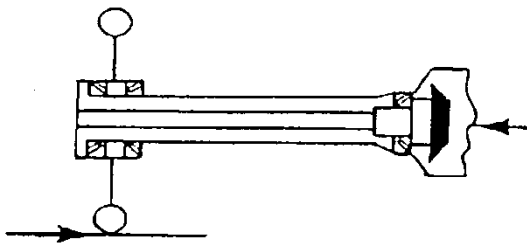
### 5.3. Bebas Memikul ( Full Floating )



Naf roda terpasang kokoh pada pipa aksel melalui dua buah bantalan dan poros penggerak aksel hanya berfungsi menggerakkan / memutar roda sehingga



- Berat kendaraan seluruhnya dijamin / dipikul oleh pipa aksel, tidak diteruskan ke poros penggerak aksel



- Gaya ke samping juga tidak diteruskan ke poros penggerak aksel

Konstruksi ini paling aman / baik karena poros penggerak tidak menahan berat dan gaya ke samping kendaraan. Mahal dan banyak digunakan pada mobil berat ( misal: truk dan bus )



### 6. Praktik Overhaul Poros Propeler

#### TUJUAN PEMBELAJARAN :

Peserta diklat dapat membongkar, memeriksa, memasang poros propeler dan sambungan salib

#### ALAT :

- Kotak alat
- Palu plastik
- Kunci shock
- Tang ring pengunci
- Dial indikator
- Block "V"
- Pompa vet

#### BAHAN :

- Poros propeller

#### WAKTU :

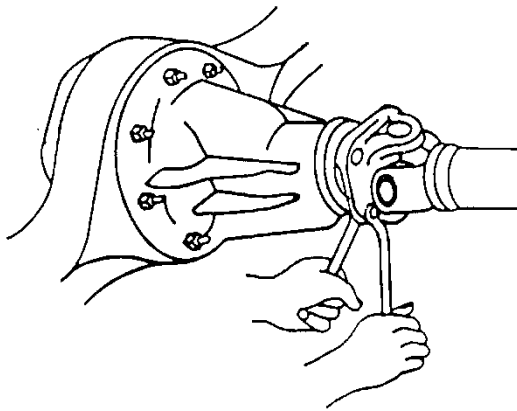
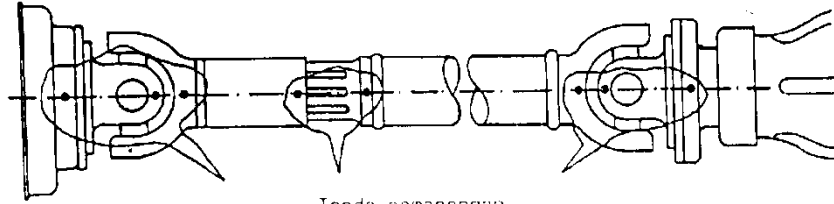
- Instruksi : 1 jam
- Latihan : 3 jam

#### KESELAMATAN KERJA :

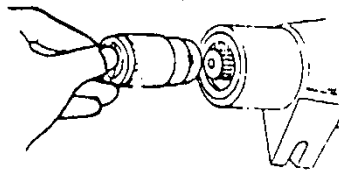
- Hati – hati bekerja di bawah mobil, pemasangan penyangga harus baik
- Segera bersihkan tumpahan oli di lantai
- Memberi tanda pemasangan dengan penitik



## Melepas Poros :

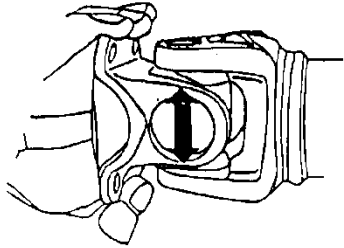


- Buka baut pengikat flens dengan kunci ring
- Periksa kebocoran sil poros output transmisi dan sil poros pinion penggerak aksel



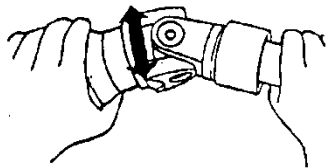
- Gunakan penyumbat oli atau alat lainnya agar oli transmisi tidak tumpah
- Bersihkan / cuci poros propeller

## Poros Propeller dan Poros Roda



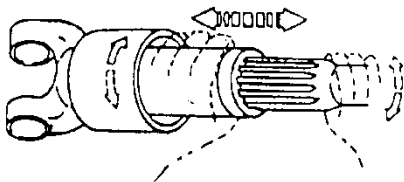
- Periksa kelonggaran bantalan sambungan salib

Maksimum 0,02 mm

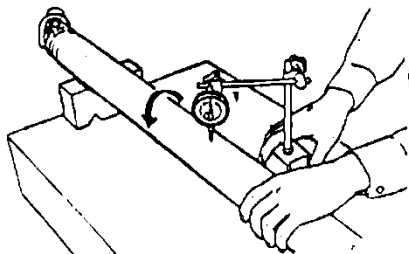


- Periksa kebebasan aksial sambungan salib

Maksimum 0,02 mm



- Periksa sambungan luncur, bila tidak dapat meluncur dengan baik harus dibersihkan dan tidak boleh ada kebebasan radial

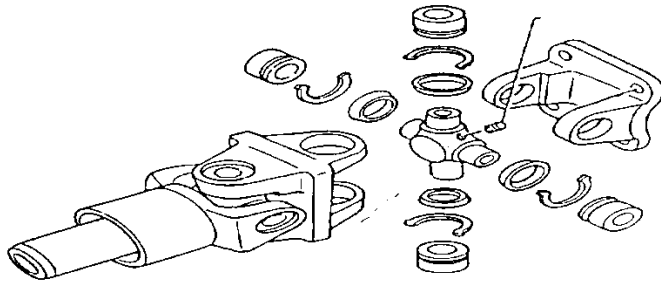


- Periksa kebengkokan poros penggerak

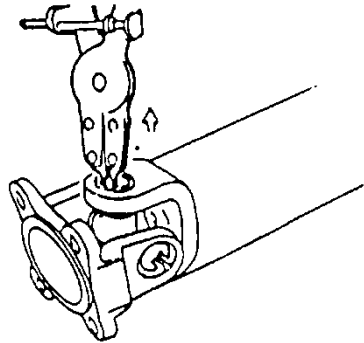
Maksimum 0,6 mm



## Membongkar

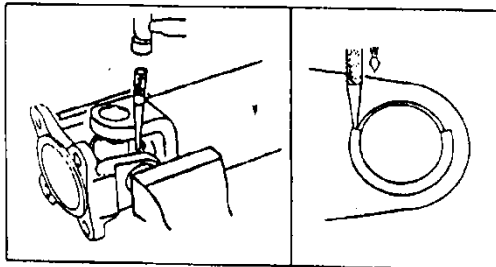


Bagian – bagian sambungan salib

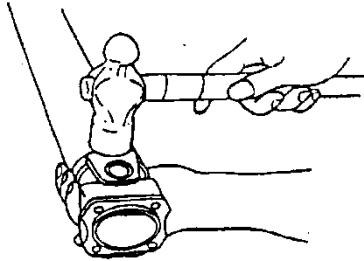


Melepas cincin – cincin pengunci :

- Jenis cincin pengunci diluar ujung cincin dijepit dengan tang dan tarik keluar

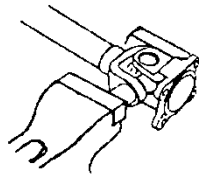


- Jenis cincin pengunci di dalam didorong dengan hantakan palu pada ujung cincin pengunci hingga lepas

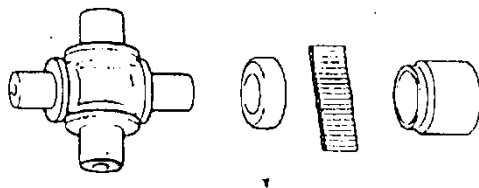


- Pukul pada bagian garpu penghubung hingga rumah bantalan keluar dari dudukannya

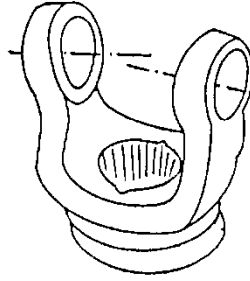
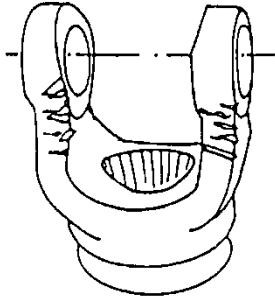
Hati – hati jangan sampai rusak dudukan rumah bantalan



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



- Perhatikan bantalan jarum jangan sampai jatuh / hilang
- Periksa permukaan gesek bila sudah aus / cacat harus diganti ( satu set )
1. Penghubung salib
  2. Sil
  3. Bantalan jarum
  4. Rumah bantalan



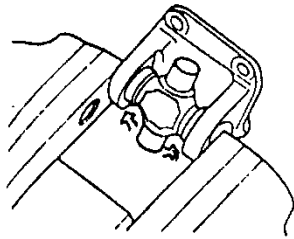
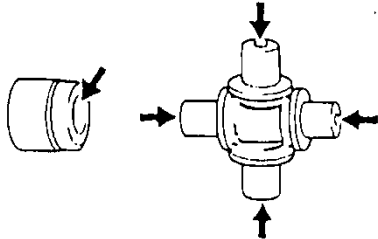
Bengkok ( tidak segaris )

- Periksa keretakan dan kebengkokan, perbaiki jika masih dimungkinkan atau ganti baru

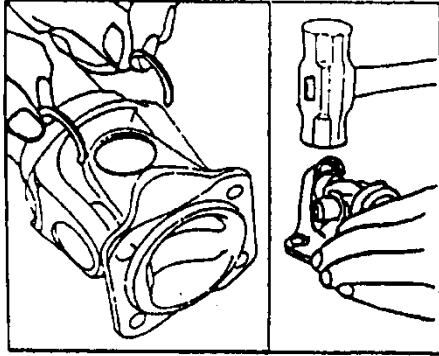




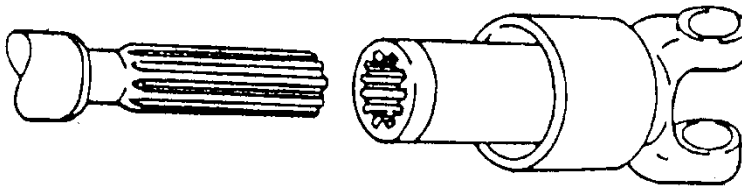
⇒ memasang sambungan salib



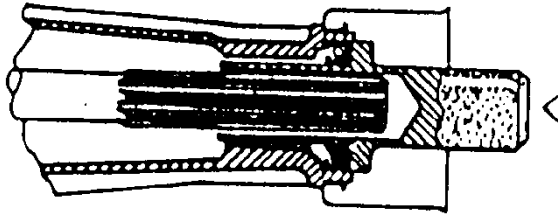
- Perhatikan tanda pemasangan
- Mengisi vet pada penghubung salib sampai penuh
- Memasang sil
- Memasang rumah bantalan, posisi rumah bantalan, dudukan rumah bantalan dan poros penghubung salib harus lurus kemudian dipres sedikit sambil dicek apakah sambungan salib dapat berputar dengan baik. Bila sedikit sarat beri hentakan pada ujung garpu penghubung
- \* Perhatikan kedudukan rumah bantaln terhadapudukannya, harus lurus tidak boleh miring !



- Memasang cincin pengunci dan pilihlah cincin yang cocok untuk kebebasan aksial 0,02 mm



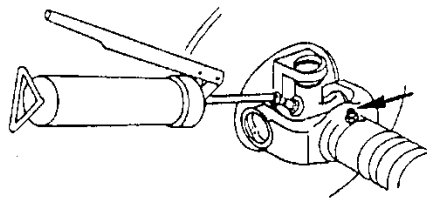
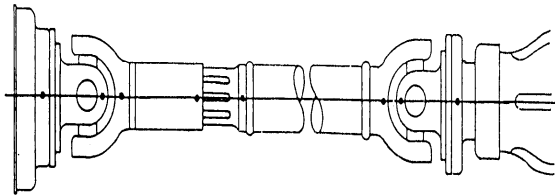
- Bersihkan bagiansambungan luncur dan beri vet baru
- Memasang sambungan luncur sesuai dengan tanda pemasangan
- Memeriksa sil poros out put transmisi bila rusak / bocor harus diganti



- memasang sil poros output transmisi dan sil pinion penggerak aksel, gunakan alat khusus agar sil dapat duduk dengan baik

### Memasang Poros Propeler

- Periksa tanda-tanda pemasangan
- Pengikat baut dengan kunci momen ( momen pengencangan lihat buku manual )
- Periksa posisi garpu penghubung sambungan salib satu dengan yang lainnya harus lurus dan segaris ( Jika tidak segaris akan timbul getaran dan bantalan sambungan salib akan cepat rusak )



- Memberi pelumasan pada sambungan salib dan sambungan luncur dengan pompa vet



### 7. Mengganti Bantalan Dan Sil Poros Penggerak Aksel Rigid

#### TUJUAN PEMBELAJARAN

Peserta diklat dapat :

- Melepas bantalan dan sil poros penggerak aksel rigid
- Menentukan kondisi bantalan, sil dan komponen lainnya pada poros penggerak aksel rigid
- Memasang bantalan dan sil poros penggerak aksel yang baru / kondisi baik

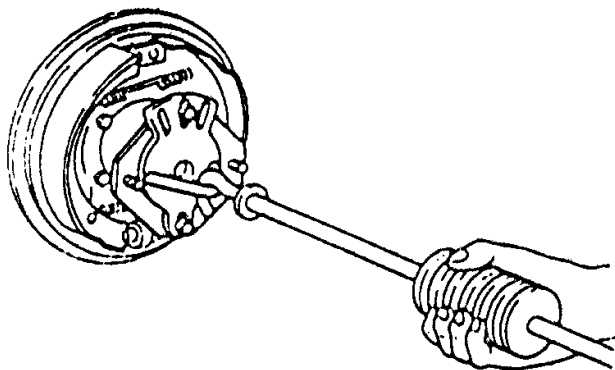
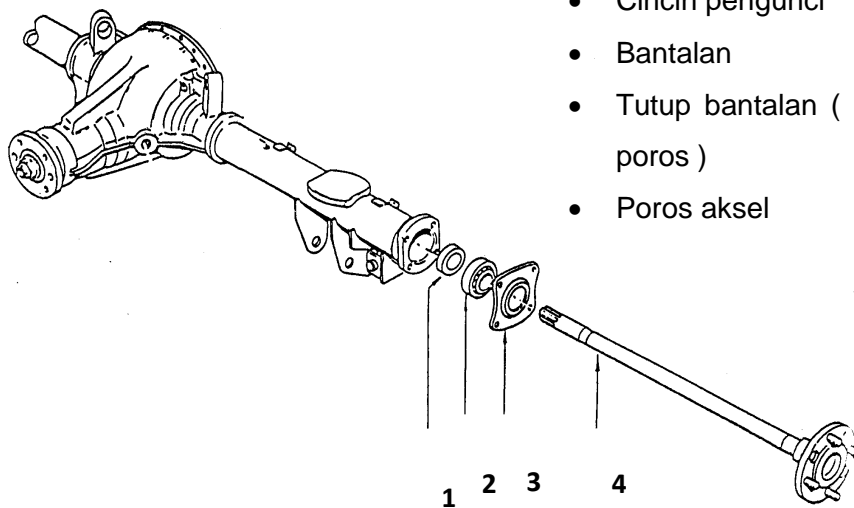
ALAT	BAHAN	WAKTU
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kotak alat</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aksel rigid semi floating</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Instruksi : ½ Jam</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tracker pembuka poros ( sliding hummer )</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bantalan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Latihan: 41/2Jam</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tracker penahan bantalan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sil</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Alat pemasang sil</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kunci momen</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gerinda</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Pahat dingin</li></ul>		

#### KESELAMATAN KERJA

- Bila bekerja pada kendaraan, pastikan penyangga atau pemikul casis pada lift berada pada posisi yang tepat
- Kanvas rem harus selalu dihindari dari oli maupun vet
- Pada jenis cincin penahan -- pada saat melepas cinci, poros tidak boleh rusak
- Gunakan kaca mata pada saat menggerinda dan memahami

## Langkah Kerja

### Melepas Poros Aksel Rigit ( Jenis Semi Floating )



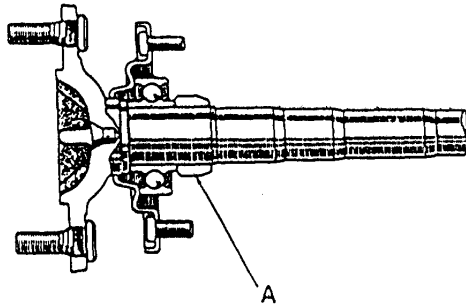
- Lepas roda dan tromol roda
- Melepas poros aksel**
- Lepas pengikat pelat piringan belakang ( back plate )
  - Pasang tracker ( sliding hammer ) pada flens roda
  - Keluarkan poros dengan tracker atau sliding hammer

**Catatan :**

Untuk aksel kendaraan Amerika jenis lama terdapat cincin pengunci pada diferensial yang harus dilepas sebelumnya



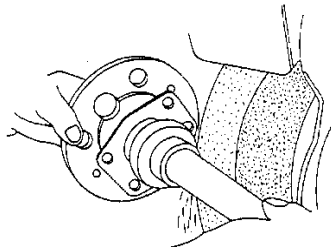
## Melepas Bantalan Poros



Untuk jenis pengunci ( A )

- Dapat dicoba dengan memanaskan cincin pada satu titik dengan panas las asetilin, lalu poros dipukul ke lantai
- + Poros tidak boleh dipanaskan, dapat merubah kekenyalannya

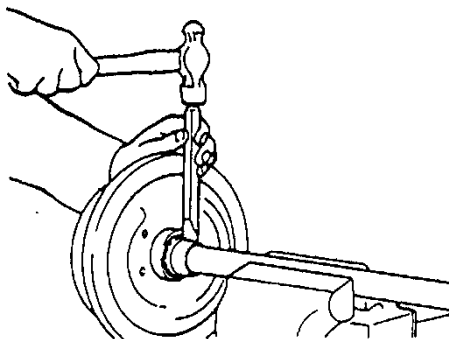
Catatan : Bila cara di atas sulit dapat dilakukan dengan,



- Gerinda cincin pengunci pada satu sisi hingga setipis mungkin

Poros tidak boleh kena gerinda

- Pahat posisi yang digerinda hingga cincin pengunci dapat dikeluarkan dari poros ( gunakan pahat dingin )



Jangan merusak poros dengan pahatan

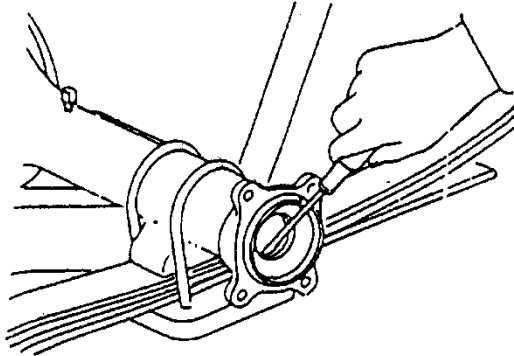
Catatan :

Untuk jenis mur pengunci

- Membuka ring pengunci baut
- Melepas mur pengunciLepas bantalan poros dengan pres dan gunakan tracker penahan bantalan yang sesuai
- Perhatikan jangan mengepres bagian lain



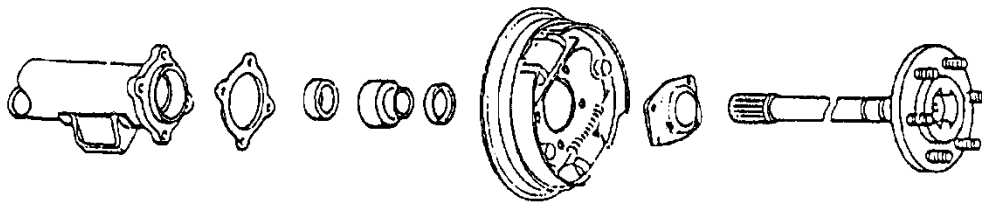
### Melepas sil poros



- Keluarkan sil dengan obeng tanpa merusak kedudukannya
- Jika terlalu sulit dapat dilepas dengan tracker

### F

- Bersihkan semua komponen yang dibongkar, terutama dudukan paking / sil pada aksel, palt dudukan rem dan penutup bantalan agar penyetelan tepat



- Periksa masing-masing komponen dan usulkan perbaikan yang harus dilakukan

### Catatan :

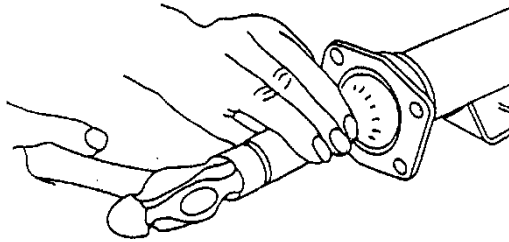
- Sil harus diganti yang baru
- Paking yang sudah dipakai sebaiknya diganti dengan yang baru dengan tebal yang sama



## Pemasangan

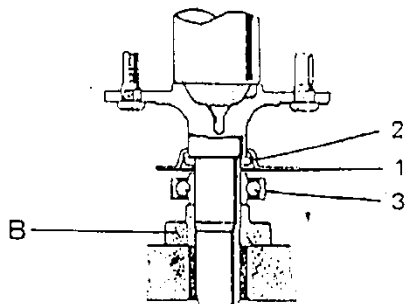
- Pasang kembali semua komponen yang dibongkar dengan urutan kebalikan pembongkaran

### Pemasangan sil



- Lumasi dudukan sil dan bagian sil yang baru
- Masukkan sil secara merata dengan alat bantu ( A ) atau dengan sebuah pipa

### 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

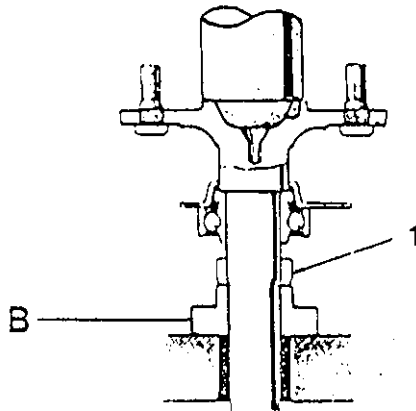
Perhatikan penahan bantalan ( B )

Pada saat dipres, harus ditumpu pada pemegang bantalan



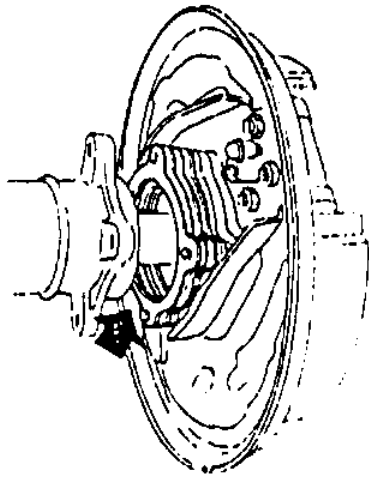


### Pemasangan Cincin Pengunci



- Panaskan cincin pengunci ( 1 ) hingga  $150^{\circ}$  C dengan kompor listrik
- Masukkan cincin pengunci pada poros dan pres pada kedudukan yang sesuai ( B )
- Cincin pada saat dipres masih dalam keadaan panas  $150^{\circ}$  C
- Perlu dilakukan dengan cepat
- Pemanasan tidak boleh sampai cincin warna biru ( pemanasan berlebihan )

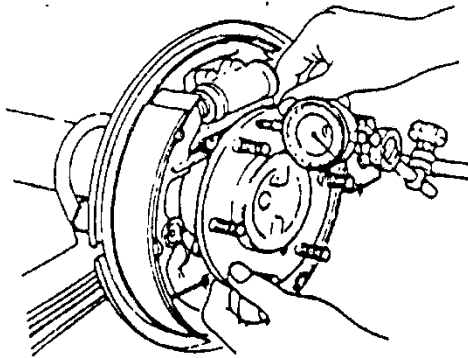
### Pemasangan Paking / Sim



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



### Penyetelan



- Pasang dial indikator pada aksel atau platudukan rem
- Tekan dan tarik flens roda, baca penunjuk dial
- Kebebasan aksial poros penggerak pada umumnya 0,02-0,15 mm (lihat buku manual)

#### Catatan :

1. Tebal ditambah jika kebebasan 0,02
2. Tebal dikurangi jika kebebasan 0,15



## 8. PEMERIKSAAN DAN PELUMASAN POROS PENGGERAK

Tujuan pembelajaran

Memeriksa dan melumasi macam – macam poros penggerak

### ALAT

Alat pengangkat mobil

Penyangga

Lampu

Pompa vet

### BAHAN

Mobil

Vet casis

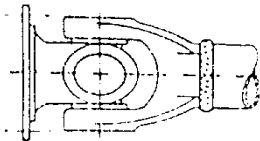
### WAKTU

Instruksi : 1 jam

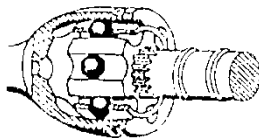
Latihan : ½ jam

Aksel rigid biasanya digerakkan dengan poros propeller yang dilengkapi dengan sambungan salib. Kadang – kadang sambungan salib diperlengkapi dengan nipel pelumas.

Sambungan salib ( Universal Joint )



Roda dengan suspensi independen biasanya digerakkan dengan poros penggerak yang diperlengkapi dengan sambungan peluru

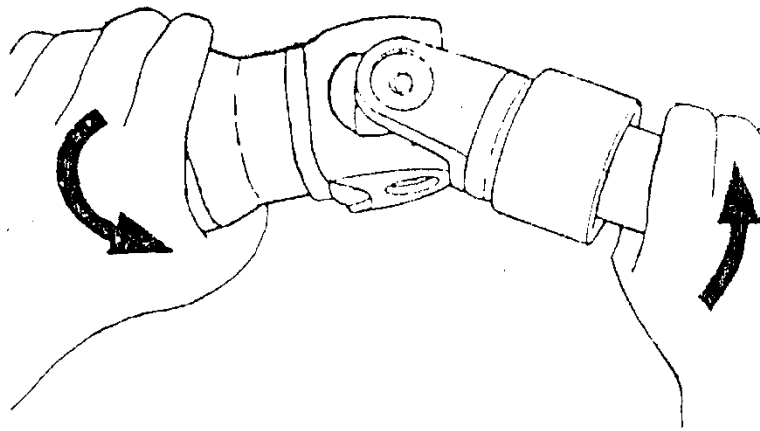


Sambungan peluru ( CV Joint )



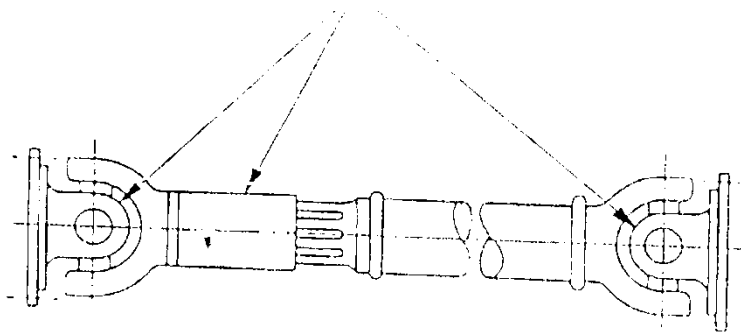
### Langkah Kerja : Sambungan Salib

- Periksa kebebasan pada sambungan salib, jika ada kebebasan yang dapat terasa dengan jelas, sambungan salib harus diganti



- Jika poros propeller dilengkapi dengan nipel, lumasi dengan pompa vet

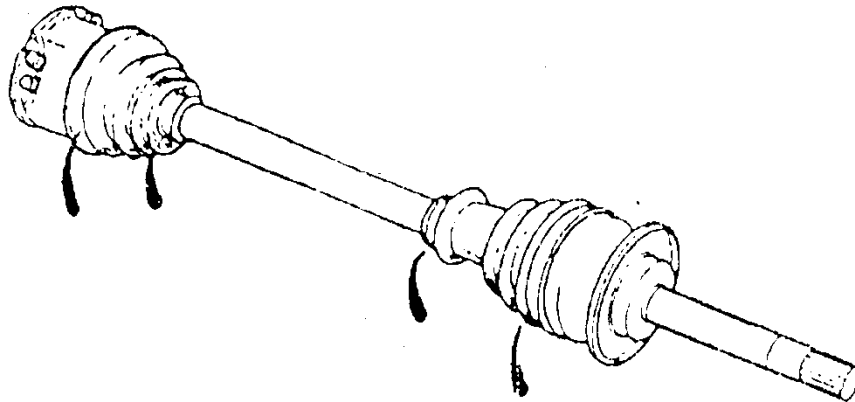
Letak Nipel Pelumas





### Langkah Kerja : Sambungan Peluru

- Periksa kebebasan pada sambungan peluru. Jika kebebasan yang dapat terasa dengan jelas, poros penggerak harus overhaul atau diganti baru
- Memeriksa kebocoran pada karet penutup, Karet penutup yang rusak harus diganti



Sambungan peluru tidak diperlengkapi nipel pelumas. Sebagai pelumas digunakan vet khusus yang tidak perlu diganti



### 2.4.2.5.3.Rangkuman

- Fungsi dari poros roda adalah Meneruskan putaran dari penggerak aksel ke roda dan sekaligus memikul beban kendaran.
- Macam macam Kontruksi penghubung sudut
  - Penghubung salib ( universal joint )
  - Penghubung bola peluru (Pot Joint )
  - Penghubung Fleksibel ( Flexible joint )

### 2.4.2.5.4.Tugas

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

### 2.4.2.5.5.Tes Formatif

3. jelaskan langkah – langkah melepas poros Propeler pada mobil penggerak belakang dengan prosedur yang benar dan pemasangannya
4. sebutkan macam-macam kontruksi penghubung sudut(joint)
5. jelaskan juga penggunaannya dan sifat – sifatnya





### 2.4.2.5.7. Lembar Kerja Peserta Didik

Alat dan Bahan

1. Penggaris
2. Spidol
3. Pensil
4. Kertas Manila
5. Trainer mobil penggerak roda depan dan mobil penggerak roda belakang



## 2.5. DAFTAR PUSTAKA

---

- **Fachkunde kraftahzeugtechnik**
- **Buku Teknologi Otomotif  
Teori dan Aplikasinya ( Prof.Ir.INyoman Sutantra,M.Sc.Ph.D)**
- **New Step 1 Toyota astra**
- **Buku panduan Otomotif PPPPTK/VEDC Malang**

