

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjelasan tentang troubleshooting gardan

Troubleshooting adalah mendiagnosa dari masalah umum terlebih dahulu kemudian mempersempit diagnosa tersebut ke permasalahan yang lebih khusus (spesifik). *Troubleshooting* yang sering terjadi pada *differential* yaitu mengeluarkan bunyi saat kendaraan berjalan lurus (mendengung) yang diakibatkan dari perkaitan *drive pinion* dengan *ring gear* terlalu rapat, cara memperbaiki mengganti *trush washer* dengan yang lebih tebal hingga terbentuk penapakan yang sesuai

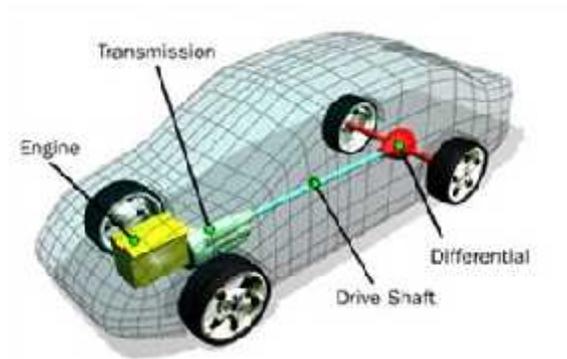
2.2 Macam-macam sistem penggerak

Kendaraan dapat berjalan atau bergerak karena ada sistem yang memindahkan tenaga, momen, putaran dari mesin ke roda-roda. Kendaraan ditinjau dari sistem pemindah tenaga dikelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu :

1. *Front Engine Rear Drive* (FR)

Kendaraan dengan mesin di depan dan menggerakkan roda belakang dinamakan tipe *Front Engine Rear Drive* (FR). Komponen-komponen sistem

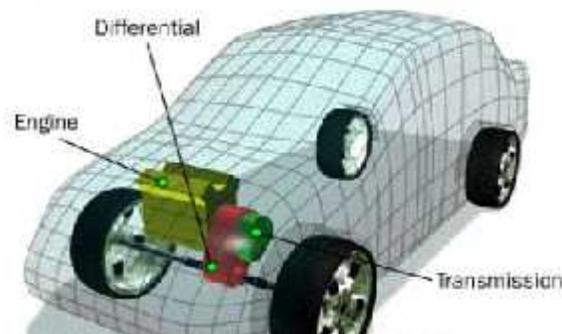
pemindah tenaga meliputi : Kopling, Transmisi, *Propeller shaft*, *Differential*, *Rear axle* dan Roda. ([Http://smkmuhi.110mb.com](http://smkmuhi.110mb.com))



Gambar 2.1 Sistem pemindah tenaga tipe FR.

2. *Front Engine Front Drive (FF)*

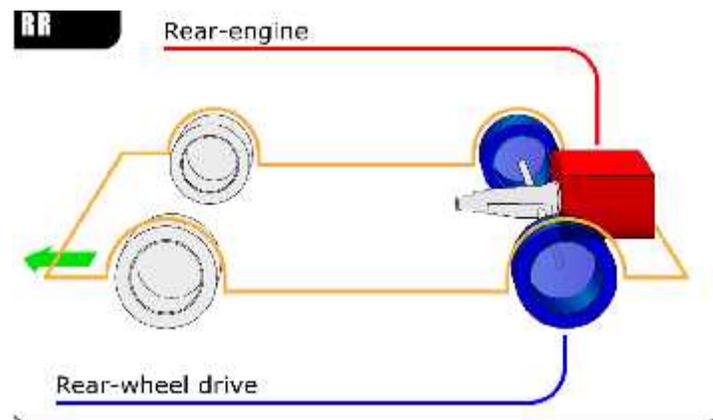
Kendaraan dengan mesin didepan dan menggerakkan roda depan dinamakan tipe *Front Engine Front Drive (FF)* komponennya meliputi : kopling, transmisi, *differential*, *front axle* dan roda. ([Http://smkmuhi.110mb.com](http://smkmuhi.110mb.com))



Gambar 2.2. Sistem pemindah tenaga tipe FF.

3. *Rear Engine Rear Drive (RR)*

Kendaraan dengan mesin dibelakang dan menggerakkan roda belakang dinamakan tipe *Rear Engine Rear Drive (RR)*. Tipe ini sama dengan tipe *Front engine front drive (FF)*. Komponen-komponennya meliputi : Kopling, Transmisi, *Differential*, *Rear axle* dan roda. ([Http://smkmuhi.110mb.com](http://smkmuhi.110mb.com))

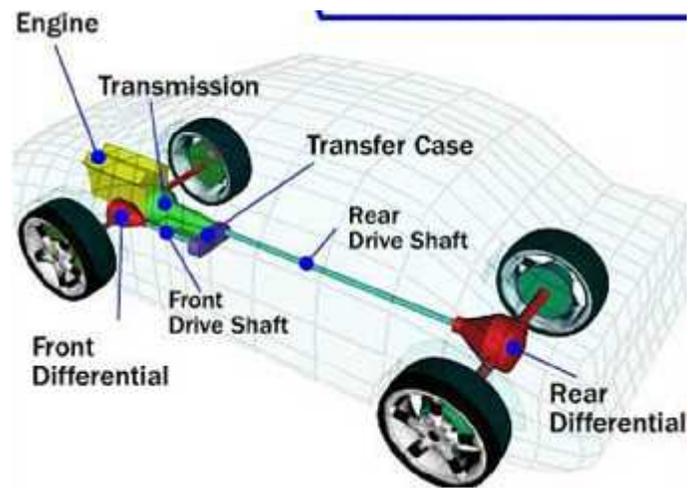


Gambar 2.3 Sistem pemindah tenaga tipe RR.

4. *Four Wheel Drive (FWD)*

Kendaraan dengan mesin menggerakkan roda depan dan roda belakang dinamakan *Four Wheel Drive* atau *All Wheel Drive (FWD* atau *4WD* atau *AWD)*. Komponen-komponennya meliputi : Kopling, Transmisi, Transfer, dan terbagi menjadi dua. Pertama ke *front drive shaft (front propeller shaft)*, *differential*, *front axle* dan roda depan (*front wheel*),

sedangkan yang kedua ke *rear drive shaft*, *rear differential*, *rear axle* dan roda belakang. (Http://smkmuhi.110mb.com)



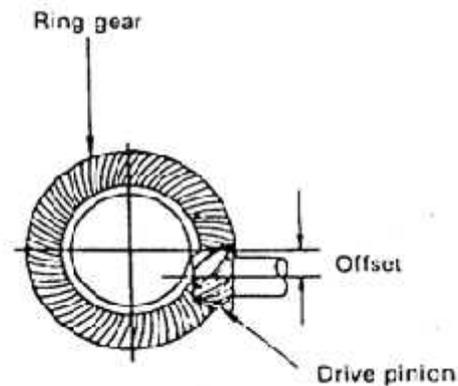
Gambar 2.4 Sistem pemindah tenaga tipe FWD.

2.3 Bagian-bagian differential

Final gear differential terdiri dari *drive pinion* dan *ring gear*. Tipe *helical gear* dipasang pada kendaraan penggerak roda depan, dan Tipe *hypoid bevel gear* pada kendaraan penggerak roda belakang.

a. *Hypoid Bevel Gear*

Drive pinion terpasang *offset* dengan garis tengah *ring gear* seperti diperlihatkan pada gambar dibawah. Perbandingan persinggungan roda-roda giginya besar dan bekerjanya sangat halus. Selama roda-roda gigi berkaitan satu sama lainnya, tipe *hypoid bevel gear* harus dilumasi dengan oli *hypoid gear* yang memiliki oli film yang kuat.



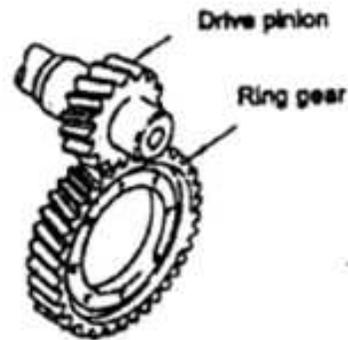
Gambar 2.5 Hypoid bevel gear.

(Toyota Astra Motor, 1986)

Hypoid bevel gear mempunyai permukaan gigi dan kecepatan menggelincir yang kuat. Tingkat oli *hypoid gear* GL-5 (*Api-Service Clasification*) yang dapat digunakan. Tipe ini mempunyai *viskositas* yang cukup untuk membentuk lapisan minyak (*oil film*) pada permukaan metal untuk mencegah terjadinya kontak langsung antara metal.

b. *Helical Gear*

Tidak seperti *hypoid gear*, untuk menghasilkan puntiran, gigi *helical gear drive pinion* selalu bersinggungan dengan gigi ring gear pada lokasi yang sama tanpa ada celah antara kedua gigi tersebut. Oleh sebab itu bunyi dan getaran yang timbul sangat kecil, dan momen dapat dipindahkan dengan lembut.



Gambar 2.6 Helical gear.

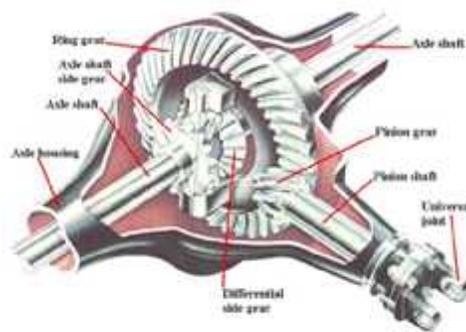
(Toyota Astra Motor,1986)

2.4 Definisi *Differential* (gardan)

Differential atau sering dikenal dengan nama gardan adalah komponen pada mobil yang berfungsi untuk meneruskan tenaga mesin ke poros roda yang sebelumnya melewati transmisi dan *propeller shaft* sehingga dapat memutar roda dan menjalankan kendaraan. Putaran roda semuanya berasal dari proses pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar. Gerak putar poros engkol pada mesin ini akan diteruskan untuk memutar *flywheel*, putaran *flywheel* akan diteruskan untuk memutar kopling kemudian dilanjutkan memutar transmisi ke *propeller* lalu ke *differential*.

Differential akan meneruskan putaran ini ke poros *axle* sesuai dengan beban dari kendaraan dan poros *axle* akan memutar roda, sehingga mobil akan berjalan. Fungsi utama *differential* adalah membedakan

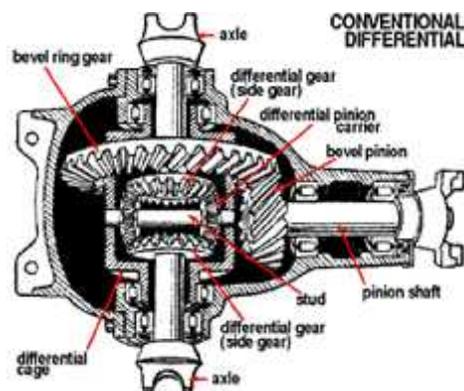
putaran roda kiri dan kanan pada saat mobil sedang berbelok. Hal ini dimaksudkan agar mobil dapat membelok dengan baik tanpa membuat kedua ban menjadi slip atau tergelincir. Ukuran dari sebuah *differential* menggambarkan dari bobot atau berat kendaraan, namun dalam proses pembagian putaran *side gear* kiri maupun *side gear* kanan keduanya memiliki kemampuan yang sama.



Gambar 2.7 Unit *differential*.

2.5 Bagian-bagian/ Komponen *Differential*

Differential terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut :



Gambar 2.8 Komponen-komponen *Differential*.

Komponen-komponen *differential* diantaranya :

1. Tutup bantalan (*Bearing Cap*)

Bearing cap adalah komponen yang terletak diantara *innes bearing* yang mempunyai fungsi sebagai mengunci bantalan dan untuk mengunci *differential case* ke *differential carier*.



Gambar 2.9 Tutup bantalan (*Bearing cap*).

2. *Backlash / innes Bearing*

Backlash / innes bearing adalah suatu komponen yang berfungsi untuk mengurangi gesekan pada *machine* atau komponen-komponen yang bergerak dan saling menekan antara satu dengan lainnya. *Innes bearing* sendiri mempunyai fungsi untuk mengurangi gesekan, panas dan aus, menahan beban shaft dan *machine*, menjaga toleransi kekencangan.



Gambar 2.10 *Backlash / innes bearing*.

3. Mur penyetel (Adjusting)

Adjusting adalah suatu komponen *differential* yang berada diantara *backlash* yang digunakan untuk menahan *backlash* dan untuk menyetel *differential*. Berfungsi untuk mengatur jarak antara *drive pinion* dan *ring gear*.



Gambar 2.11 Mur penyetel (*Adjusting*).

4. Mur penyetel (*Adjusting nut*)

Lock Adjusting adalah suatu komponen yang berada pada atas *bearing cap* yang digunakan agar *Adjusting* tidak berubah. *Lock adjusting* mempunyai fungsi pengunci *adjusting* agar tidak bergerak.



Gambar 2.12 *Lock adjusting*.

5. Flens Penyambung (*Plange yoke*)

Plange yoke adalah suatu komponen yang terletak di penutup *differential*. Komponen ini mempunyai berfungsi untuk memindahkan tenaga putar poros *propeller* ke *Drive Pinion shaft*.



Gambar 2.13 *Plange yoke*.

6. Oil Seal

Oil seal letaknya diujung bagian *differential carrier* yang berfungsi untuk mencegah agar oli tidak habis, jika di ketahui adanya rembasan oli pada bagian ini segera untuk menggantinya karena semakin dibiarkan oli akan habis dan menguap sehingga akan terjadi kerusakan pada komponen lainnya. Fungsi dari *oil seal* menjaga kebocoran pelumas, memberikan batasan cairan supaya tidak tercampur, melapisi permukaan yang tidak rata, komponen tidak cepat rusak.



Gambar 2.14 *Oil seal* dan *shim*.

7. *Side bearing*

Side bearing adalah komponen yang berada di antara *flens* penyambung dan *oil seal* yang digunakan untuk memperlembut putaran agar tidak ada suara berisik pada *differential* komponen ini mempunyai fungsi untuk memperlancar/ memperlembut putaran.



Gambar 2.15 *Side bearing*.

8. *Drive Pinion Shaft*

Drive pinion biasa dikenal dengan gigi nanas komponen ini berfungsi untuk meneruskan tenaga putar dari *propeller shaft* yang selanjutnya

dipindahkan ke *ring gear* lalu dirubah arah putarannya sebesar 90 derajat. Kinerja *drive pinion* ini berkesinambungan dengan *differential case* karena keduanya berputar bersamaan. Selain itu berfungsi sebagai pemutar *ring gear* agar mobil dapat berbelok.



Gambar 2.16 *Drive pinion shaft*.

9. *Ring Gear*

Komponen yang biasa dikenal dengan gigi matahari mempunyai lekukan gigi sekitar 50-55 untuk mobil sejenis Suzuki Katana fungsinya adalah meneruskan daya dari *propeller shaft* di perkecil sesuai tenaga yang diteruskan *drive pinion* ke *ring gear* untuk merubah arah perputaran roda sebesar 90 derajat. *Ring gear* berhubungan dengan *drive pinion* oleh karena itu apabila ada kerusakan harus membeli satu set karena keduanya harus menempel dengan gap yang standart bila hanya salah satu yang diganti maka akan menimbulkan gap yang tidak sama antara lekukan gigi-giginya. Komponen ini berfungsi sebagai penerus putaran dari *drive gear* ke pinion dan *side gear*.



Gambar 2.17 *Ring gear.*

10. *Pinion Shaft*

Pinion shaft adalah komponen yang terletak antara gigi pinion yang digunakan untuk mengunci gigi pinion dan *side gear* agar tidak lepas pada pemasangan. Komponen ini berfungsi sebagai tempat duduk *pinion gear*.



Gambar 2.18 *Pinion shaft.*

11. *Pinion Gear dan Thurs Washer*

Pinion gear adalah komponen yang terletak diantara *side gear*. Komponen ini berfungsi membedakan putaran *side gear* kiri dan kanan.

saat kendaraan berbelok dan *washer* berfungsi sebagai celah oli. Komponen ini terletak di antara *side gear*.



Gambar 2.19 *Pinion gear* dan ring.

12. *Side Gear*

Dapat menghubungkan daya dari *drive pinion* ke gear terus ke *differential pinion* lalu ke *axle shaft* roda belakang, *gear* inilah yang langsung terhubung ke as roda, jumlahnya ada dua kanan dan kiri. *Side gear* berfungsi membedakan putaran roda kanan dan kiri saat kendaraan membelok, serta menyeimbangkan kedua roda pada RPM yang sama pada saat mobil tidak membelok sehingga *side gear* tetap ikut berputar. Jadi apabila *differential case* berputar satu kali, maka *side gear* juga berputar satu kali juga, demikian seterusnya dalam keadaan lurus. Putaran *side gear* ini kemudian akan diteruskan untuk menggerakkan as roda dan kemudian menggerakkan roda. Komponen ini berfungsi meneruskan putaran dari *pinion gear* ke *axle shaft*.



Gambar 2.20 *Side gear.*

13. *Differential Case*

Differential case berfungsi mengubah arah putaran *propeller shaft* 90 derajat yang akan diteruskan ke poros roda belakang. Dan juga berfungsi sebagai yang membedakan putaran roda kiri dan kanan pada saat diperlukan. Dengan berputarnya *differential case*, *pinion gear* akan terbawa berputar bersama *differential case* karena antara *differential case* dan *pinion gear* dihubungkan dengan *pinion shaft*. Penyetelan terhadap sistem ini dengan jarak kerenggangan antara ring gear dan *drive pinion* tidak boleh terlalu rapat atau renggang, jika terlalu rapat akan mengakibatkan berat dan jika terlalu renggang akan menimbulkan suara yang berisik.



Gambar 2.21 *Differential case.*

2.6 Langkah Kerja Differential

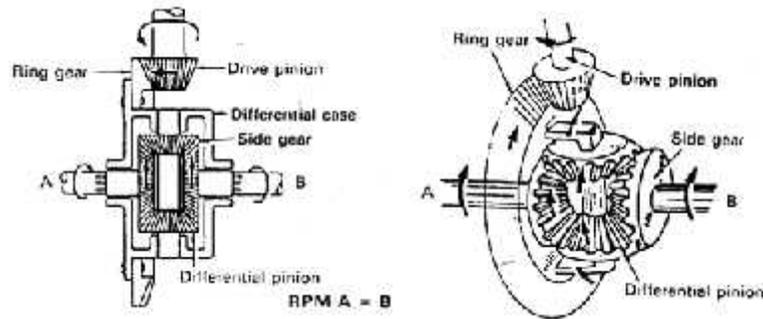
Fungsi utama gardan adalah membedakan putaran roda kiri dan kanan pada saat mobil sedang membelok. Hal itu dimaksudkan agar mobil dapat membelok dengan baik tanpa membuat kedua ban menjadi slip atau tergelincir.

Adapun cara kerja *differential* adalah sebagai berikut :

1. Pada saat mobil berjalan lurus :

Pada saat mobil berjalan lurus keadaan kedua ban roda kiri dan kanan sama – sama dalam kecepatan putaran yang sama. Dan juga beban yang ditanggung roda kiri dan roda kanan adalah sama. Sehingga urutan perpindahan putaran dari as kopel akan diteruskan untuk memutar *drive pinion*. *Drive pinion* akan memutar *ring gear*, dan *ring gear* bersama-sama dengan *differential case* akan berputar. Dengan berputarnya *differential case*, maka *pinion gear* akan terbawa berputar bersama dengan *differential case* karena antara *differential case* dan *pinion gear* dihubungkan dengan *pinion shaft*. Karena beban antara roda kiri dan roda kanan adalah sama saat jalan lurus, maka *pinion gear* akan membawa *side gear* kanan dan *side gear* kiri untuk berputar dalam satu kesatuan. Jadi dalam keadaan jalan lurus sebenarnya *pinion gear* tidak berputar, *pinion gear* hanya membawa *side gear* untuk berputar bersama-sama dengan *differential case* dalam kecepatan putaran yang sama. Bila *differential case* berputar satu kali, maka *side gear* juga

berputar satu kali juga, demikian seterusnya dalam keadaan lurus. Putaran *side gear* ini kemudian akan diteruskan untuk menggerakkan as roda dan kemudian menggerakkan roda.

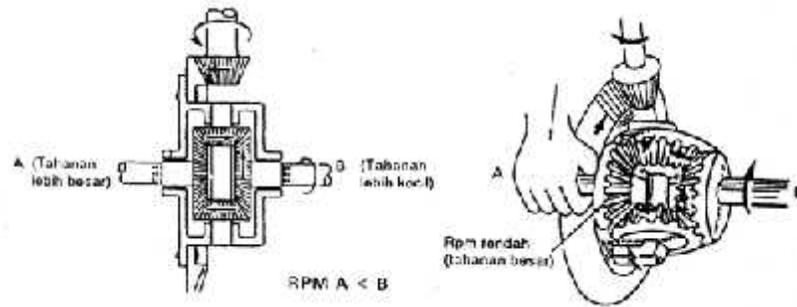


Gambar 2.22 *Differential* pada saat jalan lurus.

(Toyota Astra Motor, 1986)

2. Pada saat kendaraan membelok :

Pada saat mobil sedang membelok beban yang ditanggung pada roda bagian dalam adalah lebih besar dari pada beban yang ditanggung roda bagian luar. Misalkan sebuah mobil sedang belok ke kiri, maka beban pada roda kiri akan lebih besar dari pada beban roda kanan. Dengan demikian urutan perpindahan tenaganya adalah sebagai berikut: Putaran dari as kopel akan diteruskan untuk memutar *drive pinion*. *Drive pinion* akan memutar *ring gear*. Dengan berputarnya *ring gear* maka *differential case* akan terbawa juga untuk berputar. Karena beban roda kiri lebih besar dari roda kanan saat belok ke kiri, maka *side gear* sebelah kiri akan memberi perlawanan terhadap *pinion gear*.



Gambar 2.23 *Differential* pada saat membelok.

(Toyota Astra Motor,1986)

a. Fungsi Differential

Differential mempunyai beberapa fungsi diantaranya :

1 Merubah titik berat arah putaran mesin

Posisi mesin pada mobil untuk truck atau khususnya mobil yang menggunakan as kopel, memiliki posisi mesin yang memanjang ke depan. Sehingga arah putaran dari roda gila jelas tidak searah dengan arah putaran roda. Maka gardan inilah yang membuat arah dari putaran mesin menjadi searah dengan arah putaran roda (yaitu maju ke depan).

2 Memperbesar momen

Momen adalah tenaga putaran dari sebuah benda yang berputar. Putaran poros engkol mempunyai tenaga atau momen. Tenaga dari suatu benda yang berputar dengan cepat adalah kecil, sedangkan tenaga dari benda yang berputar lambat adalah besar. Seperti kita ketahui bahwa selambat – lambatnya mesin berputar memiliki kecepatan minimal 600 RPM.

Maksudnya adalah dalam satu menit poros engkol berputar 600 kali. Sedangkan pada kecepatan tinggi memiliki kecepatan hingga 12.000 rpm, berarti poros engkol berputar 12.000 kali dalam 1 menit. Agar tenaga dari poros engkol ini menjadi besar, maka kecepatan putaran dari poros engkol ini harus diperlambat. Disinilah *differential* memperlambat kecepatan putaran dari poros engkol tersebut, sehingga tenaga putar atau momen menjadi besar dan mobil dapat bergerak atau berjalan.

3 Membedakan putaran roda kiri dan kanan saat membelok

Pada saat mobil berbelok, putaran roda bagian dalam cenderung lebih lambat daripada putaran roda bagian luar. Hal ini dimaksudkan agar mobil dapat berbelok dengan baik dan tidak slip. Jika kedua roda antara yang kiri dan kanan selalu sama, maka mobil tak akan membelok. Disinilah gardan membuat putaran roda kiri dan kanan tidak sama, sehingga mobil dapat membelok dengan baik.

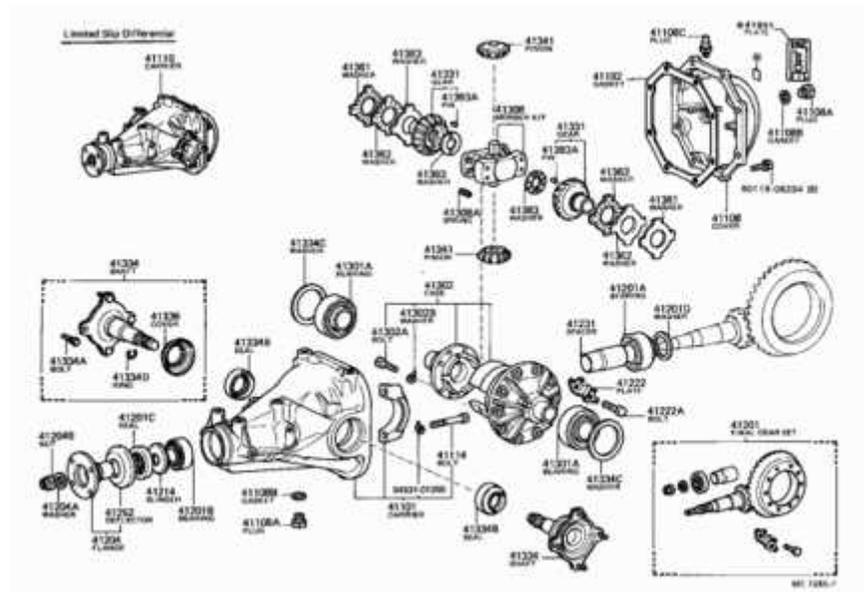
2.8 Sistem Limited Slip Differential

A. Definisi Limited Slip Differential



Gambar 2.24. Gardan Limited Slip Differential.

Mobil dengan mesin bertenaga kuda yang besar juga harus membutuhkan traksi maksimal pada permukaan jalan. Salah satu alat yang bisa menunjang untuk memaksimalkan traksi adalah *Limited Slip Differential* (LSD). Sebagai contoh, ketika sebuah mobil melaju pada jalan yang permukaannya licin dan roda belakang bagian kanan kehilangan traksi atau mengalami slip maka roda tersebut secara otomatis akan berputar dengan cepat. Oleh karena itu kegunaan Limited Slip Differential adalah memperlambat perputaran roda yang mengalami slip tersebut dan menyalurkan tenaga putaran roda ke bagian roda yang lainnya sehingga mobil akan tetap bisa melaju walaupun permukaan jalan licin.



Gambar 2.25 Komponen Limited Slip Differential.

Limited Slip Differential ini bisa diaplikasikan untuk mobil berpengerak roda depan maupun mobil berpengerak roda belakang. Untuk mobil berpengerak roda depan Limited Slip Differential ditempatkan pada transmisi sedangkan untuk mobil berpengerak roda belakang alat ini ditempatkan pada bagian gardan (differential).

Berdasarkan karakteristiknya:

1. *Limited slip differential* yang sensitif terhadap torsi.
2. *Limited slip differential* yang sensitif terhadap kecepatan.

Berdasarkan mekanismenya:

1. Viscous LSD

LSD jenis ini menggunakan sejenis oli (fluida) yang akan mengental jika salah satu roda berputar terlalu cepat dan akan memberikan penguncian terhadap roda yang mengalami slip kemudian langsung menyalurkan tenaga ke roda lainnya. Kelemahan dari LSD jenis ini adalah kurang bisa menahan slip dengan baik.

2. Clutched LSD

LSD jenis ini bereaksi terhadap torsi poros propeller. Semakin cepat perputarannya maka semakin keras penekanan kopling (clutch). LSD jenis ini memiliki kelebihan bisa menahan slip dengan cukup baik sedangkan kelemahannya terletak pada perawatan karena kopling akan menjadi cepat aus ketika LSD ini bekerja.

3. Geared LSD

LSD ini sangat kuat menahan slip dan bebas dari perawatan. LSD jenis ini sangat bergantung pada torsi dan bukan pada kecepatan tiap as roda dan LSD ini sangat mumpuni jika digunakan pada permukaan jalan yang

kering, namun jika digunakan pada permukaan jalan yang licin kemampuannya menjadi kurang maksimal.

b. Cara Kerja Sistem LSD

Berdasarkan input torsi ada 3 jenis status LSD yaitu :

1. Load : kinerja kopling akan sejajar dengan perputaran dari as kopel.
2. No load : Kinerja kopling akan diturunkan menjadi kopling statis
3. Over Run : Kinerja kopling punya kelakuan khusus yang akan cenderung kearah 1 way, 1.5 way atau 2 way.

a. LSD 1 Way

Tipe ini direkomendasikan untuk kendaraan berpengerak roda depan (FWD) dan tergolong tipe LSD yang sangat aman karena sistem ini bekerja pada saat berakselerasi saja.

b. LSD 2 Way

Tipe ini direkomendasikan untuk kendaraan drifting. Dengan menggunakan LSD tipe ini dapat membantu para drifter melakukan drifting dengan baik pada saat sliding karena sistemnya mampu bekerja pada saat akselerasi dan deselerasi.

c. LSD 1,5 Way

Tipe ini sifatnya lebih cenderung diantara ke-2 tipe LSD ini dimana pada jenis ini lebih kuat di sektor akselerasi daripada deselerasi.