

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Menurut Bayu Prasetya Aji (2008) *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. Proses pembakaran inilah yang kemudian akan menggerakkan piston untuk bergerak naik turun. Kemudian gerak naik turun piston ini akan diteruskan untuk memutar poros engkol. 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*.

Dwi Septiyanto (2015) dalam tugas akhir yang berjudul “IDENTIFIKASI DAN PERBAIKAN *DIFFERENTIAL* PADA MOBIL TOYOTA KIJANG INNOVA TIPE G” melakukan penelitian tentang gangguan-gangguan yang sering terjadi pada *differential* biasanya disebabkan komponen-komponen yang telah mengalami kerusakan antara lain : *ring gear*, *drive pinion*, *side gear*, *pinion gear* dan *pinion shaft ring gear*. Bunyi mendengung pada saat kendaraan berjalan bisa diakibatkan posisi *drive pinion* dan *ring gear* tidak tepat. Cara memperbaiki gangguan-gangguan *differential* yaitu dengan cara menyetel ulang *backlash*

sesuai spesifikasi atau mengganti bila komponen rusak parah. *Differential* dapat berfungsi dengan baik apabila komponen-komponenya tidak mengalami kerusakan dan jangan sampai terlambat dalam penggantian minyak pelumas pada *differential*, hal tersebut dapat mengakibatkan persinggungan antar gigi cepat aus serta posisi *drive pinion* dan *ring gear* akan berubah.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Pengertian Sistem Pemindah Tenaga**

Sistem pemindah tenaga adalah sebuah sistem yang berfungsi untuk meneruskan tenaga dari mesin ke roda dan menjadi sistem yang merubah percepatan laju kendaraan.

Bagian-bagian sistem pemindah tenaga pada mobil :

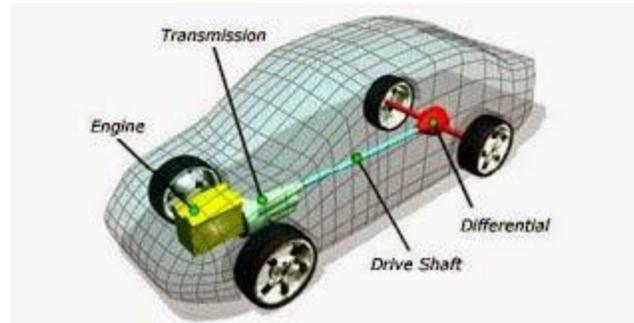
- a. Kopling
- b. Transmisi
- c. Poros *propeller*
- d. Gardan (*Differential*)
- e. Poros roda

Dalam memindahkan tenaga sistem ini dibagi dalam beberapa tipe :

#### **A. *Front Engine Rear Drive (FR)***

Pemindah tenaga tipe ini memiliki kedudukan mesin yang berada di depan sedangkan penggerak roda berada di belakang. Komponen pemindahannya yaitu

kopling, transmisi, poros *propeller*, gardan, as roda dan kemudian diteruskan ke roda.

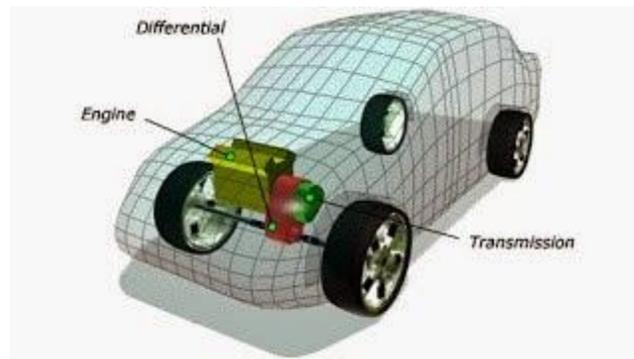


Gambar 2.1. Kendaraan dengan penggerak roda belakang (FR).

(Kuroko Tetsuya, 2015)

### **B. Front Engine Front Drive (FF)**

Pemindah tenaga tipe ini memiliki kedudukan mesin yang berada di depan dan pemindah tenaganya juga berada di depan. Komponen pemindahannya yaitu kopling, transmisi, gardan, as roda depan dan kemudian ke roda.

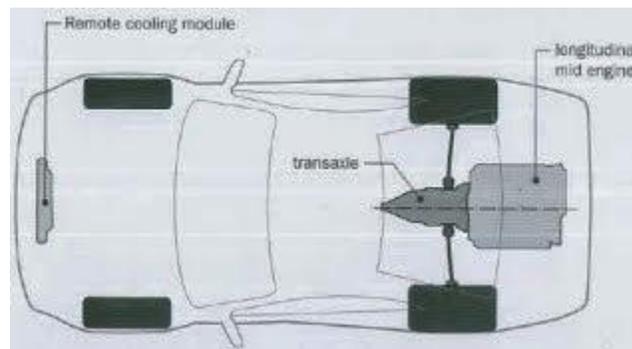


Gambar 2.2. Kendaraan dengan penggerak roda depan (FF)

(Kuroko Tetsuya, 2015)

### C. *Rear Engine Rear Drive (RR)*

Tipe pemindah tenaga ini memiliki kedudukan mesin berada di belakang dan pemindah tenaganya juga berada di belakang. Komponen pemindahnya yaitu kopling, transmisi, gardan, as roda dan kemudian ke roda.



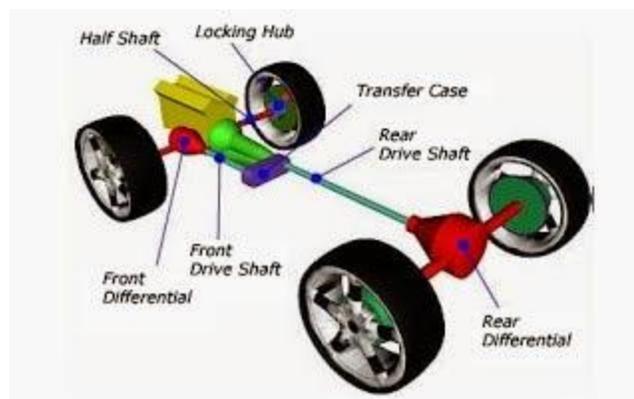
Gambar 2.3. Kendaraan dengan mesin dan penggerak roda belakang (RR) (Kuroko Tetsuya, 2015)

### D. *Four Wheel Drive (FWD), All Wheel Drive (AWD), 4WD*

Sistem pemindah tenaga kendaraan dengan mesin yang menggerakkan roda depan dan roda belakang. Komponen sistem pemindahnya yaitu kopling, transmisi, *transfer*, dan terbagi menjadi dua bagian. Untuk yang depan ke *front drive shaft*, *front differential*, *front axle* dan roda depan, dan untuk yang belakang ke *rear drive shaft*, *rear differential*, *rear axle* dan roda belakang.

Pemindah tenaga jenis ini biasanya digunakan pada kendaraan yang diperuntukkan dalam medan jalan yang berat seperti berlumpur, bebatuan

terjal, dan lain-lain. Oleh karena itu kendaraan yang menggunakan pemindah tenaga jenis ini kebanyakan digunakan untuk pertambangan ataupun *event offroad* karena tenaga mesin yang disalurkan ke *differential* dapat terbagi secara merata di semua roda.

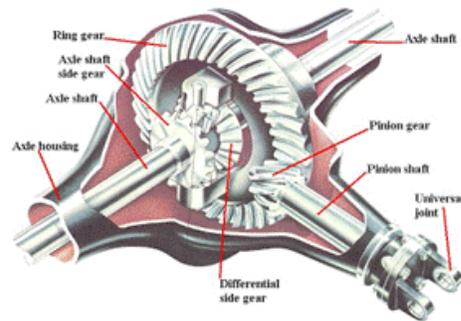


Gambar 2.4. Kendaraan dengan mesin berada di depan dan penggerak di roda depan dan belakang (4WD) (Kuroko Tetsuya, 2015)

### 2.2.2 Pengertian *Differential* (Gardan)

*Differential* atau gardan adalah sebuah komponen pada mobil yang berfungsi untuk meneruskan tenaga mesin ke roda. Komponen penerusnya yaitu dari putaran mesin ke kopling, transmisi, poros *propeller* dan kemudian ke *differential*. *Differential* meneruskan putaran dari mesin ke poros *axle* sesuai dengan beban dari kendaraan dan poros *axle* kemudian akan memutar roda.

*Differential* berfungsi sebagai pembeda putaran antara roda kanan dan roda kiri ketika mobil sedang berbelok. Tujuan dari perbedaan putaran ini dimaksudkan agar tidak terjadi *slip* di salah satu rodanya sehingga mobil dapat berbelok dengan lancar. Ukuran *differential* menandakan besar kecilnya suatu kendaraan, semakin besar *differential* maka akan semakin besar juga kendaraannya. Pembagi putaran dalam *differential* dilakukan oleh *side gear*. *Side gear* kanan dan kiri masing masing mempunyai kemampuan yang sama.



Gambar 2.5. Unit Gardan (*Differential*) (Devi Sofiah, 2015)

### 2.2.3 Fungsi *Differential*

#### a. Merubah arah putaran mesin

Pada kendaraan yang menggunakan as kopel sebagai penerus tenaga yang memanjang dari mesin ke *differential* maka arah putaran dari mesin tidak searah dengan arah putaran roda, maka disinilah fungsi gardan yang membuat arah dari putaran mesin menjadi searah dengan arah putaran roda.

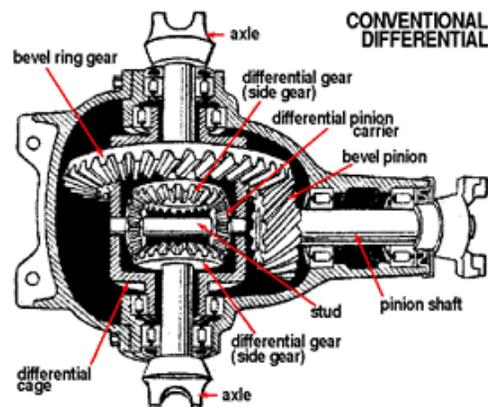
### b. Memperbesar momen

Sebuah benda yang berputar menghasilkan sebuah momen. Poros engkol yang berputar juga menghasilkan momen. Sebuah benda yang berputar cepat akan menghasilkan momen yang kecil dan benda yang berputar lambat akan menghasilkan momen yang besar. Untuk memperbesar momen yang dihasilkan dari putaran poros engkol maka putaran dari poros engkol harus di reduksi menggunakan *differential*. Tujuan dari reduksi ini adalah untuk memperlambat putaran dan memperbesar momen.

### c. Membedakan putaran roda kiri dan kanan saat membelok

Fungsi lain dari sebuah *differential* yaitu sebagai pembeda putaran roda kanan dan roda kiri ketika mobil berbelok. Putaran roda kanan dan kiri pada saat berbelok tidaklah sama, putaran sisi dalam sebuah roda akan lebih lambat dari pada putaran sisi luarnya. Pada saat ini *side gear* bekerja untuk membedakan putaran roda sehingga mobil bisa berbelok dengan lancar.

#### 2.2.4 Komponen *Differential*



Gambar 2.6. Komponen–komponen Gardan (Devi Sofiah, 2015)

Komponen-komponen *differential* diantaranya :

**a) 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 2.7. Tutup bantalan (*Bearing cap*)

**b) *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 2.8 *Backlash / innes bearing*

**c) 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 2.9 Mur penyetel (*Adjusting*)

**d) 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 2.10 *Lock adjusting*

e) **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 2.11 *Plange yoke*

f) **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 2.12 *Oil seal*

**g) *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 2.13 *Side bearing*

#### **h) 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 berjalan.



Gambar 2.14 *Drive pinion shaft*.

#### **i) Ring Gear**

Komponen yang biasa dikenal dengan gigi matahari yang mempunyai fungsi 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 2.15 *Ring gear*

**j) *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 2.16 *Pinion shaft*

### k) *Pinion Gear dan Thrus 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.



Gambar 2.17 *Pinion gear* dan *ring*

### l) *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 2.18 *Side gear*

#### **m) *Differential Case***

Fungsi dari *differential case* yaitu untuk merubah arah putaran  $90^0$  dari *propeller shaft* dan kemudian diteruskan ke poros *axle* roda belakang. *Differential case* juga bisa membedakan putaran roda kanan dan kiri karena didalam *differential case* terdapat *side gear* dan *satellite gear*.

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.



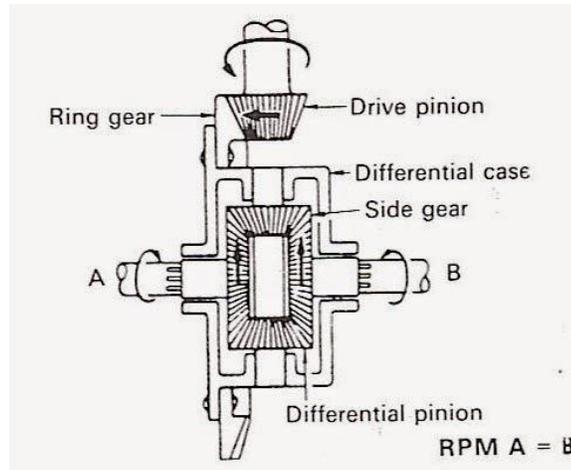
Gambar 2.19 *Differential case*

### 2.2.5 Cara Kerja *Differential*

Cara kerja sebuah *differential* dibedakan menjadi dua yaitu :

#### a. Pada saat berjalan lurus

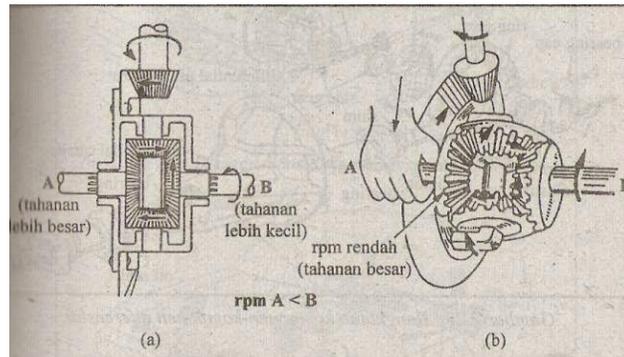
Apabila sebuah mobil berjalan lurus maka tidak ada perbedaan putaran antara putaran roda kanan dan kiri sehingga kecepatan putar roda kanan dan kiri adalah sama. Pada saat ini putaran dari mesin akan diteruskan melalui *propeller shaft* ke *drive pinion*, dari *drive pinion* diteruskan ke *ring gear* untuk dirubah arah putarnya. *Ring gear* berada pada *differential case* sehingga apabila *ring gear* berputar maka *differential case* juga akan ikut berputar. Putaran dari *differential case* secara langsung akan memutar *side gear* yang berhubungan dengan poros *axle* dan akan membuat kedua roda berputar bersamaan.



Gambar 2.20 Gardan saat berjalan lurus. (saputraadi774.blogspot.com)

#### b. Pada saat berbelok

Apabila mobil sedang berbelok putaran roda kanan dan kiri berbeda. Beban paling berat ditanggung pada roda bagian dalam sehingga putaran roda harus berbeda antara roda bagian dalam dan roda bagian luar. Sebagai contoh ketika mobil sedang berbelok ke kiri, roda sebelah kiri akan memutar lebih lambat dari pada roda sebelah kanannya. Saat berbelok ke kiri maka putaran mesin akan diteruskan oleh *propeller shaft* dan dilanjutkan ke *drive pinion*. Dari *drive pinion* diteruskan ke *ring gear* dan *differential case*, pada *differential case* putaran akan dibagi oleh *side gear* melalui *pinion gear* sehingga putaran untuk roda kiri lebih lambat dari pada putaran roda kanannya.



Gambar 2.21 Gardan saat berbelok. (saputraadi774.blogspot.com)

## 2.2.6 Perhitungan Putaran *Differential*

### A. Rasio *Final Gear*

Perhitungan rasio *final gear* yaitu perhitungan untuk menentukan perbandingan putaran dari mesin ke *differential*. Sebagai contoh jumlah gigi *pinion* 11 dan jumlah gigi *crown (ring)* 43, maka  $43:11=3,909$  (3,91). Artinya 1 putaran roda didapat dari 3,91 putaran kopel dan *drive pinion*.

Jadi kesimpulannya yaitu semakin besar rasio *Final Gear* maka semakin ringan putaran mesin dalam menggerakkan roda, namun semakin rendah kecepatan maksimal yg mampu dicapai mobil *Final Gear Ratio* yang angkanya semakin besar (diatas 4,11) sering disebut *LOW*. Sedangkan *Final Gear* yang rasionya menunjukkan angka kecil (dibawah 4), sering disebut *HIGH*, sering digunakan sebagai *Final Gear* bawaan pabrikan karena sangat sesuai dalam pengemudian antara akselerasi dengan pencapaian *top speed* yang optimal.

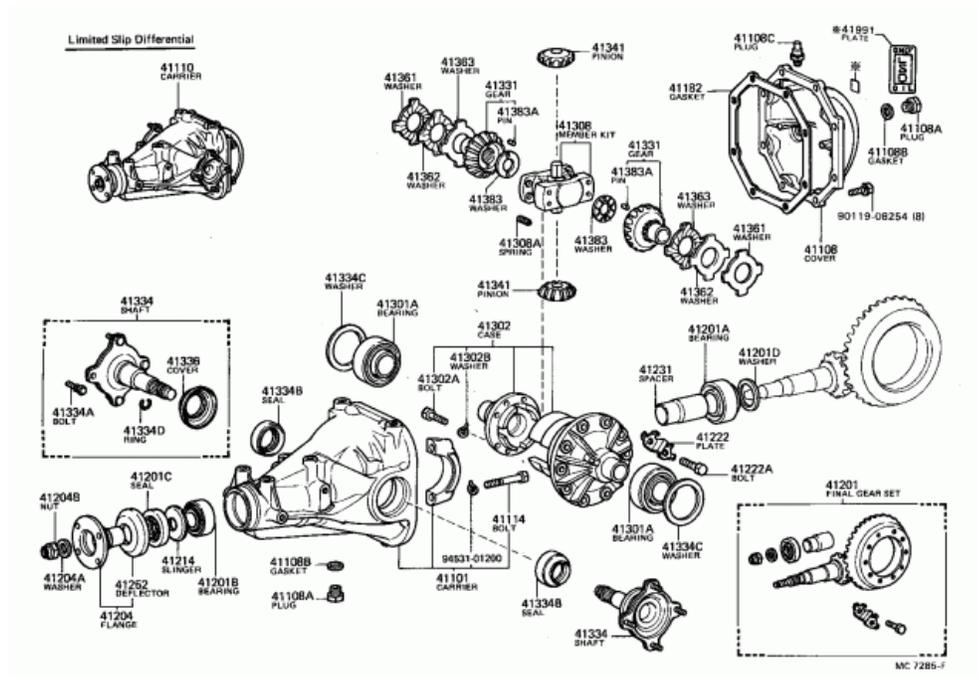
### 2.2.7 Sistem *Limited slip differential*

#### A. Definisi *Limited slip differential*



Gambar 2.22 Gardan *Limited slip differential*. (Juan Prasetyadi, 2017)

Tenaga yang dihasilkan dari sebuah mobil dengan torsi yang besar maka akan dibutuhkan juga *differential* dengan spek yang bagus. Salah satunya dengan adanya *Limited Slip Differential* (LSD). Tujuan penggunaan *LSD* ini adalah untuk menjaga torsi yang ke roda agar tetap sama ketika mobil melalui jalan yang jelek maupun jalan yang licin sehingga roda mobil tidak mengalami *slip*. Mobil dengan *LSD* cenderung memiliki traksi yang besar karena torsi yang ada semua bisa disalurkan ke roda tanpa *slip*.



Gambar 2.23 Komponen *Limited slip differential*. (Juan Prasetyadi, 2017)

Penggunaan *LSD* bisa diaplikasikan pada mobil dengan penggerak roda depan maupun dengan penggerak roda belakang. Pada mobil penggerak roda depan *LSD* ditempatkan pada *trans axle* sedangkan pada roda belakang *LSD* ditempatkan pada differentialnya.

Berdasarkan mekanismenya *LSD* dibagi menjadi 3 yaitu:

### 1. *Viscous LSD*

*Viscous LSD* menggunakan fluida untuk mengaktifkan fungsi *LSD*nya, yaitu apabila terdapat perbedaan putaran roda antara roda kanan dan kiri (putaran salah satu roda terlalu cepat) maka oli *LSD* akan mengental sehingga terjadi penguncian

pada poros yang berputar lebih cepat sehingga didapatkan putaran yang sama. Kekurangan dari *LSD* jenis ini yaitu kurang maksimal ketika mengatasi *slip*.

## **2. *Clutched LSD***

Pada *clutched LSD* bekerjanya berdasarkan putaran poros *axle*. Semakin cepat poros berputar maka plat yang menekan kampas *LSD* akan semakin keras. Pada *LSD* tipe ini mempunyai kelebihan bisa menahan *slip* dengan lebih baik tetapi memiliki kekurangan pada perawatannya karena kopling menjadi cepat aus.

## **3. *Geared LSD***

*LSD* dengan *gear* merupakan *LSD* yang paling baik karena mampu menahan *slip* dengan kuat dan bebas dari perawatan berkala. *LSD* jenis ini cocok untuk segala medan karena fungsinya langsung mengunci poros *axle* nya.