

## **BAB III**

### **PEMBAHASAN**

Kondisi dari suatu kendaraan tidak akan selamanya baik. Seiring dengan waktu maka kondisi kendaraan akan berangsur-angsur menurun atau bahkan mengalami kerusakan pada komponen-komponennya. Sehingga perawatan pada kendaraan sangatlah penting guna menjaga kondisi kendaraan agar tetap pada performa terbaiknya.

*Differential* tidak dapat dipisahkan dari kendaraan, karena *differential* merupakan bagian dari sistem pemindah daya (*power train*) yang berfungsi untuk meneruskan putaran dari *propeller shaft* ke *axle shaft* yang kemudian memutar roda-roda. Kondisi *differential* sangat penting mengingat fungsi dari *differential* itu sendiri. Oleh karena itu maka penulis akan membahas tentang " Analisis Sistem *Differential* Belakang pada Rancang Bangun Kendaraan Off Road Tipe Toyota FJ40".

#### **3.1 Analisis Differential**

##### **1. Keselamatan Kerja**

Sebelum melakukan pekerjaan pembongkaran *differential* ini, sebaiknya persiapkan keselamatan kerja. Salah satunya dengan memakai alat pelindung diri agar bisa terhindar dari kecelakaan kerja. Keselamatan kerja meliputi :

- a. Memakai pakaian kerja.
  - b. Memakai *safety shoes* untuk melindungi kaki dari kejatuhan benda.
  - c. Lingkungan serta perilaku bekerja yang aman, nyaman dan bersih.
- ##### **2. Peralatan yang digunakan untuk analisis sistem *differential***
- a. *Tool box* berisikan *tool set* standar, yang berisikan:
    - 1) Kunci pas (1 set)
    - 2) Kunci ring (1 set)
    - 3) Kunci *shock* (1 set)
    - 4) *Extension bar*
    - 5) *Ratchet*
    - 6) Stang *shock*
    - 7) *Flexible joint*

- 8) Palu besi dan palu plastik
  - 9) Tang
  - 10) Obeng standar (pipih)
  - 11) Obeng *phillip* (kembang)
- b. *Garage Jack (Crocodile Jack/dongkrak buaya)*
  - c. *Jack Stand*
  - d. *V-block*
  - e. *Dial Tester Indicator*
  - f. Jangka Sorong
  - g. *Feeler Gauge*
3. Tindakan Pencegahan
- a. Sebelum membongkar *differential*, bersihkan secara seksama dengan membersihkan pasir, lumpur atau benda asing yang ada. Hal ini akan membantu mencegah kontaminasi selama pembongkaran dan perakitan kembali.
  - b. Saat melepas penutup *differential* belakang atau *part* logam campuran lain, jangan mengungkitnya dengan obeng atau alat lain yang dapat menyebabkan kerusakan. Tetapi, ketuk *part* dengan palu plastik.
  - c. Selalu atur *part-part* yang dibongkar dengan urutan seperti saat dilepas dan lindungi dari benda asing.
  - d. Sebelum memasang setiap *part*, bersihkan secara seksama dan keringkan. Lalu berikan *hypoid gear oil* padanya. Jangan menggunakan bahan kimia *alkaline* untuk membersihkan *part-part* alumunium, *part-part* karet atau baut-baut set *ring gear*. Juga jangan menggunakan bensin putih atau oli pembersih lain untuk membersihkan *O-ring*, perapat oli atau *part-part* karet.
  - e. Lapisi permukaan licin dan *part-part* berputar dengan *hypoid gear oil*.
  - f. Jangan langsung menempatkan *part* di dalam ragum. Letakkan *plat-plat* alumunium diantara *part* dan ragum.
  - g. Berhati-hatilah untuk tidak merusak permukaan kontak kotak. Kerusakan seperti itu dapat menyebabkan kebocoran oli.
  - h. Sebelum memberikan *sealant*, bersihkan perapat oli yang tersisa dan bersihkan *part* yang akan disegel dengan menggunakan bensin putih.
  - i. Setelah menyegel *part-part*, jangan membiarkan oli mengalami kontak dengan perapat selama paling sedikit satu jam.

- j. Jangan membiarkan goresan pada *part* mengalami kontak dengan permukaan yang berperapat oli, dengan *o-ring* atau gasket. Goresan- goresan tersebut dapat mengarah pada kebocoran oli.
- k. Saat mengepaskan perapat oli, berhati-hatilah untuk tidak merusak bibir perapat oli dan batas keliling luarnya.
- i. Saat mengganti bantalan, ganti *race-race* dalam dan luar sebagai satu set. Setelah keselamatan kerja dan peralatan sudah siap, maka dilakukan pembongkaran pada sistem *differential*. Berikut adalah proses pembongkaran *differential*.

1. Mengendorkan mur pengunci roda belakang, kemudian mendongkrak kendaraan dan memasang *jack stand*. Membuka roda.
2. Memberi tanda pada kedua *flange*, kemudian melepaskan *propeller shaft* dari *differential*.
3. Mengeluarkan pelumas dari *differential*.
4. Melepas rem belakang, mengendurkan mur *rear axle*, kemudian melepas *rear axle shaft* dengan bantuan *sliding hammer*.
5. Mengendurkan mur pengunci *differential*, kemudian membuka *differential* Perhatikan tindakan pencegahan!

Kerusakan yang terjadi pada sistem *differential* umumnya ialah kebocoran dan juga terjadi bunyi gemuruh ketika kendaraan berjalan. Bila hal demikian terjadi, maka perlu dilakukan pembongkaran dan perbaikan seperlunya. Untuk menentukan apakah terjadi kerusakan pada sistem *differential*, maka harus dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu, berikut adalah prosesnya:

#### **1. Memeriksa keolengan *differential ring gear***

- a. Menggunakan *dial indicator* untuk mengukur keolengan *ring gear*. Keolengan maksimum: 0,07mm
- b. Apabila keolengan lebih besar daripada maksimum, ganti *ring gear* dengan yang baru.
- c. Hasil pengukuran: 0,03 mm

- d. Kesimpulan: keolengan *ring gear* masih dibawah keolengan maksimum, maka tidak perlu dilakukan penggantian pada *ring gear*.



*Gambar 3.1 Pengukuran Keolengan Differential Ring Gear*

*(Sumber: Toyota, 1965, hlm. 5-18)*

## **2. Memeriksa *differential ring gear backlash***

- a. Menggunakan *dial indicator* untuk memeriksa *backlash ring gear* Keolengan maksimum: 0,15 - 0,12 mm. Lakukan pengukuran pada 3 atau lebih posisi disekitar *preload* bantalan sisi.
- b. Apabila *backlash* tidak sesuai dengan spesifikasi, setel *preload* bantalan sisi atau perbaiki seperlunya.
- c. Hasil pengukuran: 0,06 mm
- d. Kesimpulan: keolengan *ring gear backlash* masih dibawah keolengan maksimum, maka tidak perlu dilakukan penyetelan *preload* bantalan sisi.



*Gambar 3.2 Pengukuran Differential Ring Gear Backlash*

*(Sumber: Toyota, 1965, hlm. 5-26)*

### 3. Memeriksa *side gear backlash*

- a. Mengukur *side gear backlash* dengan menggunakan *dial indicator*, ukur *side gear backlash* sambil menahan satu *pinion gear* ke arah kotak *differential*. *Backlash*: 0,02-0,20 mm.



Gambar 3.3 Mengukur *Side Gear Backlash*

(Sumber: Toyota, 1965, hlm. 5-12)

- b. Apabila *backlash* tidak sesuai dengan spesifikasi, pasang 2 *side gear washer* dengan ketebalan yang berbeda.
- c. Memasang *side gear thrust washer* pada *side gear*. Pilih 2 *thrust washer* yang akan memastikan bahwa *backlash* berada dalam rentang spesifikasi Ketebalan *washer*:

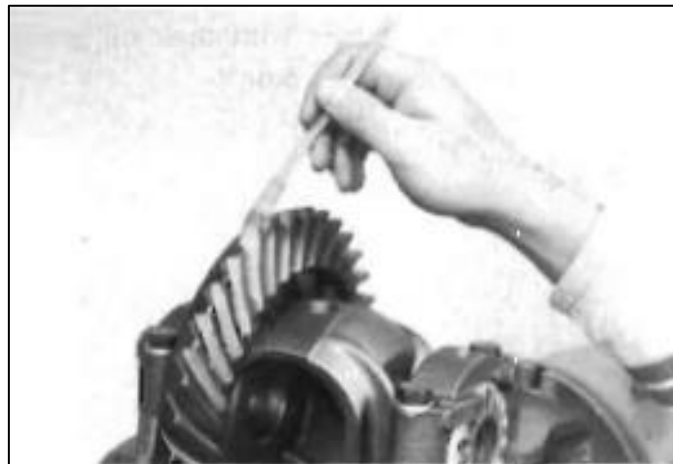
Tabel 3.1

Ketebalan *Side Gear Thrust Washer*

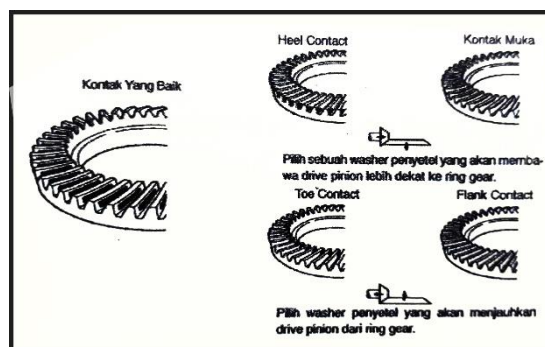
Ketebalan	Ketebalan
1.6 mm (0.065 in)	1.90 mm (0.075 in)
1.75 mm (0.069 in)	2.05 mm (0.081 in)

(Sumber: Toyota, 1965, hlm. 5-7)

- d. Hasil pengukuran: 0,07mm dan 0,06mm
  - e. Kesimpulan: keolengan *side gear backlash* masih dibawah keolengan maksimum, maka tidak perlu dilakukan penggantian pada *side gear thrust washer*.
- ### 4. Memeriksa kontak gigi antara *ring gear* dan *drive pinion*
- a. Melapisi 3-4 gigi pada 3 posisi yang berbeda di *ring gear* dengan *lead primer* merah.
  - b. Menahan *companion fange* dengan kuat dan putar *ring gear* ke kedua arah.
  - c. Memeriksa pola kontak gigi.



Gambar 3.4 Pemeriksaan Kontak Gigi Ring Gear dan Drive Pinion  
(Sumber: Toyota, 1965, hlm. 5-27)



Gambar 3.5 Kontak Ring Gear dan Drive Pinion  
(Sumber: Toyota, 1965, hlm. 5-27)

- d. Apabila gigi-gigi tidak mengalami kontak dengan baik, gunakan tabel berikut untuk memilih washer yang tepat untuk mengoreksi. Ketebalan *plate washer*:

Tabel 3.2

Ketebalan *Plate Washer Drive Pinion*

Ketebalan	Ketebalan
0.25 mm (0,0098 in)	2.87 mm (0,1130 in)
2.75 mm (0,1083 in)	2.90 mm (0,1142 in)
2.78 mm (0,1094 in)	2.93 mm (0,1154 in)
2.81 mm (0,1106 in)	2.96 mm (0,1165 in)
2.84 mm (0,1118 in)	2.99 mm (0,1177 in)

(Sumber: Toyota, 1965, hlm. 5-23)

- e. Hasil Pengamatan: Kontak *ring gear* dan *drive pinion* dalam keadaan baik maka tidak perlu dilakukan penggantian *plate washer drive pinion*

Setelah *differential* diperiksa kemudian diperbaiki pada komponen yang sudah tidak sesuai dengan spesifikasi, *differential* dirakit kembali. Pengecekan dilakukan kembali pada sistem *differential*, beberapa pengecekan kembali yang dilakukan yaitu pada momen pengencangan baut-baut, berikut adalah prosesnya:

1. Membuka pancangan *drive pinion*
2. Memeriksa *differential drive pinion preload*

Menggunakan kunci momen untuk mengukur *preload backlash* antara *drive pinion* dan *ring gear*. *Preload* (saat stari momen): 9 - 13 kg-cm



Gambar 3.6 Pemeriksaan Differential Drive Pinion Preload  
(Sumber: Toyota, 1965, hlm. 5-23)

3. Memeriksa total *preload*

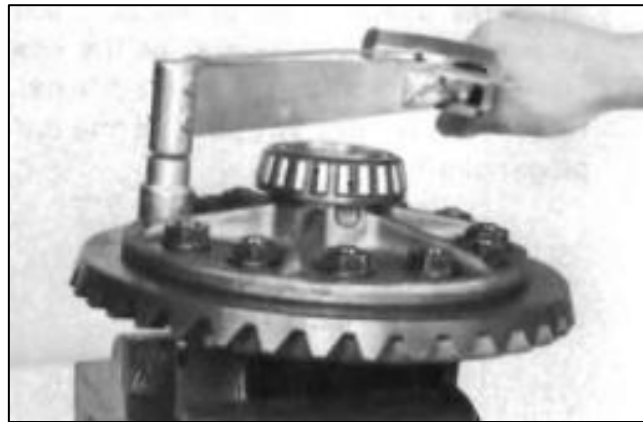
Menggunakan kunci momen untuk mengukur total *preload*. Total *preload* (saat start momen): *drive pinion preload plus*: 0,39-0,59 N.m (4-6 Kg-cm)



Gambar 3.7 Pemeriksaan Differential Drive Pinion Total Preload  
(Sumber: Toyota, 1965, hlm. 5-23)

4. Memancangkan mur *drive pinion* dengan menggunakan pahat dan palu, kemudian pancangkan mur *drive pinion*
5. Memeriksa kekencangan baut *ring gear*

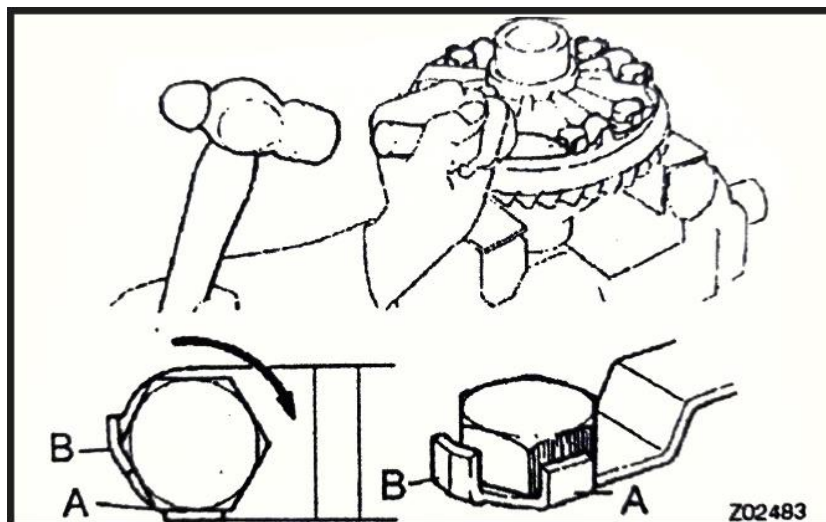
- a. Menggunakan kunci momen untuk mengukur kekencangan baut *ring gear* pada kotak *differential*. Momen: 10,5 - 12 Kg-cm Tanda pencocokkan



Gambar 3.8 Pemeriksaan Kekencangan Baut Ring Gear Pada Kotak Differential

(Sumber: Toyota, 1965, hlm. 5-21)

- b. Memeriksa *lock plate ring gear*, bila ada yang terbuka, maka pukul pengait berlabel A sehingga ia menjadi rata dengan permukaan datar baut. Pukul pengait berlabel B sehingga setengah pengait mengalami kontak dengan baut.



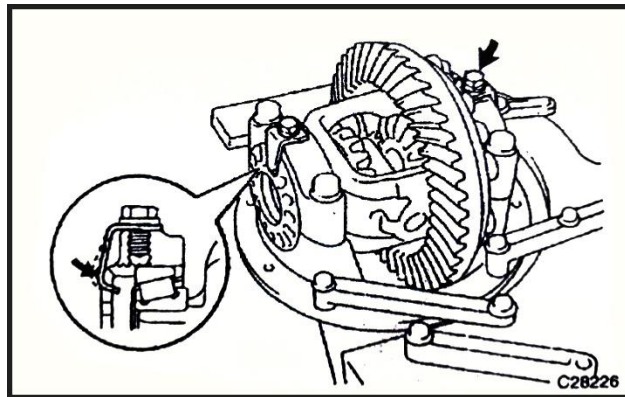
Gambar 3.9 Memasang Lock Plate Ring Gear

(Sumber: Septianto, 2004, hal 29-17)

6. Memeriksa mur pengunci mur penyetel bantalan *differential*
- a. Memeriksa 2 pengunci mur penyetel baru pada tutup bantalan. Momen: 13 N.m (130 Kgf.cm)



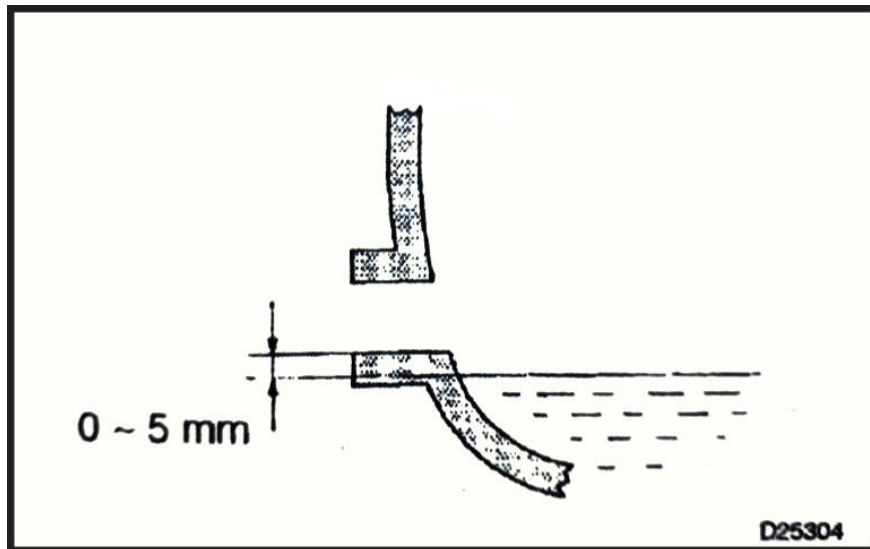
- b. Setelah mengencangkan baut, bengkokkan pengunci mur.



Gambar 3.10 Memasang Mur Pengunci Penyetel Bantalan Differential (Sumber: Septianto, 2004, hal 29-25)

Setelah semua baut diperiksa kembali momen pengencangannya, maka *differential* dipasangkan kembali pada kendaraan. Berikut langkah pemasangan *differential*.

1. Memasang *differential carrier*
  - a. Membersihkan permukaan kontak *differential carrier* dengan rumah axel.
  - b. Memasang gasket baru dan *differential carrier* dengan kesepuluh *washer* dan mur.  
Momen: 30 N.m (306 Kgf.cm)
2. Memasang kembali rear axle, kemudian kencangkan mur rear axle. Merakit kembali rem belakang.
3. Memasang kembali *propeller shaft*, sesuaikan posisinya sebagaimana sebelumnya ditandai.
4. Mengisi *differential* dengan *hypoid gear oil*.  
Viskositas oli : SAE 90  
Kapasitas : 2.4 liter atau sampai dengan permukaan oli berada diantara 0-5 mm dari posisi paling rendah di permukaan dalam pembukaan sumbat pengisi *differential*.



Gambar 3.11 Pemeriksaan Permukaan Oli Differential

(Sumber: Septianto, 2004, hal 29-3)

5. Memasang roda, mengencangkan mur pengunci roda belakang mendongkrak kendaraan, melepaskan *jack stand*, kemudian menurunkan kendaraan. mencangkan kembali mur pengunci roda.

### 3.2 Analisis Gangguan

Gangguan pada *differential* biasanya ditandai dengan adanya suara pada bagian belakang kendaraan. Biasanya suara yang ditimbulkan oleh malfungsi *differential* berupa suara gemuruh ketika kendaraan berjalan. Suara gangguan pada *differential* kadang timbul dalam kondisi-kondisi tertentu, diantaranya:

2. Bunyi pada saat kendaraan berjalan lurus
3. Bunyi pada saat kendaraan berbelok.
4. Bunyi pada saat kendaraan berakselerasi ataupun deselerasi.

Hal tersebut diatas terjadi akibat dari komponen-komponen *differential* yang telah mengalami kerusakan. Umumnya komponen yang mengalami kerusakan ialah: *ring gear*, *drive pinion*, *side gear*, *pinion gear* dan *pinion shaft*.

1. *Drive pinion* dan *ring gear*

*Drive pinion* berfungsi meneruskan putaran dari *propeller shafi* ke *ring gear*. Perkaitan antara *drive pinion* dan *ring gear* akan menghasilkan perbandingan gigi dari *differential* (*gear ratio differential*).

*Ring gear* terletak pada *differential case* diputar oleh *drive pinion*. *Ring gear* yang baik dapat memindahkan putaran dari *drive pinion* dengan lembut dan halus, tidak timbul hentakan ataupun suara. Perkaitan yang tidak baik akan menimbulkan suara yang lebih terasa disaat kendaraan berjalan pada jalan yang lurus.

Biasanya kerusakan yang terjadi pada *drive pinion* dan *ring gear* ialah giginya patah atau *runout* nya sudah lebih dari spesifikasi yang ditentukan. Kerusakan pada *part* ini dapat dirasakan ketika kendaraan baru mulai berjalan, ataupun terasa saat kendaraan melakukan akselerasi dan deselerasi saat kendaraan berjalan lurus. Ketidak normalan yang terasa ialah timbulnya suara dan hentakan yang kasar.

## 2. *Side gear* dan *pinion gear*

Jalan lurus membuat kedua buah *side gear* menerima tahanan yang sama, sehingga *pinion gear* tidak bergerak. Akan tetapi ketika kendaraan berbelok, *side gear* akan menerima tahanan yang berbeda dan menyebabkan *pinion gear* pun berputar.

Kerusakan biasanya terjadi akibat keausan ataupun celah yang terbentuk antara *side gear* dan *pinion gear* bertambah besar. Hal ini mengakibatkan adanya suara dari *differential*. Biasanya terdengar makin keras ketika kendaraan berbelok, yaitu ketika *pinion gear* berputar mengitari *side gear* dan *side gear* berputar lebih cepat.

### 3.3 Faktor Penyebab Dan Pemecahan Masalah

Kerusakan pada *differential* akan mengganggu performa kendaraan tersebut. Selain itu juga akan mengganggu kenyamanan serta keamanan berkendara. Seperti kita ketahui, medan jalan di Indonesia ini umumnya berkelok dan menanjak. Selain itu juga kondisi jalan saat ini banyak yang rusak. Oleh karena itu kondisi sistem *differential* menjadi sangat penting dalam rangka menjaga performa kendaraan. Untuk menghindari permasalahan yang biasa terjadi pada *differential* maka perawatan wajib dilakukan.

Minyak pelumas merupakan hal yang paling utama dalam sistem *differential*. Minyak pelumas membantu mengurangi gesekan yang terjadi pada sistem *differential*. Pengecekan minyak pelumas dapat dilakukan dengan cara membuka baut pengisi *differential* lalu memasukkan jari tangan kedalamnya. Permukaan pelumas didalam *differential* harus berada diantara 0 - 5 mm dari posisi paling rendah di permukaan dalam pembukaan sumbat pengisi *differential*.

Kualitas pelumas juga merupakan faktor penting selain kuantitas pelumas. Pelumas yang sudah lama tidak diganti akan menurun kemampuan lubasnya. Kebanyakan pengendara awam lalai dalam hal penggantian pelumas *differential*. Waktu penggantian pelumas *diferential* ini merujuk pada manual book kendaraan tersebut.

Kebocoran pada *differential* juga turut menjadi faktor penyebab masalah. Kebocoran yang terjadi pada sistem *differential* lambat laun akan membuat kuantitas pelumas dalam *differential* akan berkurang. Apabila tidak segera diperbaiki maka akan menyebabkan kenusakan lebih lanjut pada sistem *differential* dikarenakan kekurangan pelumas.

### 3.4 Pengujian Akhir

Pengujian akhir yaitu pengujian performa kendaraan sebagai perbandingan dari analisa yang penulis lakukan pada saat pengujian statis. Pengujian akhir berupa *test drive* kemudian dilakukan pengecekan pada *differential*. Setelah dilakukan *test drive*, tidak ada kebocoran pelumas dan bunyi gemuruh pada *differential*.

### 3.5 Analisa Perhitungan

Spesifikasi dan Data Umum Toyota

Tabel 3.3

Spesifikasi Umum *Differential*

<i>Differential</i>	Spesifikasi
Final Drive gear type	<i>Hypoid gear</i>
Reduction ratio	5,286
<i>Differential gear type</i>	<i>Straight Bevel Gear</i>
<i>Ring gear</i>	37 ( $Z_1$ )
<i>Drive pinion</i>	10 ( $Z_2$ )
<i>Side Gear</i>	16
<i>Drive pinion</i>	20
Kapasitas Oli	2,4 liter

a. Gear Ratio (GR) = Perbandingan gigi

$$GR = \frac{\text{Jumlah gigi ring gear}}{\text{Jumlah gigi drive pinion}}$$

$$GR = \frac{37}{10} \\ = 3,7$$

Gear Ratio menunjukkan angka 3,7 rpm artinya adalah untuk memutar 1 putaran penuh *ring gear* (*input*) maka membutuhkan 3,7 kali putaran *drive pinion* (*output*). sehingga momen yang dihasilkan pada poros *output* tersebut 3,7 kali lebih besar dibandingkan dengan momen pada poros *input*, namun kecepatan putaran poros *input* lebih lambat 3,7 kali dari kecepatan poros *output*.

A. Dasar Perhitungan Untuk Kerja Differential

1. Data Pengukuran:

Tabel 3.4

Hasil pengukuran *Drive Pinion Differential*

<i>Drive Pinion Gear</i>	$X_1$ (Cm)	$X_2$ (Cm)	$X_3$ (Cm)	$\bar{X}$ (Cm)
A	6,74	6,74	6,75	6,74 $D_{APG}$
B	9,40	9,38	9,39	9,39 $D_{BPG}$
C	4,07	4,09	4,07	4,08 $D_{CPG}$

Keterangan :  $X_1$  = Pengukuran pertama

$X_2$  = Pengukuran kedua

$X_3$  = Pengukuran ketiga

$\bar{X}$  = Rata-rata pengukuran

Tabel 3.5

Hasil pengukuran *Ring Gear*

<i>Ring Gear</i>	$X_1$ (Cm)	$X_2$ (Cm)	$X_3$ (Cm)	$\bar{X}$ (Cm)
A	22,72	22,70	22,71	22,71 $D_{ARG}$
B	22,51	22,50	22,50	22,50 $D_{BRG}$
C	2,65	2,63	2,64	2,64 $D_{CRG}$

Tabel 3.6

Hasil pengukuran *Side Gear Kanan*

<i>Ring Gear</i>	$X_1$ (mm)	$X_2$ (mm)	$X_3$ (mm)	$\bar{X}$ (mm)
A	40,30	40,30	40,20	40,27 $D_{ARGK}$
B	91,80	91,70	91,80	91,77 $D_{BRGK}$
C	16,60	16,60	16,70	16,63 $D_{CRGK}$

Tabel 3.7

Hasil pengukuran *Side Gear Kiri*

<i>Ring Gear</i>	$X_1$ (Cm)	$X_2$ (Cm)	$X_3$ (Cm)	$\bar{X}$ (Cm)
A	40,20	40,30	40,30	40,27

B	91,70	91,80	91,80	91,77
C	16,60	16,70	16,60	16,63

Tabel 3.8

Hasil pengukuran *pinion gear kanan*

<i>Ring Gear</i>	$X_1$ (mm)	$X_2$ (mm)	$X_3$ (mm)	$\bar{X}$ (mm)
A	48,60	48,60	48,60	48,60
B	60,40	60,40	60,41	60,40
C	17,20	17,20	17,20	17,20

Tabel 3.9

Hasil pengukuran *pinion gear kiri*

<i>Ring Gear</i>	$X_1$ (Cm)	$X_2$ (Cm)	$X_3$ (Cm)	$\bar{X}$ (Cm)
A	48,60	48,60	48,60	48,60
B	60,40	60,40	60,41	60,40
C	17,20	17,20	17,20	17,20

## 2. Pengolahan Data

### a. Perhitungan Putaran Pada *Differential*

#### 1) Kendaraan Saat Belok Kiri

$$\text{Rpm ring gear} = \frac{N_{31} + N_{32}}{2} \quad (\text{Untung, Sunarto Halim: 3})$$

Keterangan :  $N_{31}$  = Jumlah Putaran *Differential Side Gear* Kiri (rpm)

$N_{32}$  = Jumlah Putaran *Differential Side Gear* Kanan (rpm)

$N_1$  = Jumlah Putaran *ring gear* (rpm)

Apabila ring gear ( $N_1$ ) berputar satu kali putaran maka :

$$N_1 = \frac{N_{31} + N_{32}}{2}, \text{ Karena } N_1 \text{ kali putaran dan } N_{32} = 2 \times N_1$$

$$\text{Jadi, } 1 = \frac{N_{31} + (2N_1)}{2}$$

$$2 = N_{31} + 2$$

$N_{31} = 0$  (diam), artinya pada saat kendaraan belok ke kiri *differential side gear* kiri diam ( $N_{31} = 0$ ) dan *differential side gear* kanan putaran dua kali lebih banyak dari putaran *ring gear* ( $N_{32} = 2$ ).

2) Kendaraan saat belok kanan

$$N_1 = \frac{N_{31} + N_{32}}{2}, \text{ Karena } N_1 = \text{ dan } N_{31} = 2 \times N_1$$

$$\text{Jadi, } 1 = \frac{2N_1 + (N_{32})}{2}$$

$$2 = 2 + N_{32}$$

$N_{32} = 0$  (diam), kebalikan di atas.

**b. Perhitungan momen pada differential**

Data dari spesifikasi :

$$\text{Rpm maksimum} = 3600 \text{ rpm} / 128,18 \text{ hp}$$

$$\text{Rpm idle} = 750 \text{ rpm}$$

$$\text{Rpm drive pinion gear} = 3600 \text{ rpm}$$

$$\text{Rpm ring gear} = 945 \text{ rpm}$$

$$\text{Rpm side gear} = 945 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{Rpm side gear kiri belok kanan} &= 2 \text{ kali rpm ring gear} = 945 \times 2 = \\ &1890 \text{ rpm} \end{aligned}$$

**c. Drive pinion gear**

1) Momen puntir maksimum pada drive pinion gear

$$M_p = 71620 \cdot \frac{N}{n} \text{ (Kg.cm)}$$

$$= 71620 \cdot \frac{128,18}{3600} = 2550,07 \text{ Kg.cm}$$

2) Momen tahanan puntir pada drife pinion gear

$$d = \left( \frac{D_{APG} + D_{BPG}}{2} \right) D_{APG} \text{ dan } D_{BPG} \text{ Lihat Tabel 3.4}$$

$$= \left( \frac{6,74 + 9,39}{2} \right) = 8,065 \text{ Cm}$$

$$W_p = 0,2 \cdot d^3$$

$$= 0,2 \times 8,065^3 = 104,92 \text{ Cm}^3$$

3) Tegangan puntir drife pinion gear

$$\sigma_p = \frac{M_p}{W_p} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$= \frac{2550,07}{104,92} = 24,30 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$\sigma_p$  dibandingkan  $\bar{\sigma}_p$  dari bahan.

**d. Ring gear**

- 1) Momen puntir maksimum pada *ring gear*

$$M_p = 71620 \cdot \frac{N}{n} \text{ (Kg.cm)}$$
$$= 71620 \cdot \frac{128,18}{945} = 9714,55 \text{ Kg.cm}$$

- 2) Momen tahanan puntir pada *ring gear*

$$W_p = 0,2 \cdot d^3$$
$$d = \left( \frac{D_{ARG} + D_{BRG}}{2} \right) D_{ARG} \text{ dan } D_{BRG} \text{ Lihat Tabel 3.5}$$
$$d = \frac{22,71 + 21,50}{2} = 22,105 \text{ cm}$$

$$W_p = 0,2 \cdot d^3$$
$$= 0,2 \cdot 22,105^3 = 2160,24 \text{ cm}^3$$

- 3) Tegangan puntir *ring gear*

$$\sigma_p = \frac{M_p}{W_p} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$
$$= \frac{9714,55}{2160,24} = 4,5 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$\sigma_p$  dibandingkan  $\bar{\sigma}_p$  dari bahan.

**e. Momen puntir pada saat belok kiri atau kanan**

$$M_p = 71620 \cdot \frac{N}{N_{32}} \text{ (Kg.cm)}$$
$$= 71620 \cdot \frac{128,18}{1890} = 4857,28 \text{ Kg.cm}$$

**f. Momen tahanan puntir pada *side gear* kiri atau kanan**

$$W_p = 0,2 \cdot d^3$$
$$d = \left( \frac{D_{ARGK} + D_{BRGK}}{2} \right) D_{ARGK} \text{ dan } D_{BRGK} \text{ Lihat Tabel 3.6}$$
$$d = \frac{40,27 + 91,77}{2} = 66,02 \text{ cm}$$

$$W_p = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 66,02^3 = 57551,49 \text{ cm}^3$$

**g. Tegangan puntir *side gear***

$$\sigma_p = \frac{M_p}{W_p} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$



$$= \frac{4857,28}{57551,49} = 0,09 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$\sigma_p$  dibandingkan  $\bar{\sigma}_p$  dari bahan.

**h. Gaya aksial pada *drive pinion gear***

$$N = \frac{P_0 \cdot n}{75} \text{ Kg.m/detik}$$

$$P_0 = \frac{N \cdot 75}{n} \text{ (Kg)}$$

Dimana ;  $N = 128,18 \text{ Hp} \times 75 = 9613,5 \text{ Kg.m/detik}$

$n = \text{rpm (maksimum)} = 3600 \text{ rpm}$

Maka

$$P_0 = \frac{N \cdot 75}{n} \text{ (Kg)}$$

$$= \frac{9613,5 \cdot 75}{3600} = 200,28 \text{ Kg}$$

**i. Tekanan bidang *drive pinion***

$$K = \frac{P_0}{1_0 \cdot d_0} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Dimana ;  $K = \text{Tekanan bidang } \textit{drive pinion} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$

$1_0 = D_{CPG} \text{ (lihat table 3.4) (cm)}$

$d_0 = \text{diameter poros } \textit{drive pinion} \text{ (cm)}$

Maka,

$$K = \frac{P_0}{1_0 \cdot d_0} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$= \frac{200,28}{4,08 \cdot 3,025} = 16,23 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

**j. Putaran yang hilang pada *differential***

Tabel 3.10

Pemeriksaan *backlash ring gear*

Spesifikasi	Hasil pengukuran
Backlash ring gear: 0,13 – 0,18 mm	2,24 mm

*Backlash* yang melebihi standar tersebut akan mengakibatkan pengaruh gaya aksial yang berlebihan. Oleh karena itu, digunakan shim penyatel *drive pinion gear* sebesar 2,24 mm. Penambahan shim tersebut akan mempengaruhi tap, yaitu:

$$= D_{CPG} \text{ (lihat table 3.2) } + \dots \text{ cm} = \dots \text{ cm.}$$

$$= 4,080 + 0,0224 = 4.1024 \text{ cm} \quad (l_o = 4.1024 \text{ cm})$$

Jadi, perhitungan tekanan bidang yang ditimbulkan *drive pinion gear* adalah:

$$K = \frac{P_0}{1_0 \cdot d_0} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$
$$= \frac{200,28}{4,1024 \cdot 3,025} = 16,14 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Berdasarkan harga k di atas, maka selisih tekanan bidang adalah 0,09 (Kg/cm<sup>2</sup>). Oleh karena ada *backlash* 0,224 mm yang menimbulkan gaya aksial berlebihan sehingga perkaitan *drive pinion* dan *ring gear* tidak merata.

Dengan keadaan tersebut, maka pengaruh terhadap putaran, yaitu :

$$\frac{x}{K_2} \times 100\% = Y \%$$

$$\frac{0,09}{16,14} \cdot 100\% = 55,762\%$$

Dengan demikian kehilangan putaran dari putaran maksimum adalah:

$$\frac{Y}{100} \times 3600 = \text{rpm.}$$

$$\frac{55,762}{100} \cdot 3600 = 2007,432 \text{ rpm.}$$