

### **BAB III**

## **PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS SISTEM *CLUTCH* TOYOTA DYNA 14B**

### **A. Tempat Dan Objek Analisis**

Tempat penulis melakukan analisis sistem *clutch* pada unit rancang bangun kendaraan *offroad* Toyota Hardtop FJ40, sebagai salah satu syarat penyelesaian Tugas Akhir adalah Work Shop Otomotif Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia. Jl. Dr. Setiabudhi No 207. Bandung.



**Gambar 3.1.** *Work Shop Otomotif UPI*

## B. Spesifikasi Kendaraan Toyota FJ40



**Gambar 3.2** Toyota FJ40

### 1. Dimensi Kendaraan

Panjang	: 3840 mm
Lebar	: 1666 mm
Tinggi	: 2000 mm
Jarak sumbu roda	: 2285 mm
Jarak pijak depan	: 1460 mm
Jarak pijak belakang	: 1440 mm

### 2. Berat

Berat kosong	: 1480 kg
Berat depan	: 1260 kg
Berat belakang	: 840 kg
Berat berpenumpang (asumsi)	: 3100 kg
Berat depan + penumpang	: 1660 kg

Rizaludin, 2019

*ANALISIS SISTEM CLUTCH PADA RANCANG BANGUN KENDARAAN OFFROAD  
TOYOTA 14B*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Berat belakang + penumpang : 1440 kg

### 3. *Engine*

Model : Toyota 14B

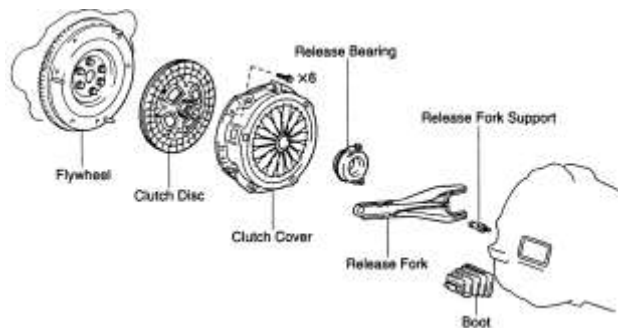
Diameter x Langkah : 102 X 112

Isi Silinder : 3,660 cc

Tenaga : 98 hp (72 kW) @3400rpm

Torsi : 177 lb·fts (240N·m) @  
1800 rpm

### C. Prosedur Pembongkaran Sistem *Clutch*



**Gambar 3.3** Rangkaian *Clutch*

(Sumber : <http://repairguide.autozone.com/>)

#### a. *Clutch Housing*

- Prosedur pertama yang dilakukan ketika akan membongkar sistem *clutch* adalah melepaskan *clutch housing* yang menyatu dengan komponen sistem transmisi.

#### b. *Boot Release Fork*

Rizaludin, 2019

ANALISIS SISTEM CLUTCH PADA RANCANG BANGUN KENDARAAN OFFROAD  
TOYOTA 14B

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Kemudian setelah *clutch housing* terpisah, selanjutnya melepaskan *boot release fork*.

**c. Release Fork**

- Kemudian melepaskan *release fork* dari poros *input* transmisi dan *release fork support* pada *clutch housing*.

**d. Release Bearing**

- Selanjutnya melepaskan *release bearing* dari *release fork*.

**e. Cover Clutch**

- Kemudian setelah komponen *clutch* yang berada di *clutch housing* terlepas, selanjutnya membongkar tutup *clutch* (*cover clutch*) yang menempel pada permukaan *flywheel*, kemudian melepaskan baut yang mengikat tutup *clutch* secara menyilang.

**f. Disk Clutch**

- Setelah tutup *clutch* terlepas, maka komponen *disk clutch* juga akan ikut terlepas karena posisi *disk clutch* dihimpit oleh tutup *clutch* dan *flywheel*.

**g. Flywheel**

- Setelah semua komponen *clutch* yang menempel pada permukaan *flywheel* dilepaskan, selanjutnya *flywheel* dilepaskan dengan melepaskan 6 baut secara menyilang.

**D. Prosedur Pemeriksaan Pada Sistem Clutch**

**a. Cover Assy Clutch**

- 1). Pemeriksaan permukaan *pressure plate* pada *clutch cover assy* dari goresan, retak, dan perubahan warna.

2). Pemeriksaan permukaan *pressure plate* pada *clutch cover assy* (bagian pegas diaphragma) dari aus, karat, dan patah.



**Gambar 3.4.** *Cover Clutch*

**b. *Disk Assy Clutch***

1). Pemeriksaan *Disk Clutch Assy* dari aus dan *Run Out*.

Limit diijinkan : Batas Aus = 0,3 mm (kedalaman rivet)

: Batas *Run Out Lateral* = 0,1 mm



**Gambar 3.5.** *Disk Clutch*

**c. *Release Bearing Hub***

Pemeriksaan pada *release bearing* pastikan tidak terdapat gesekan yang *abnormal* yang membuat putaran menjadi berat, pemeriksaan dengan cara diputar memberikan gaya dengan arah *axial*.

- 1). Pemeriksaan permukaan *release bearing* yang berhubungan dengan clip dan bagian luncur pada rumah, dari adanya kerusakan atau keausan.



**Gambar 3.6.** *Release Bearing*

**d.** *Flywheel*

- 1). Pemeriksaan pada permukaan *flywheel* dari keolengan.

Limit diijinkan : 0.30 mm



**Gambar 3.7.** *Flywheel*

**E. Prosedur Pemasangan Sistem Clutch**

**a.** *Flywheel Sub Assy*

- 1) Memasang *flywheel sub assy* ke *engine assy*
- 2) Menggunakan SST untuk memudahkan pengencangan baut *flywheel*.

Rizaludin, 2019

**ANALISIS SISTEM CLUTCH PADA RANCANG BANGUN KENDARAAN OFFROAD  
TOYOTA 14B**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- 3) Mengencangkan baut dalam urutan seperti dalam gambar yang ditunjukkan.



**Gambar 3.8.** *Flywhwheel*

**b.** *Release Fork, release bearing, dan klip*

- 1) Memberi sedikit lapisan EP *grease* pada *release fork* dan seluruh permukaan *sliding* sekeliling *bearing assy*.



**Gambar 3.9.** *Release Fork dan Release Bearing*

**c.** *Disk Clutch dan Cover Clutch Assy*

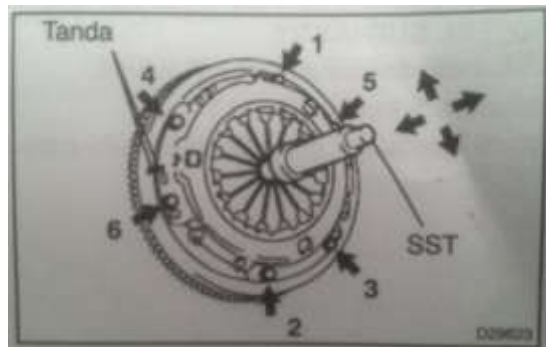
Rizaludin, 2019

**ANALISIS SISTEM CLUTCH PADA RANCANG BANGUN KENDARAAN OFFROAD  
TOYOTA 14B**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



- 1) Memberi pelumasan dengan mengoleskan sedikit *grease clutch* ke bagian dalam *clutch hub* (bagian *spline*) pada *disk assy*.
- 2) Kemudian dengan menggunakan SST pasang *disk clutch* dan *cover clutch* pada *flywheel*, penggunaan SST ketika pemasangan bertujuan agar *center* dan nantinya poros *input* transmisi mudah masuk melewati *cover clutch* dan *disk clutch*.



**Gambar 3.10.** Pemasangan *disk clutch* dan *cover clutch*

#### F. Hasil Pengukuran Pada Sistem *Clutch*

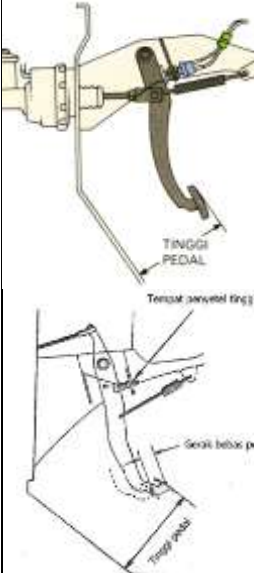
Pada **tabel 3.1.** dibawah ini dijelaskan hasil pemeriksaan dan pengukuran pada sistem *clutch* Toyota Dyna 14B.



**Tabel 3.1.** Hasil Pengukuran



Rizaludin, 2019



**ANALISIS SISTEM CLUTCH PADA RANCANG BANGUN KENDARAAN OFFROAD TOYOTA 14B**



Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu


No	Gambar Komponen	Standarisasi i Spesifikasi	Hasil Pemeriksaan dan Pengukuran	Keterangan
1	<p data-bbox="308 359 442 383">Pedal <i>clutch</i></p> 	<p data-bbox="561 359 695 518">Tinggi pedal <i>clutch</i> (177,6 mm)</p> <p data-bbox="561 869 695 1029">Gerak bebas pedal <i>clutch</i> (3-30)</p>	<p data-bbox="717 406 818 430">175 mm</p> <p data-bbox="717 821 796 845">30 mm</p>	<p data-bbox="910 359 1120 430">Baik, sesuai dengan kendaraan</p>

2	<p>Master silinder</p>  <p><i>clutch</i></p>	Tidak terdapat cacat atau kebocoran fluida.	Kondisi masih baik (OK) tidak ada kebocoran, diameter piston 15,5 mm	Diperiksa secara vis
3	<p>Release silinder <i>clutch</i></p> 	Tidak terdapat cacat atau kebocoran fluida.	Kondisi masih baik (OK) tidak ada kebocoran, diameter piston 25,5 mm	Diperiksa secara vis
4	<p><i>Clutch orifice assy</i></p>	Tidak terdapat	Kondisi masih baik (OK)	Diperiksa secara vis

		cacat atau kebocoran fluida.	tidak ada kebocoran.	
5	Pipa dan selang saluran fluida <i>clutch</i> 	Tidak terdapat cacat atau kebocoran fluida.	Kondisi masih baik (OK) tidak ada kebocoran.	Diperiksa secara vis
6	Roda penerus <i>/flywheel</i>	Pemeriksaan permukaan <i>flywheel</i>	Kondisi rusak, permukaan <i>flywheel</i> terdapat	Diperiksa secara vis menggunakan alat s <i>Dial Indicator, Fee</i> dan mistar.

		dari cacat, keolengan. <i>Limit</i> keolengan 0.30 mm	banyak retakan, keolengan diperoleh 0.40 mm	
7	Plat <i>clutch</i> ( <i>clutch disc</i> )  	Batas aus : 0.3 mm (kedalaman rivet) batas oleng lateral 0.1 mm	Kondisi masih baik (OK) ketebalan 0.5 mm dari 0.8 mm, jumlah keling 32 buah, pegas peredam 4 buah, keolengan dibawah 0.1 mm	Plat <i>clutch</i> dalam keolengan 0.3 mm. Pengukuran menggunakan Dial Indicator dan Sorong atau Vernier
8	Tutup <i>Clutch</i> ( <i>cover clutch</i> )	Tidak terdapat cacat,	Kondisi rusak, (harus dilakukan	Kondisi <i>cover clutch</i> keadaannya bekas pemeriksaan menggunakan

		retak, dan perubahan warna pada plat penekan. Pegas diaphragma tidak aus, karat dan rusak. <i>Limit : 0.5 dalam : 0.6 lebar</i>	perbaikan) Kondisi plat penekan tidak rata, pegas diaphragma mengalami keausan melebihi batas maksimum.	<i>vernier caliper</i> dan <i>dial indicator</i>
9	<i>Release Bearing</i> 	Pastikan tidak ada tahanan <i>abnormal</i> pada saat diputar.	Kondisi masih baik (OK)	Kondisi release bearing dalam keadaan bekas pem...
10	<i>Fork release clutch</i>	Pastikan tidak ada kerusakan pada garfu	Kondisi masih dalam keadaan baik (OK).	Pemeriksaan dilakukan secara visual.

		<p>pembebas. Kemudian lakukan pelumasan menggunakan gemuk.</p>		
--	---	--	--	--

### G. Perhitungan Dalam Sistem *Clutch*

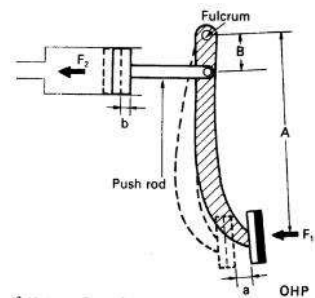
Perhitungan-perhitungan yang terdapat pada sistem *clutch* yaitu sebagai berikut :

#### 1. Perhitungan Tekanan Hidrolik

a. Mencari *output* pedal ( $F_2$ ) *clutch* dimana :

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{A}{B}$$

Dimana :



$F_2 = F_c = \text{Output Pedal Clutch (kg)}$

$F_1 = \text{Gaya yang menekan pedal}$

$\text{clutch (kg)}$

$A/B = \text{Perbandingan tuas pedal clutch}$

Dari hasil pengukuran terhadap pedal *clutch* kendaraan *off road* Toyota FJ40 diketahui bahwa perbandingan panjang pedal *clutch* adalah : 6 : 1. Angka tersebut didapat dari panjang  $A = 420 \text{ mm}$  dan panjang  $B = 70 \text{ mm}$ .

Penulis mengambil besarnya gaya yang menekan pedal *clutch* ( $F_1$ ) adalah = 20 kg.

Maka :

$$\begin{aligned} F_2 &= F_1 \cdot \frac{A}{B} \\ &= 20 \cdot 6 \\ &= 120 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan momen puntir

Diketahui sesuai spesifikasi Toyota Dyna 14B :

Daya *engine* maksimum (P) = 98 PS  $\Rightarrow 98 \times 0,735 = 72,03 \text{ kW}$

Putaran Maksimum (n) = 3400 rpm

Faktor Koreksi ( $f_c$ ) = di ambil 1, karena untuk daya maksimum  $f_c$  yang diketahui = 0,8 – 1,2 (Sularso, 1978. Hlm : 7)

$$\begin{aligned} P_d &= P \times f_c \\ &= 72,03 \times 1 \\ &= 72,03 \text{ kW} \end{aligned}$$

Jadi, besarnya momen puntir yang dapat dihitung seperti dibawah :

$$\begin{aligned} T_p &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{P_d}{n} \text{ (kg.mm)} \\ T_p &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{72,03}{3400} \\ &= 974000 \cdot 0,021 \\ &= 20,454 \text{ kg.mm} \\ &= 204,54 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Jadi, momen puntir (T) yang terjadi pada saat daya maksimum pada *clutch disc* adalah : 204,54 kg.cm

## 3. Perhitungan luas penampang bidang gesek (A)

Dimana :

$$D_1 = 25 \text{ cm}$$

$$D_2 = 15 \text{ cm}$$

Maka :

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{3,14}{4} \cdot (25^2 - 15^2) \\
 &= 0,785 (625-225) \\
 &= 0,785 \cdot 400 \\
 &= 314 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Jadi luas penampang bidang gesek adalah 314 cm<sup>2</sup>

Karena permukaan bidang gesek plat *clutch* terdiri dari dua bagian, maka untuk mencari luas permukaan total bidang gesek tinggal dikalikan dua.

$$\begin{aligned}
 A_{\text{tot}} &= A \cdot 2 \\
 &= 314 \cdot 2 \\
 &= 628 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan perhitungan di atas, maka luas permukaan bidang gesek total *clutch disc* adalah : 628 cm<sup>2</sup>

#### 4. Perhitungan jari-jari rata-rata bidang gesek pada *clutch*

Diketahui :

$$D_1 = 25 \text{ cm}$$

$$D_2 = 15 \text{ cm}$$

Besarnya jari-jari rata-rata dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 r_m &= \frac{(D_1 + D_2)}{4} \\
 &= \frac{(25 + 15)}{4} \\
 &= \frac{40}{4} \\
 &= 10 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jadi, besarnya jari-jari rata-rata pada bidang gesek *clutch disc* adalah 10 cm

#### 5. Perhitungan gaya tekan aksial pada bidang gesek

Diketahui :

$$D_1 = 25 \text{ cm}$$

$$D_2 = 15 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$F_c = 120 \text{ kg}$$

Besarnya gaya yang menimbulkan tekanan dapat dicari dengan persamaan dibawah ini :

$$F_a = P \cdot \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

Sebelumnya, untuk mencari harga P , menggunakan persamaan di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 F_c &= P \cdot A &&= \frac{120}{628} \\
 P &= \frac{F_c}{A} &&= 0,19 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Setelah mengetahui harga dari tekanan rata-rata (P) pada bidang gesek, maka gaya yang menimbulkan tekanan dapat diketahui dengan mensubstitusi harga (P) ke dalam persamaan dibawah :

$$\begin{aligned} F_a &= P \cdot \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \\ &= 0,19 \cdot \frac{3,14}{4} (25^2 - 15^2) \\ &= 0,19 \cdot \frac{3,14}{4} (625 - 225) \\ &= 0,19 \cdot 0,785 \cdot 400 \\ &= 59,66 \text{ kg.cm}^2 \end{aligned}$$

Jadi, besarnya gaya tekan yang menimbulkan tekanan ( $F_a$ ) pada bidang gesek *clutch disc* adalah 59,66 kg.cm<sup>2</sup>

6. Perhitungan gaya gesek yang terjadi pada bidang gesek

Gaya gesek yang terjadi pada bidang gesek dapat diketahui dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$F_f = F_a \cdot \mu$$

Diketahui :

$$F_a = 59,66 \text{ kg.cm}^2$$

$$\mu = 0,35$$

Maka :

$$\begin{aligned} F_f &= 59,66 \cdot 0,35 \\ &= 20,88 \text{ kg.cm}^2 \end{aligned}$$

Jadi besarnya gaya gesek yang terjadi pada bidang gesek adalah sebesar : 20,88 kg.cm<sup>2</sup>

7. Perhitungan momen puntir yang diteruskan bidang gesek

$$T_{pc} = \mu \cdot \frac{1}{3} \frac{F_a (D_1^3 - D_2^3)}{(D_1^2 - D_2^2)}$$

Diketahui :

$$D_1 = 25 \text{ cm}$$

$$D_2 = 15 \text{ cm}$$

$$F_a = 87,92 \text{ kg.cm}^2$$

$$\mu = 0,35$$

Maka :

$$\begin{aligned} T_{pc} &= 0,35 \cdot \frac{1}{3} \frac{59,66 (25^3 - 15^3)}{(25^2 - 15^2)} \\ &= 0,35 \cdot \frac{1}{3} \frac{59,66 (15,625 - 3,375)}{400} \\ &= 0,35 \cdot \frac{1}{3} \frac{59,66 (12,250)}{400} \\ &= 0,11 \cdot 1,827.08 \\ &= 200,97 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan momen puntir yang dapat diteruskan oleh bidang gesek lebih kecil dari momen puntir yang dihasilkan *engine*. Hal ini menandakan bahwa adanya momen puntir yang hilang/tidak terpakai karena menjadi panas yang dihasilkan dari gesekan pada bidang gesek. Besarnya momen puntir yang hilang atau tidak terpakai dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$\begin{aligned} T_p \text{ hilang} &= T_p \text{ engine} - T_p \text{ yang diteruskan bidang gesek} \\ T_p \text{ hilang} &= 204,54 - 200,97 \\ &= 3,57 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Presentase daya yang hilang pada *clutch disc* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$\begin{aligned} T_p (\%) &= \frac{T_p \text{ hilang}}{T_p \text{ spesifikasi}} \times 100 \% \\ &= \frac{3,57}{204,54} \times 100 \% \\ &= 1,74 \% \end{aligned}$$

#### 8. Perhitungan daya yang diteruskan bidang gesek

Besarnya daya yang diteruskan bidang gesek dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$T_p = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{P_d}{n} \text{ (kg.mm)}$$

Diketahui :

$$T_p = 200,97 \text{ kg.cm} \Rightarrow 2009,7 \text{ kg.mm}$$

$$n = 3400 \text{ rpm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} T_p &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{P_d}{n} \text{ (kg.mm)} \\ 2009,7 &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{P_d}{3400} \\ P_d &= \frac{2009,7}{286,4} \\ P_d &= 7,01 \text{ kW} \end{aligned}$$

Kinerja *clutch* pada saat digunakan sangat dipengaruhi juga dengan salah satu faktornya ialah temperaturnya. Temperatur yang timbul pada *clutch* diakibatkan karena adanya gesekan yang juga menimbulkan kehilangan daya (*power losses*). Daya yang hilang ini berubah menjadi panas dan mengakibatkan temperatur *clutch* menjadi naik. Kenaikan suhu pada *clutch* ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$T = \frac{Q}{Af \cdot \alpha k} \text{ atau } TK = \frac{632 \cdot Ng}{Af \cdot \alpha k}$$

Sebelum melakukan perhitungan untuk mencari besarnya temperatur *clutch*, maka harus diketahui nilai daya gesek ( $N_g$ ), luas seluruh permukaan *clutch* ( $A_f$ ), koefisien pemindah panas.

a. Perhitungan kerja gesek ( $A_r$ )

Diketahui :

$$\begin{aligned} M_p \text{ Max} & : 204,54 \text{ kg.mm} \\ n & : 3400 \\ T_r & : 1 \text{ detik} \end{aligned}$$

Mencari besarnya kerja gesek dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$\begin{aligned} A_r &= \frac{M_p \text{ max} \cdot n \cdot T_r}{1910} \\ &= \frac{204,54 \cdot 3400 \cdot 1}{1910} \\ &= 364,10 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Jadi besarnya kerja gesek yang terjadi adalah 364,10 kg.cm

b. Perhitungan daya gesek ( $N_g$ )

Daya gesek pada *clutch* dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$N_g = \left( \frac{A_r \cdot Z_i}{9,74 \cdot 10^4} \right)$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} A_r &= 364,10 \text{ kg.cm} \\ Z_i &= 20 \text{ kali / menit (Sularso, 1978. Hlm : 65)} \end{aligned}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} N_g &= \left( \frac{A_r \cdot Z_i}{9,74 \cdot 10^4} \right) \\ &= \left( \frac{364,10 \cdot 20}{9,74 \cdot 10^4} \right) \\ &= 0,074 \text{ hp} \end{aligned}$$

Jadi besarnya daya gesek yang terjadi pada *clutch* adalah : 0,074 hp

c. Perhitungan luas seluruh permukaan bidang gesek ( $A_f$ )

Besarnya luas permukaan bidang gesek dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$A_f = i_1 \cdot \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2) - i_1 \cdot i_a \cdot s_{fi} \cdot s_f$$

Diketahui sesuai spesifikasi :

$$\begin{aligned} D_1 \text{ (diameter dalam plate clutch)} &= 150 \text{ mm (0,15 m)} \\ D_2 \text{ (diameter luar plate clutch)} &= 250 \text{ mm (0,25 m)} \\ I_1 \text{ (jumlah lapisan feroda)} &= 2 \\ I_a \text{ (jumlah alur)} &= 16 \\ S_{fi} \text{ (jarak antar alur)} &= 30 \text{ mm (0,030 m)} \\ S_f = \frac{D_2 - D_1}{2} = \frac{0,250 - 0,150}{2} &= 0,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} A_f &= 2 \cdot \frac{3,14}{4} (0,25_2^2 - 0,15_1^2) - 2 \cdot 16 \cdot 0,030 \cdot 0,1 \\ &= 1,57 (0,0625 - 0,0225) - 0,048 \\ &= 0,0628 - 0,048 \\ &= 0,0148 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi luas seluruh permukaan bidang gesek adalah 0,0148 m<sup>2</sup>

d. Perhitungan koefisien pemindah panas ( $\alpha_k$ )

Sebelum menghitung koefisien pemindah panas, harus diketahui nilai dari kecepatan permukaan *clutch* ( $v_k$ ), dapat dhitng dengan persamaan di bawah ini :

$$V_k = \left( \frac{\pi \cdot dr \cdot n}{60} \right)$$

Diketahui :

$$\pi = 3,14$$

$dr$  = (diameter *plate clutch*)

$$dr = \frac{D_2 - D_1}{2} = \frac{0,250 - 0,150}{2} = 0,1$$

$$n = (\text{putaran maksimal}) = 3400 \text{ rpm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} V_k &= \left( \frac{\pi \cdot dr \cdot n}{60} \right) \\ &= \left( \frac{3,14 \cdot 0,1 \cdot 3400}{60} \right) \\ &= 17,79 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Setelah nilai kecepatan permukaan *clutch* diketahui, maka besarnya koefisien pemindah panas dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$\begin{aligned} \alpha_k &= 4,5 + 6 (v_k)^{3/4} \\ &= 4,5 + 6 (17,79)^{3/4} \\ &= 84,55 \text{ kkal/m} \end{aligned}$$

Besarnya nilai koefisien pemindah panas adalah 84,55 kkal/m. Setelah semua indikator-indikator yang diperlukan untuk melakukan perhitungan temperatur *clutch* sudah terkumpul semua, maka nilai-nilai tersebut dimasukan kedalam persamaan dibawah ini :

$$\begin{aligned} TK &= \frac{632 \cdot Ng}{Af \cdot \alpha_k} \\ &= \frac{632 \cdot 0,074}{0,0148 \cdot 84,55} \\ &= \frac{46,768}{1,251} \\ &= 37,38 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Jadi, temperatur yang dihasilkan clutch pada saat digunakan adalah sebesar : 37,38 °C.

## 9. Data Hasil Perhitungan

**Tabel 3.3.** Data rekapitulasi hasil perhitungan

NO	ASPEK	HASIL PERHITUNGAN
1	<i>Output</i> Pedal <i>Clutch</i> (F2)	120 kg
2	Momen Puntir (Tp)	204,54 kg.mm
3	Luas Penampang (A)	314 cm <sup>2</sup>
4	Luas Penampang Total (A <sub>tot</sub> )	628 cm <sup>2</sup>
5	Jari-Jari Rata-Rata Bidang Gesek (R <sub>m</sub> )	10 cm
6	Gaya Yang Menimbulkan Tekanan (Fa)	59,66 kg/cm <sup>2</sup>
7	Momen Puntir Yang Diteruskan Bidang Gesek (Tpc)	200,97 kg.mm
8	Momen Puntir Yang Hilang	3,57 kg.mm
9	<i>Presentase</i> Momen Puntir Yang Hilang	1,74 %
10	Daya yang ditransmisikan	7,01 kW
11	Kerja gesek (Ar)	364,10 kg.cm
12	Daya Gesek (Ng)	0,074 hp
13	Luas Seluruh Permukaan Bidang Gesek (Af)	0,0148 m <sup>2</sup>
14	Kecepatan Permukaan <i>Clutch</i> (Vk)	17,79 m/det
15	Koefisien pemindah panas ( $\alpha_k$ )	84,55 kkal/m
16	Temperatur <i>Clutch</i> (TK)	37,38 °C

## 10. Pembahasan

Setelah melakukan perhitungan pada sistem *clutch* Toyota Dyna 14B, bahwa :

A. Momen puntir yang ditransmisikan *clutch*

Momen puntir yang dapat diteruskan oleh *clutch* sebesar 200,97 kg.mm, sedangkan torsi maksimal *engine* sebesar 204,54 kg.mm. Dibandingkan dengan torsi maksimal *engine* dapat diketahui bahwa torsi yang hilang sebesar 3,57 kg.mm atau 1,74% dari torsi spesifikasi *engine*. Perhitungan momen puntir yang diteruskan ini lebih kecil dari momen puntir maksimum *engine*, hal ini dikarenakan adanya gesekan antara plat *clutch* dengan plat penekan yang menimbulkan panas pada permukaannya.

Gaya gesek yang terjadi pada *clutch* dalam ilmu fisika disebut gaya gesek kinetis, Gaya gesek kinetis (atau dinamis) terjadi ketika dua benda bergerak relatif satu sama lainnya dan saling bergesekan. Koefisien gesek kinetis umumnya dinotasikan dengan  $\mu_k$  dan pada umumnya selalu lebih kecil dari gaya gesek statis untuk material yang sama.

(Sumber : [https://id.wikipedia.org/wiki/Gaya\\_gesek](https://id.wikipedia.org/wiki/Gaya_gesek))

B. Daya yang ditransmisikan *clutch*

Daya yang dapat di transmisikan *clutch* pada saat torsi maksimal *engine* ditransmisikan sebesar 7,01 kW atau hanya sekitar 9,73 % daya yang ditransmisikan. Dibandingkan dengan daya spesifikasi pada *engine* sebesar 72,03 kW, daya yang hilang dipengaruhi oleh panas yang dihasilkan oleh *clutch* saat digunakan, sama dengan momen puntir yang di transmisikan, gaya gesek yang terjadi pada saat daya ditransmisikan adalah gaya gesek kinetis atau dinamis. Kemudian efisiensi *engine* diesel yang membuat daya yang ditransmisikan sekitar 40% dari total daya *engine*.

C. Temperatur kerja *clutch*

Kerja penghubungan pada *clutch* akan menimbulkan panas karena gesekan sehingga temperatur *clutch* akan naik sampai 200°C dalam sesaat. Tetapi untuk seluruh *clutch* dijaga agar temperaturnya tidak lebih tinggi dari 80°C menurut Sularso, 2005 hal : 71.

Temperatur kerja *clutch* pada saat digunakan menghasilkan panas sebesar 37,38 °C, temperatur tersebut dihasilkan dari gesekan yang terjadi antara *pressure plate* dengan *clutch disc* sahingga panas yang di hasilkan *clutch* ini merupakan perubahan energi yang hilang ketika di transmisikan.