

BAB III
ANALISIS POROS RODA BELAKANG PADA DAIHATSU
GRAN MAX PICK-UP 1500CC



Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

A. Daftar Spesifikasi Mobil Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

Tabel 3.1 Spesifikasi Mobil Daihatsu Gran Max

SPESIFIKASI TEKNIS						
	1.3		1.5		BOX	
	STD	3W	STD	3W	1.3	1.5
DIMENSI						
Panjang keseluruhan (mm)	4.045				4.285	
Lebar keseluruhan (mm)	1.665	1.675	1.665	1.675	1.670	
Tinggi keseluruhan (mm)	1.850	1.890	1.850	1.890	2.070	
Jarak sumbu roda (mm)					2.650	
Jarak pijak roda depan (mm)					1.460	
Jarak pijak roda belakang (mm)					1.440	
Tinggi dari tanah (mm)					175	
Radius Putar minimum (m)					4,7	
Berat total kendaraan (kg)	1.950		2.100		1.950	2.100
Kapasitas tempat duduk	3					
Bak / Box (bagian dalam)						
Panjang (mm)	2.350				2.370	
Lebar (mm)	1.585				1.550	
Tinggi (mm)	300	360	300	360	1.285	
MESIN						
Tipe	K3-DE, DOHC		3S2-VE, DOHC VVTi		K3-DE, DOHC	3S2-VE, DOHC VVTi
Kapasitas silinder (cc)	1.298		1.495		1.295	1.495
Jumlah silinder	4 Silinder segaris					
Jumlah katup	16					
Diameter x langkah (mm)	72,0 x 79,7		72,0 x 91,8		72,0 x 79,7	72,0 x 91,8
Tenaga maksimum (PS/rpm)	88 / 6.000		97 / 6.000		88 / 6.000	97 / 6.000
Torsi maksimum (kg.m/rpm)	11,7 / 4.400				13,7 / 4.400	
Sistem bahan bakar	EFI (Electronic Fuel Injection)					
Bahan bakar	Bensin Tanpa Timbal					
Kapasitas tangki bahan bakar (Liter)	43					
TRANSMISI						
Tipe	Manual, 5 kecepatan maju					
Rasio gigi	I : 4,059		I : 4,059		I : 4,059	
	II : 2,390		II : 2,045		II : 2,390	
	III : 1,457		III : 1,376		III : 1,457	
	IV : 1,000		IV : 1,000		IV : 1,000	
	V : 0,838		V : 0,838		V : 0,838	
	R : 4,128		R : 4,128		R : 4,128	
Rasio gigi akhir	5,125					
SISTEM KEMUDI						
Tipe	Rack & Pinion		Rack & Pinion*		Rack & Pinion	
REM						
Depan	Cakram (Disc) berventilasi dengan booster					
Belakang	Drums, leading & trailing					
Rem parkir	Mekanis pada roda belakang					
Suspensi						
Depan	McPherson struts dengan per keong					
Belakang	Rigid-axle dengan per keong					5 link, rigid-axle dengan per keong
BAN						
Ukuran	175R13C-8PR				165R13C-8PR	

(Sumber : <http://counterdaihatsu.files.wordpress.com/2011/12/spek-gmpu.jpg>)

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

Tabel 3.2 Spesifikasi Berat Yang Diizinkan Pada Mobil Daihatsu Gran Max

		Van	Pickup
Berat gross kendaraan	kg	Dengan tempat duduk tengah ...2,000	K3-DE...1,950
		Tanpa tempat duduk tengah ...1,840	3SZ-VE...2,100
Beban axle maximum yang diizinkan	Depan	730	815
	Belakang	1,340	1,460

(Sumber : http://4.bp.blogspot.com/spesifikasi+Gran+Max_15-6.jpg)

Tabel 3.3 Masa Uji Berkala Mobil Daihatsu Gran Max

Berat Kosong Kendaraan	1015 kg
Panjang Kendaraan	4195 mm
Lebar Kendaraan	1665 mm
Tinggi Kendaraan	1850 mm
J.B.B	2100 kg
J.B.I	1985 kg
M.S.T	1185 kg
Daya Angkut	
Orang (60 kg per orang)	180 kg (3 orang)
Barang	850 kg

B. Gejala dan Gangguan Pada Poros Roda Belakang

Tabel 3.4 Gejala dan Gangguan Poros Roda Belakang

No	Gejala dan gangguan	Kemungkinan/sebab	Cara mengatasi
1.	Kebocoran oli melalui aksel belakang	- Perapat oli aus atau rusak - Penahan bantalan kendor	- Ganti perapat oli - Ganti penahan

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

		- Rumah aksel belakang retak	bantalan - Perbaiki seperlunya
2.	Timbul suara pada aksel belakang	- Oli kurang - Bantalan poros aksel aus - Bantalan differential kendor atau aus	- Isi atau ganti oli - Ganti bantalan - Ganti bantalan
3.	Timbul suara benturan	- Beban kendaraan berlebihan - Peredam kejut, aus - Pegas lemah	- Periksa beban - Ganti peredam kejut - Ganti pegas

C. Penganalisaan Poros Roda Belakang

Penulis melakukan praktikum untuk pembongkaran dan pengukuran poros belakang mobil Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc dilakukan di workshop otomotif FPTK UPI Bandung.

1. Poros Roda Belakang dan Komponennya

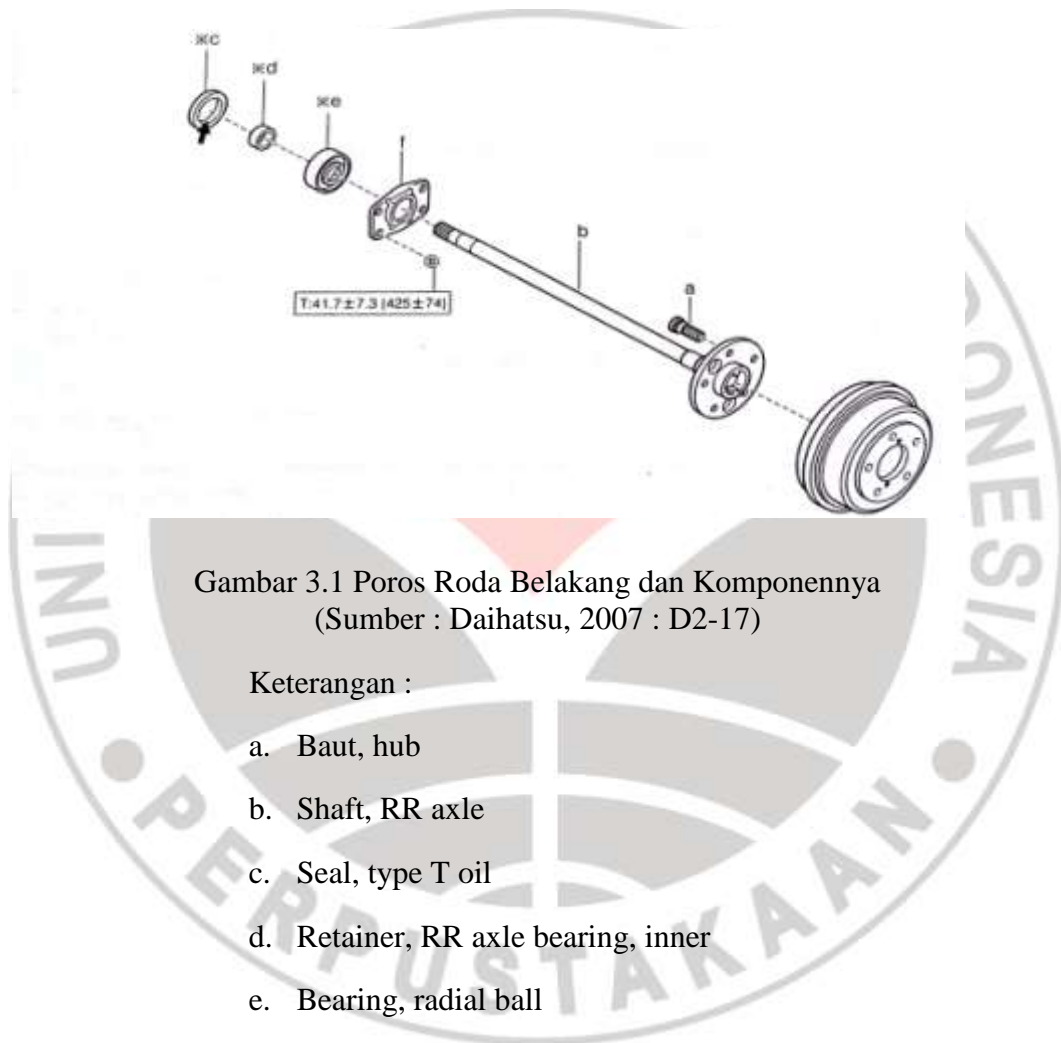
Mobil Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc menggunakan suspensi rigid model aksel belakang tipe setengah bebas memikul atau yang sering disebut dengan *semi floating*. Pada tipe ini bantalan dipasang diantara rumah poros (*axle housing*) dengan poros axle (*axle shaft*) dan roda

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

dipasangkan langsung pada *axle shaft*. Karena itu pada *axle shaft* memikul seluruh berat kendaraan dan juga tenaga datar mulai bekerja pada waktu kendaraan membelok.



Gambar 3.1 Poros Roda Belakang dan Komponennya
(Sumber : Daihatsu, 2007 : D2-17)

Keterangan :

- a. Baut, hub
- b. Shaft, RR axle
- c. Seal, type T oil
- d. Retainer, RR axle bearing, inner
- e. Bearing, radial ball

Tabel 3.5 Hasil Pengukuran

Jenis Pengukuran	Hasil Pengukuran
------------------	------------------

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

Panjang poros kanan	73 cm
Panjang poros kiri	81 cm
Diameter poros kanan	31,3 mm
Diameter poros kiri	31,3 mm
Diameter bantalan luar (kanan)	91,7 mm
Diameter bantalan dalam (kanan)	47,4 mm
Diameter bantalan luar (kiri)	92 mm
Diameter bantalan dalam (kiri)	47,3 mm
Keolengan poros kanan	0,10 mm
Keolengan poros kiri	0,07 mm

D. Pembongkaran Poros Roda Belakang

1. Persiapan Sebelum Melakukan Pembongkaran

- a. Memakai baju praktek dan helm praktek (K3).
- b. Memakai *safety shoes* (K3).
- c. Memakai sarung tangan praktek (K3)

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

- d. Mempersiapkan alat/*tools* yang akan dipergunakan.
- e. Membawa job sheet/manual book khusus Daihatsu.

2. Membongkar Poros

a. Alat yang digunakan :

- 1) Dongkrak
- 2) *Jack Stand*
- 3) Kunci Roda
- 4) Obeng (-)
- 5) Kunci *Shock* 14mm
- 6) *SST Sliding Hammer*

b. Proses pembongkaran :

- 1) Mengangkat kendaraan bagian belakang pada tempat yang datar dengan menggunakan dongkrak dan di tumpu oleh 2 buah *jack stand*.



Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

Gambar 3.2 Posisi Tumpuan Kendaraan
(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

- 2) Melepas roda belakang dengan menggunakan kunci roda.



Gambar 3.3 Melepas Roda Belakang
(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

- 3) Menguras oli *differensial* dan jangan lupa tampung olinya dengan wadah.
- 4) Melepas *drum brake*, apabila sulit untuk melepasnya gunakan obeng (-) untuk membantu.



Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

Gambar 3.4 Melepas Drum Brake
(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

- 5) Melepas tromol rem.
- 6) Melepas baut pengikat *backing plat* dengan menggunakan kunci *Shock* ukuran 14mm.



Gambar 3.5 Melepas Baut *Backing Plat*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

- 7) Melepas poros dengan menggunakan SST *Sliding Hammer*, kemudian tarik poros dan keluarkan dari rumah poros.



Gambar 3.6 SST *Sliding Hammer*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

- 8) Melepas gasket dari rumah poros belakang, akan tetapi berhubung gasket masih bagus jadi tidak dilepaskan.
- 9) *Retainer* dan bantalan/*bearing* tidak dibuka karena masih bagus dan tidak perlu di ganti.



Gambar 3.7 *Retainer* dan bantalan/*bearing*

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

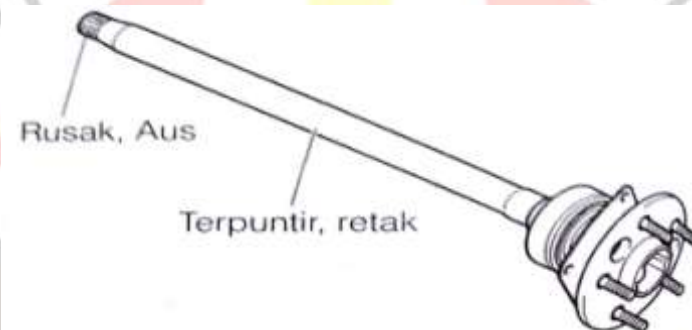
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

c. Pemeriksaan komponen :

1) Poros roda belakang

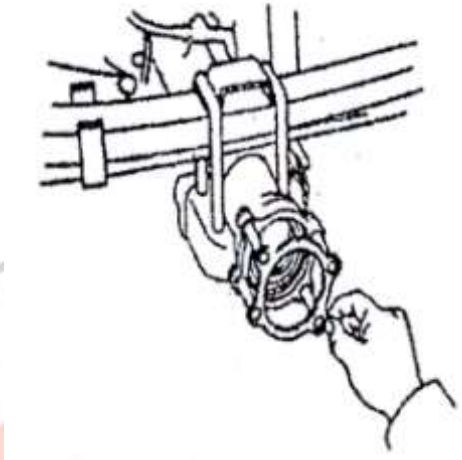
Poros masih dalam keadaan bagus dan layak, agar poros tetap awet sering dilakukan pergantian oli *differensial* secara teratur dan rutin. Meskipun mobil model pick-up tapi diharapkan beban yang akan di angkut tidaklah berlebihan karena akan merusak poros.



Gambar 3.8 Poros Belakang
(Sumber : Daihatsu, 2007 : D2-17)

2) Gasket

Masih layak pakai dan tidak perlu di ganti.



Gambar 3.9 Gasket
(Sumber : Servis dan Reparasi Auto Mobil, 2001:326)

3) *Bearing/Radial Ball*

Masih bagus hanya ada sedikit karat yang mengganggu dan mengakibatkan sulitnya membuka poros belakang karena kesat jadi harus dibersihkan karatnya dengan hampelas dan dibersihkan dengan bensin. Baiknya sering diberikan *grease* untuk melancarkan putaran.



Gambar 3.10 *Bearing/Radial Ball*
(Sumber : Daihatsu, 2007 : D2-17)

4) *Retainer*

Masih sangat bagus jadi tidak perlu diganti.

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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



Gambar 3.11 *Retainer*
(Sumber : Daihatsu, 2007 : D2-19)

5) *Baut/Hub*

Ada sedikit yang sleck tapi masih layak untuk dipakai.



Gambar 3.12 *Baut/Hub*
(Sumber : Daihatsu, 2007 : D2-17)

6) *Oil Seal*

masih bisa digunakan.



Gambar 3.13 *Oil Seal*
(Sumber : Daihatsu, 2007 : D2-17)

3. Mengukur Poros

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

- a. Gunakan *V block* untuk meratakan bidang dan memudahkan pengukuran poros.



Gambar 3.14 *V Block*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

- b. Mengukur keolengan poros dengan menggunakan dial gauge.



Gambar 3.15 *Dial Gauge*

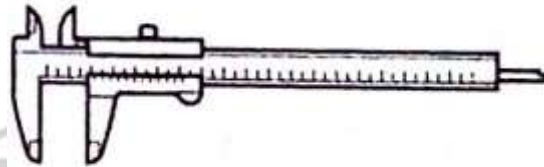
Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

- c. Mengukur diameter poros dengan menggunakan jangka sorong



Gambar 3.16 Jangka Sorong
(Sumber : Daihatsu, 2007 : A1-5)

- d. Mengukur panjang poros dengan menggunakan meteran.



Gambar 3.17 Meteran
(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

- e. Mengukur diameter bantalan luar dengan menggunakan jangka sorong.
f. Mengukur diameter bantalan dalam dengan menggunakan jangka sorong.

E. Pemasangan Poros Roda Belakang

- A. Alat yang digunakan :

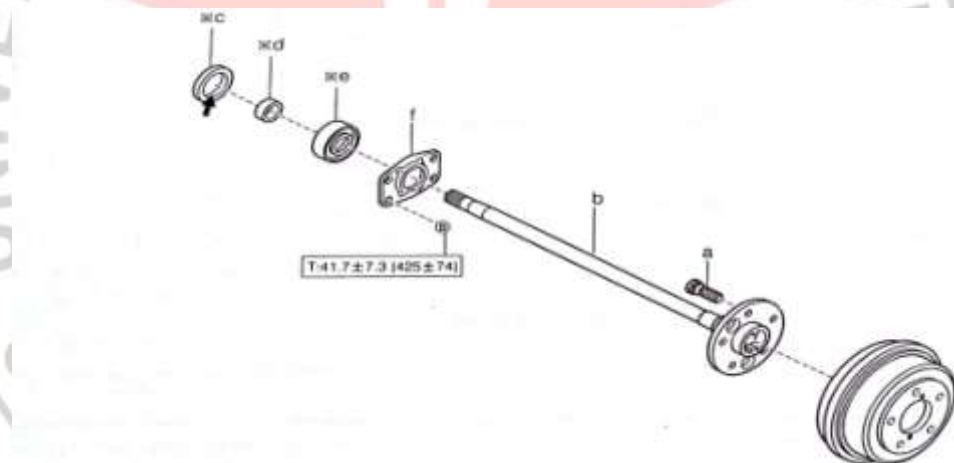
Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

- a. Kunci Roda
- b. Kunci Momen
- c. WD
- d. Ampelas
- e. *Grease*/Gemuk
- f. Kunci *Shock* 14mm
- g. Palu

B. Proses Pemasangan



Gambar 3.18 Urutan Pemasangan Poros Belakang
(Sumber : Daihatsu, 2007 : D2-17)

- a. Perhatikan cara pemasangan poros jangan sampai ada komponen yang tertinggal.
- b. Sebelum memasang poros pastikan komponen sudah dibersihkan.
- c. Bersihkan *flens* rumah poros dan *backing plate*.

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

- d. Semprotkan pelumas pada ujung rumah poros tempat bantalan untuk melancarkan putaran.



Gambar 3.19 Penyemprotan Pelumas
(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

- e. Pasang dan masukan poros ke rumah poros.nya kemudian kencangkan 4 baut pengunci dengan momen $T:41.7 \pm 7.3(425 \pm 74)$.



Gambar 3.20 Pengencangan Baut
(Sumber : Dokumentasi Pribadi 04/10/2013)

- f. Ketika memasukan poros ke rumah poros biasanya bantalan sulit masuk oleh karena itu gunakan palu supaya mudah.

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

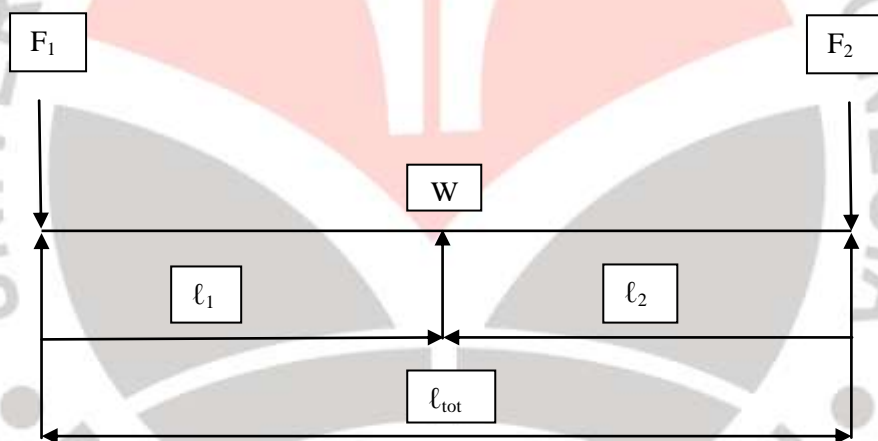
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- g. Pasang tromol rem.
- h. Lakukan pembuangan udara pada sistem rem.
- i. Pasang kembali kedua roda belakang seperti semula menggunakan kunci roda.

F. Aplikasi Perhitungan

1. Menghitung Gaya Yang Terjadi Pada Poros

Digambarkan sebagai berikut :



$$\sum MF_1 = 0$$

$$W \times l_1 - F_2 \times l_{tot} = 0$$

$$818 \times 81 - F_2 \times 154 = 0$$

$$818 \times 81 = F_2 \times 154$$

$$F_2 = \frac{818 \times 81}{154}$$

$$F_2 = \frac{66258}{154}$$

$$F_2 = 430,25 \text{ kg}$$

$$\sum M_0 = 0$$

$$F_1 \times l_1 - F_2 \times l_2 = 0$$

$$F_1 \times 81 - F_2 \times 73 = 0$$

$$F_1 \times 81 = F_2 \times 73$$

$$F_1 \times 81 = 430,25 \times 73$$

$$F_1 = \frac{430,25 \times 73}{81}$$

$$F_1 = \frac{31408,25}{81}$$

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

$$F_1 = 387,75 \text{ kg}$$

Diketahui :

Data Spesifikasi Daihatsu Gran Max 1500cc

Putaran Maksimum (n) = 6000 rpm

Daya Maksimum (N) = 97 PS \longrightarrow $97 \times 0,735 = 71,29 \text{ kW}$

(Jika daya yang diberikan dalam daya kuda (PS), maka harus dikalikan dengan 0,735 untuk mendapat daya dalam kW)

2. Menghitung momen dan tegangan poros bagian kanan

Data hasil pengukuran

Diameter Poros (dp) = 3,13 cm

Panjang Poros Kanan (L) = 73 cm

Berat Kendaraan Belakang (W) = 818 kg

*untuk menghitung berat kendaraan bagian belakang dapat dituliskan sebagai berikut :

Beban kendaraan kosong = 1015 kg

Beban angkut orang (60 kg / orang) = 180 kg (3 orang)

Beban angkut barang = 850 kg +

Total = 2045 kg

*berat kendaraan bagian belakang diasumsikan 40% dari berat total kendaraan.

a. Momen Lentur

$$M_\ell = \frac{W \cdot L}{4}$$

$$M_\ell = \frac{818 \times 73}{4}$$

$$M_\ell = \frac{59714}{4} = 14928 \text{ kg.cm}$$

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

b. Momen Puntir

$$M_p = T = 71620 \frac{N}{n}$$

$$M_p = 71620 \frac{71,29}{6000}$$

$$M_p = 850,96 \text{ kg.cm}$$

Momen Puntir Maksimum

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

$$T_e = \sqrt{(14928)^2 + (850,96)^2}$$

$$T_e = \sqrt{(222845184) + (724132,92)}$$

$$T_e = \sqrt{223569316}$$

$$T_e = 14952,23 \text{ kg.cm}$$

*untuk menghitung tegangan lentur, puntir, dan gabungan, harus dicari terlebih dahulu momen lentur dan momen puntir maksimum.

c. Tegangan Lentur

$$\sigma_x = \frac{M}{\frac{\pi}{32} dp^3}$$

$$\sigma_x = \frac{14928}{\frac{3,14}{32} \times (3,13)^3}$$

$$\sigma_x = \frac{14928}{0,09 \times 30,66}$$

$$\sigma_x = \frac{14928}{2,76}$$

$$\sigma_x = 5408,70 \text{ kg/cm}^2$$

d. Tegangan Puntir

$$\tau_{xy} = \frac{16 T}{\pi d p^3}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16 (850,96)}{3,14(3,13)^3}$$

$$\tau_{xy} = \frac{13615,36}{3,14(30,66)}$$

$$\tau_{xy} = \frac{13615,36}{96,27}$$

$$\tau_{xy} = 141,42 \text{ kg/cm}^2$$

e. Tegangan Gabungan / Tegangan Geser Maksimum

$$\tau_{max} = \frac{\sqrt{\sigma^2 + 4\tau_{xy}^2}}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sqrt{(5408,70)^2 + 4(141,42)^2}}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sqrt{(5408,70)^2 + (19999,62)}}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sqrt{29254035,69 + 79998,62}}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sqrt{29334034,17}}{2}$$

$$\tau_{max} = \sqrt{14667017}$$

$$\tau_{max} = 3829,75 \text{ kg/cm}^2$$

f. Faktor Keamanan

$$S_f = \frac{T_{yl}}{T_{max}}$$

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

$$S_f = \frac{7200}{3829,75}$$

$$S_f = 1,88 > 1 \text{ (aman)}$$

3. Menghitung momen dan tegangan poros bagian kiri

Data hasil pengukuran

$$\text{Diameter Poros (dp)} = 3,13 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang Poros Kiri (L)} = 81 \text{ cm}$$

$$\text{Berat Kendaraan Belakang (W)} = 818 \text{ kg}$$

*untuk menghitung berat kendaraan bagian belakang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\text{Beban kendaraan kosong} = 1015 \text{ kg}$$

$$\text{Beban angkut orang (60 kg / orang)} = 180 \text{ kg (3 orang)}$$

$$\text{Beban angkut barang} = 850 \text{ kg} +$$

$$\text{Total} = 2045 \text{ kg}$$

*berat kendaraan bagian belakang diasumsikan 40% dari berat total kendaraan.

a. Momen Lentur

$$M_\ell = \frac{W \cdot L}{4}$$

$$M_\ell = \frac{818 \times 81}{4}$$

$$M_\ell = \frac{66258}{4} = 16564 \text{ kg.cm}$$

b. Momen Puntir

$$M_p = T = 71620 \frac{N}{n}$$

$$M_p = 71620 \frac{71,29}{6000}$$

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

$$M_p = 850,96 \text{ kg.cm}$$

Momen Puntir Maksimum

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

$$T_e = \sqrt{(16564,5)^2 + (850,96)^2}$$

$$T_e = \sqrt{(274382660) + (724132,92)}$$

$$T_e = \sqrt{275106792}$$

$$T_e = 16586,34 \text{ kg.cm}$$

*untuk menghitung tegangan lentur, puntir, dan gabungan, harus dicari terlebih dahulu momen lentur dan momen puntir maksimum.

c. Tegangan Lentur

$$\sigma_x = \frac{M}{\frac{\pi}{32} dp^3}$$

$$\sigma_x = \frac{16564}{\frac{3,14}{32} \times (3,13)^3}$$

$$\sigma_x = \frac{16564}{0,09 \times 30,66}$$

$$\sigma_x = \frac{16564}{2,76}$$

$$\sigma_x = 6001,45 \text{ kg/cm}^2$$

d. Tegangan Puntir

$$\tau_{xy} = \frac{16 T}{\pi dp^3}$$

$$\tau_{xy} = \frac{16 (850,96)}{3,14(3,13)^3}$$

Restu Fajar Rahman, 2014

Analisis poros roda belakang pada Daihatsu Gran Max Pick-Up 1500cc

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

$$\tau_{xy} = \frac{13615,36}{3,14(30,66)}$$

$$\tau_{xy} = \frac{13615,36}{96,27}$$

$$\tau_{xy} = 141,42 \text{ kg/cm}^2$$

e. Tegangan Gabungan / Tegangan Geser Maksimum

$$\tau_{max} = \frac{\sqrt{\sigma^2 + 4\tau_{xy}^2}}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sqrt{(6001,45)^2 + 4(141,42)^2}}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sqrt{(6001,45)^2 + (19999,62)}}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sqrt{36017402,1 + 79998,62}}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sqrt{36097400,58}}{2}$$

$$\tau_{max} = \sqrt{18048700}$$

$$\tau_{max} = 4248,38 \text{ kg/cm}^2$$

f. Faktor Keamanan

$$S_f = \frac{T_{yl}}{T_{max}}$$

$$S_f = \frac{7200}{4248,38}$$

$$S_f = 1,69 > 1 \text{ (aman)}$$