

Perencanaan Ulang Poros Propeller Shaft pada Mobil Toyota Avanza Tipe E 1300 CC

Roby Muhammad A^{1)*}, Iwan Nugraha²⁾, Bobie Suhendra³⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin Universitas Singaperbangsa Karawang
Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361
Email: robymuhammad08@gmail.com

^{2),3)} Jurusan Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang
Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361
Email: iwan.nugraha@ft.unsika.ac.id bobie.suhendra@ft.unsika.ac.id

doi: <https://doi.org/10.24843/METTEK.2022.v08.i01.p01>

Abstrak

Poros propeller (*propeller shaft*) biasa juga disebut dengan poros kopel merupakan bagian penting pada kendaraan yang berfungsi sebagai pemindah tenaga. Terdapat pada 2 tipe kendaraan yaitu FR dan 4WD, Poros propeller bekerja untuk meneruskan daya putaran dari transmisi ke diferensial dalam keadaan tidak saling bersambungan. lalu putaran diteruskan dari transmisi ke poros propeller dan dari poros propeller ke diferensial melalui universal joint, universal joint berfungsi untuk meneruskan daya putaran yang dalam keadaan tidak satu garis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada poros, umur nominal pada bearing, dan umur dari bearing itu sendiri. Material yang digunakan poros adalah baja ST 37 dengan kekuatan tarik sebesar $\sigma_b = 37 \text{ kg/mm}^2$. Hasil dari perhitungan manual didapatkan tegangan sebesar $7,090 \text{ Kg/mm}^2$ lebih kecil dari tegangan geser yang sebenarnya sebesar $17,5 \text{ Kg/mm}^2$. Umur nominal pada bearing didapatkan 181 juta putaran. Umur bearing didapatkan dari perhitungan manual 942,7 jam.

Kata kunci: poros, baja ST 37, Solidworks 2016.

Abstract

The propeller shaft, also known as the coupling shaft, is an important part of the vehicle that functions as a power transfer. There are 2 types of vehicles, namely FR and 4WD, the propeller shaft works to transmit rotational power from the transmission to the differential in a discontinuous state. then the rotation is passed from the transmission to the propeller shaft and from the propeller shaft to the differential through the universal joint, the universal joint serves to continue the rotational power that is not in one line. The purpose of this study was to determine the stress that occurs on the shaft, the nominal life of the bearing, and the life of the bearing itself. The material used for the shaft is ST 37 steel with a tensile strength of $b = 37 \text{ kg/(mm)}^2$. The result of manual calculation shows that the stress is 7.090 Kg/(mm)^2 which is smaller than the actual shear stress of 17.5 Kg/(mm)^2 . The nominal life of the bearing is 181 million revolutions. Bearing life is obtained from manual calculation of 942.7 hours.

Keywords: shaft, ST 37 steel, Solidworks 2016.

1. PENDAHULUAN

Poros propeller (*propeller shaft*) adalah bagian penting pada kendaraan, biasanya disebut dengan poros kopel yang dimana merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga. Poros ini terdapat pada tipe kendaraan FR (*Front Wheel Rear Drive*) dan 4WD (*four wheel drive*) yang dimana jarak dari mesin terhadap roda penggerak itu saling berjauhan sehingga membutuhkan

Penulis korespondensi,
Email: robymuhammad08@gmail.com

komponen tambahan supaya dapat meneruskan tenaga putar dari mesin ke roda belakang kendaraan. Poros propeller ini terletak diantara transmisi dan differential (gardan) mobil. Fungsi dari poros propeller adalah untuk dapat meneruskan ataupun memindahkan tenaga putar dari transmisi ke differential. Pembuatan poros ini dirancang sebaik-baiknya agar pada saat memindahkan tenaga dari transmisi ke differential dilakukan dengan halus tanpa memikirkan pengaruh dari kondisi jalan dan beban yang diterima. Perlu juga diperhatikan beberapa faktor penting seperti penentuan untuk bahan poros, dimensi yang harus sesuai, dan kegunaan yang lainnya. Poros propeller terdiri dari 2 tipe yang berbeda, yaitu tipe 2 universal joint dan tipe 3 universal joint, yang dimana perbedaan dari keduanya adalah total jumlah sambungan yang dikhususkan untuk kendaraan. Peran universal joint yang berada di poros harus bisa mengatasi berbagai kondisi untuk dapat menyalurkan tenaga putar dari transmisi ke differential. Peneliti mengambil judul Poros Propeller Mobil Toyota Avanza, dikarenakan peneliti telah mengetahui hal apa saja yang dibutuhkan untuk merancang ulang poros dan telah mengetahui peran penting dari poros Propeller.

2. METODE

2.1. Prinsip kerja poros

Poros adalah suatu bagian terpenting dari setiap mesin kendaraan. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi dipegang oleh poros.

Poros propeller bekerja untuk meneruskan daya putaran dari transmisi ke differential dalam keadaan tidak dalam satu garis lurus. Dan putaran diteruskan dari transmisi ke poros propeller dan dari poros propeller ke differential melalui universal joint, universal joint berfungsi sebagai penerus daya putaran yang dalam keadaan tidak bersambungan.

2.2. Bahan Poros

Poros biasanya dibuat dari batang baja yang ditarik dingin dan difinishing, yaitu baja karbon konstruksi mesin yang dihasilkan dari igot yang di – kill (baja yang dioksidasi dengan ferro silikon dan dicor).

Poros untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang tahan terhadap keausan. Beberapa diantaranya adalah baja khrom, nikel, baja khrom nikel molibden, baja khrom, baja molibden dan lain-lain. Meskipun demikian pemakaian baja paduan khusus tidak selalu diharuskan, alasannya hanya karena putaran tinggi, dan beban berat, dalam hal demikian perlu dipertimbangkan penggunaan baja karbon yang diberi perlakuan panas secara tepat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan. Poros-poros yang bentuknya sulit seperti poros engkol banyak dibuat dari besi cor nodular atau coran lainnya.

2.3. Spesifikasi Toyota Avanza

Tabel 1. Spesifikasi Toyota Avanza 2015

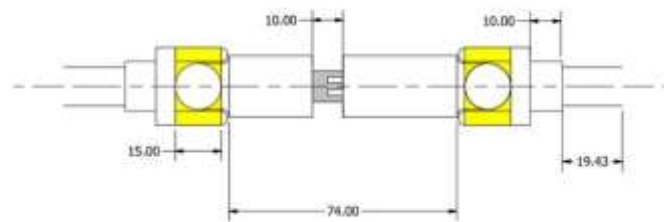
Spesifikasi Toyota Avanza 2015	
	Mesin
Tipe Mesin	IL, 4 Cylinder, 16 Valve, DOHC, Dual VVT-i
Isi Silinder	1,329 cc
Daya Maksimum	95.5 PS / 6.000 rpm
Torsi Maksimum	12.3 Kg.m / 4200 rpm
Sistem Pemasukan Bahan Bakar	EFI
Bahan Bakar	Bensin
Kapasitas Tangki	45 L

Tabel 2. Chasis Toyota Avanza 2015

Chasis	
Transmisi	4-Speed A/T (M/T available for type G/E)
Suspensi Depan	Macpheron Strut with Coil Spring
Suspensi Belakang	4-Ljnk Lateral Rod with Coil Spring
Rem depan	Disc
Rem Belakang	Drum
Steering Gear	Rock & Pinion, Electronic Power Steering
Ukuran ban	185/70 R14

2.4. Spesifikasi Poros Propeller Shaft Toyota Avanza

- Panjang propeller shaft = 740 mm
- Diameter luar universal joint = 20,24 mm
- Jari jari propeller = 10,12 mm
- Panjang Slip joint = 120 mm



Gambar 1. dimensi propeller shaft toyota avanza tipe e 1300 cc



Gambar 2. dimensi propeller shaft toyota avanza tipe e 1300 cc

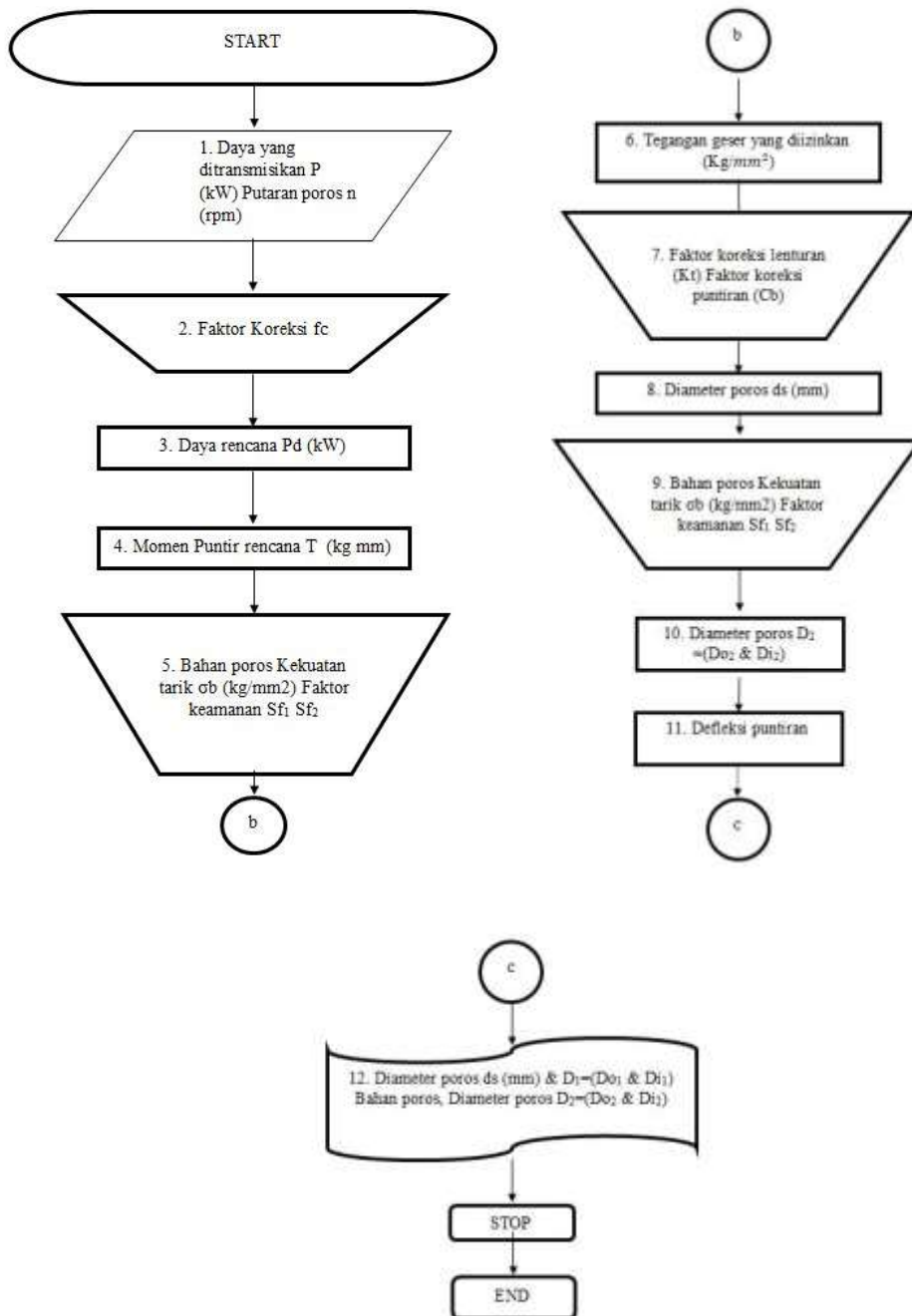
Propeller shaft memindahkan tenaga dari transmisi ke differential transmisi umumnya terpasang pada chassis frame, sedangkan differential dan sumbu belakang rear axle disangga oleh suspensi sejajar dengan roda belakang. Oleh sebab itu posisi differential terhadap transmisi selalu berubah ubah pada saat kendaraan berjalan, sesuai dengan permukaan jalan dan ukuran propeller shaft beban.



Gambar 3. Propeller shaft toyota avanza tipe e 1300 cc

Propeller shaft dibuat sedemikian rupa agar dapat memindahkan tenaga dari transmisi ke differential dengan lembut tanpa dipengaruhi akibat adanya perubahan-perubahan tadi.

2.5. Diagram Alir

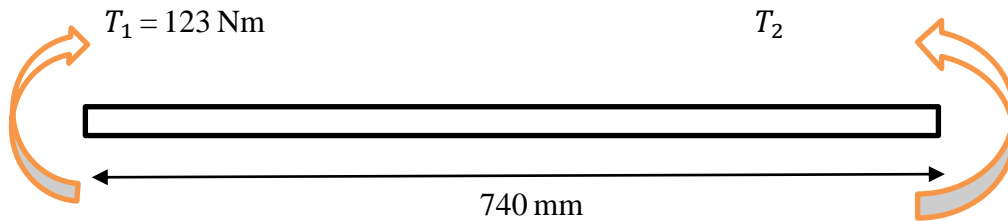


Gambar 4. Diagram alir penelitian

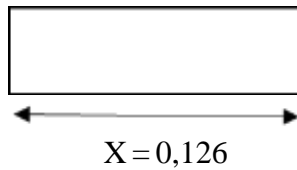
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Poros Propeller

- DBB

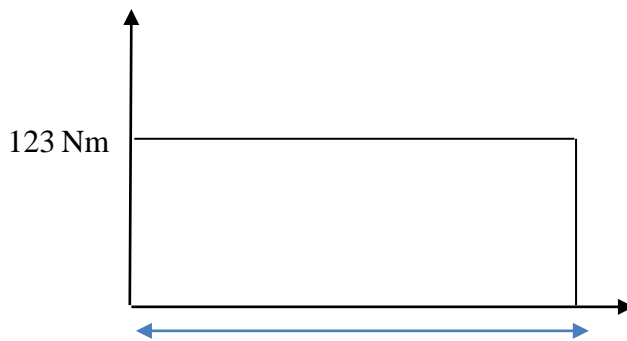


$$\begin{aligned} \Sigma M_x &= 0 \\ T_2 &= T_1 = 0 \\ T_2 &= T_1 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= 0 \\ \Sigma F_x &= 0 \\ F_a &= 0 \end{aligned}$$

- Plot M



Menghitung daya :

$$\begin{aligned} T &= P \times r \\ 123 \text{ Nm} &= P \times 0,37 \text{ m} \\ P &= \frac{123}{0,37} \\ P &= 332,432 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} \\ 1662,1 &= \frac{F}{A} \\ F &= \frac{3324,32}{3,14 \times 0,37^2} \\ F &= 7733,3 \text{ N} \end{aligned}$$

- Menghitung Momen Inersia

$$\begin{aligned} J &= \frac{\pi}{32} \times (d_o^4 - d_i^4) \\ J &= \frac{3,14}{32} \times (60.3^4 - 50.4^4) \\ J &= 64182,3 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- Menghitung Tegangan Maksimal & *factor of safety*

$$\tau_y = S_y = 260 \text{ Kpsi}$$

$$\tau_{maks} = \frac{S_y}{2} = \frac{260}{2} = 130$$

$$FS_I = \frac{\tau_y}{\tau_{max}} = \frac{260}{130} = 2$$

- Menghitung Tegangan geser yang diizinkan

Dalam perancangan poros propeller Toyota Avanza di asumsikan bahan yang digunakan ST 37, yang memiliki kekuatan tarik sebesar $\sigma_b = 37 \text{ kg/mm}^2$

$$\tau_{allowable} = \frac{\sigma_b}{FS} = \frac{37}{2} = 17,5 \text{ Kg/mm}^2$$

- Menghitung Tegangan geser yang terjadi akibat torsi

$$\tau = \frac{T \cdot r}{J} = \frac{123.000 \text{ Nmm} \times 3,7 \text{ mm}}{64182,3} = 7,090 \text{ Kg/mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh, maka tegangan yang terjadi ($\tau = 7,090 \text{ Kg/mm}^2$) lebih kecil dari tegangan geser yang sebenarnya sebesar ($\tau_{allowable} = 17,5 \text{ Kg/mm}^2$) sehingga,

($\tau_{allowable} = 17,5 \text{ Kg/mm}^2 > \tau = 7,090 \text{ Kg/mm}^2$) \longrightarrow AMAN

3.2. Perhitungan Perancangan Universal Joint

- Menghitung Tegangan yang diizinkan

Rumus menghitung tegangan aksial

$$T = F_1 r_1 + F_2 r_2 + F_3 r_3 + F_4 r_4$$

$$T = 4 \cdot F_1 (r_1 + r_2 + r_3 + r_4)$$

$$123000 \text{ Nm} = 4 \cdot F_1 (24+24+24+24)$$

$$F_1 = \frac{123000}{384} = 320 \text{ N}$$

$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4$$

$$r_1 = r_2 = r_3 = r_4$$

- Menghitung Factor of Safety

$$\tau_{maks} = \frac{89}{2} = \frac{89}{2} = 44,5$$

$$FS_I = \frac{89}{44,5} = \frac{89}{44,5} = 2$$

- Menghitung kode Bearing

Berdasarkan table 14/1 dan table 14/2 (Niemann dkk, 1986 ; 249 – 251)

Diperoleh kode bearing NU 4901 E.MA C2 yang merupakan bantalan rol silinder dari deretan ukuran 49 dengan pembatalan cincin luar, lubang bantalan 1 mm. kontruksi dalam dibedakan (diperkuat) dengan sarang kuningan masif diarahkan pada cincin luar dan ventilasi bantalan c2 (lebih besar dari normal).

- Menghitung umur nominal pada Bearing

Rumus menghitung umur bearing (Niemann dkk, 1986 ; 260–261)

$$L = \left(\frac{C}{p}\right)^{10/3}$$

$$L = \left(\frac{F_c \cdot i \cdot e \cdot f \cdot f^9 \cdot Z^4 \cdot D \cdot W^{27}}{X \cdot F_r + Y \cdot F_a}\right)^{10/3}$$

$$L = \left(\frac{1,2 \cdot (24)^9 \cdot (24)^4 \cdot (0,13[21+12]^{27})}{1,0,61+0}\right)^{10/3}$$

$$= 181 \text{ jutaan putaran}$$

- Menghitung umur Bearing

Rumus menghitung umur bearing (Niemann dkk, 1986 ; 265)

$$L_h = 10^6 \frac{L}{60 \cdot n}$$

$$L_h = 10^6 \left(\frac{181}{603200} \right) = 942,7 \text{ jam}$$

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan hasil analisa, maka hal yang bisa penulis jadikan hasil penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Proses analisa perhitungan pada *propeller shaft* mobil Toyota Avanza tipe E 1300 cc dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu menghitung momen puntir, tegangan geser, momen gaya, diameter poros dan pada dimensi universal joint dilakukan perhitungan yang sama
2. Material yang digunakan yaitu ST-37 aman digunakan untuk perancangan poros *propeller shaft* pada mobil Toyota Avanza tipe E 1300 cc
3. Material yang digunakan untuk perencanaan *Cross joint* adalah AISI 4620
4. Dalam perencanaan poros *propeller shaft* kode bearing yang digunakan adalah NU 4901 E.MA C2
5. Hasil perhitungan dalam perencanaan poros propeller shaft untuk mengetahui umur bearing adalah 181 jutaan putaran pada perhitungan nominal dan 942,7 jam pada perhitungan waktu

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso dan Suga, K., Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Jakarta : P.T. Pradnya Paramita, 1987.
- [2] Niemann, G alih bahasa Budiman, Anton dan Priambodo, Bambang, *Elemen Mesin, Desain dan Kalkulasi dari Sambungan, Bantalan dan Poros Jilid 1*. Jakarta : Erlangga, 1992.
- [3] Spotts, M.F., Design of Machine Elements, 6th Edition. Englewood Cliffs : Prentice Hall International, Inc, 1985.
- [4] Sato, G. Takeshi dan Hartanto, N. Sugiarto, Menggambar Mesin Menurut Standar ISO. Jakarta : P.T. Pradnya Paramita, 1989.
- [5] Dieter, George E alih bahasa Djaprie, Sriati, Metalurgi Mekanik. Jakarta: Erlangga, 1986.
- [6] Popov, E.P., SI Version Mechanics Of Materials 2nd Edition. Englewood Cliffs : Prentice Hall International, Inc, 1981