

Perancangan Poros, Pulley dan V-Belt Pada Sepeda Motor Honda Scoopy 110cc

Farhan Songgo Lelono, Ir. Iwan Nugraha Gusniar

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang

810631150092@student.unsika.ac.id

iwan.nugraha@ft.unsika.ac.id

Abstract

Dalam dunia otomotif saat ini banyak kendaraan yang sudah dijadikan kebutuhan primer akan satu perusahaan atau individu. Sehingga faktor pendukung yang dapat menyempurnakan kendaraan tersebut haruslah dipersiapkan dan sudah pada kondisi yang siap digunakan. Untuk dapat bekerjanya kendaraan tersebut, salah satu yang dapat mendukung berjalannya kendaraan diantaranya, mesin dan poros. Poros sebagai roda penggerak sebuah mesin merupakan salah satu komponen terpenting dari suatu rangkaian mesin. Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk Mampu merencanakan elemen - elemen mesin yang berdasarkan perhitungan secara sistematis dan sekaligus mengimplementasikan teori yang dilihat secara langsung dilapangan. Metode dalam penelitian ini yaitu observasi langsung dan studi literatur. Perancangan dimulai dari perhitungan yang telah dilakukan dan mendapatkan hasil seperti membandingkan diameter hasil perhitungan dengan diameter yang diketahui melalui pengukuran langsung dihasilkan pemilihan material yang pas yaitu S60C (Celup) dengan memperhatikan safety factor. Karena hasil dari perhitungan material S60C (Celup) yang paling mendekati dengan ukuran poros yang sebenarnya dengan diketahui selisih 1,2 mm dan juga dari hasil pertambahan 35 nilai Safety Factor sebesar 5,9. Sehingga didapat nilai diameter poros (Primary Drive Shaft) = 15,8 mm, untuk nilai diameter yang sesuai materialnya dan ini biasanya di buat oleh pabrik untuk faktor keamanan (safety factor). Berdasarkan pada perancangan kali ini memiliki besaran daya rencana 7,9kW dengan putaran yang direncanakan pada poros driver sebesar 1800rpm. Sehingga didapatkan jenis type V-Belt dengan kebutuhan tegangan sebesar 152,922N serta besaran tegangan maksimal yang terdapat pada V-Belt adalah 250,8N. Sehingga pada perancangan V - Belt kali ini dapat dikatakan AMAN.

Abstract

In today's automotive world, many vehicles have become the primary need for a company or individual. So that the supporting factors that can improve the vehicle must be prepared and already in a condition that is ready for use. To be able to work the vehicle, one that can support the passage of the vehicle, including the engine and axle. The shaft as the driving wheel of a machine is one of the most important components of a series of machines. The purpose of this research is to be able to plan machine elements based on systematic calculations and at the same time implement theories that are seen directly in the field. The method in this research is direct observation and literature study. The design starts from the calculations that have been carried out and get results such as comparing the diameter of the calculation with a diameter that is known through direct measurement resulting in the selection of the right material, namely S60C (Immersion) with attention to safety factors. Because the results of the calculation of the S60C material (Immersion) are closest to the actual shaft size with a known difference of 1.2 mm and also from the results of adding 35 Safety Factor values of 5.9. So that the value of the shaft diameter (Primary Drive Shaft) = 15.8 mm, for the appropriate diameter value of the material and this is usually made by the manufacturer for the safety factor. Based on this design, it has a design power of 7.9kW with a planned rotation on the driver shaft of 1800rpm. So that we get the type of V-Belt with a voltage requirement of 152,922N and the maximum voltage on the V-Belt is 250.8N. So that in the design of the V - Belt this time it can be said to be SAFE.

Keywords: Poros, Pulley, V-Belt, Scoopy 110cc



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

PENDAHULUAN

Dalam dunia otomotif saat ini banyak kendaraan yang sudah dijadikan kebutuhan primer akan satu perusahaan atau individu. Sehingga faktor pendukung yang dapat menyempurnakan kendaraan tersebut haruslah dipersiapkan dan sudah pada kondisi yang siap digunakan. Untuk dapat bekerjanya kendaraan tersebut, salah satu yang dapat mendukung berjalannya kendaraan diantaranya, mesin dan poros.

Poros sebagai roda penggerak sebuah mesin merupakan salah satu komponen terpenting dari suatu rangkaian mesin. Peranan utama poros dalam mentransmisikan daya adalah dengan mengubah gerak translasi menjadi gerak rotasi pada saat mesin beroperasi dan mengubah gerak rotasi menjadi gerak translasi pada waktu mesin akan dijalankan.

Sehingga terjadi kekurangan atau cacat pada poros tersebut, maka akan terjadi kondisi poros tersebut baik dari segi material ataupun ukurannya dan harus dalam kondisi yang sudah siap untuk dipergunakan. Jika penggantian dengan poros yang sempurna. Untuk itu maka dalam pembuatan poros tersebut harus benar - benar menggunakan perhitungan dengan ketelitian yang tinggi. Dengan demikian haruslah diketahui tingkat kekuatan, ketahanan dalam tumpuan beban dari poros tersebut.

Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk Mampu merencanakan elemen - elemen mesin yang berdasarkan perhitungan secara sistematis dan sekaligus mengimplementasikan teori yang dilihat secara langsung dilapangan

KAJIAN LITERATUR

A. Pengertian Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (gear), pulley, flywheel, engkol, sprocket dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja

sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya.

B. Fungsi Poros

Poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Setiap elemen mesin yang berputar, seperti cakaran tali, puli sabuk mesin, piringan kabel, tromol kabel, roda jalan dan roda gigi. Dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar.

C. Jenis - Jenis Poros

Adapun jenis poros sebagai berikut:

C.1 Poros Transmisi

Poros transmisi merupakan poros yang mengalami bebanan puntir (torsi), pembebanan lentur murni, maupun kombinasi dari pembebanan torsi dengan lentur. Poros mentransmisikan torsi dan *driver* (motor atau *engine*) ke *driven*.



Gambar 1 Poros Transmisi

C.2 Poros Spindle

Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran disebut *spindle*. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.



Gambar 2 Poros Spindle

C.3 Poros Gandar

Gandar adalah poros yang tidak mendapatkan beban puntir, dan tidak

boleh berputar. Poros ini dipasang diantara roda-roda seperti roda mobil, roda motor, roda kereta, dll. Poros gandar tidak menerima beban puntir, bahkan tidak boleh berputar, tapi hanya menerima beban lentur.



Gambar 3 Poros Gandar

C.4 Poros Lurus

Poros lurus merupakan poros yang berbentuk lurus biasanya ditempatkan pada konstruksi mesin.



Gambar 4 Poros Lurus

D. Pengertian Pulley

Puli adalah elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dari satu poros ke poros yang lain dengan menggunakan sabuk. Puli bekerja dengan mengubah arah gaya yang diberikan, mengirim gerak dan mengubah arah rotasi. Puli tersebut berasal dari besi cor, baja cor, baja pres atau aluminium.

Tabel 1 Tabel Dimensi Standar Pley alur V menurut IS:2494-1974

Type of belt	w	d	a	c	f	e	No. of sheave grooves (n)	Groove angle (2β) in degrees
A	11	12	3.3	8.7	10	15	6	32, 34, 38
B	14	15	4.2	10.8	12.5	19	9	32, 34, 38
C	19	20	5.7	14.3	17	25.5	14	34, 36, 38
D	27	28	8.1	19.9	24	37	14	34, 36, 38
E	32	33	9.6	23.4	29	44.5	20	—

Note : Face width (B) = (n - 1) e + 2f

Berdasarkan diameter puli yang digerakkan maka dapat dinyatakan Persamaan sebagai berikut :

$$d_2 = \frac{N_1 \cdot d_1}{N_2}$$

Keterangan :

d_2 : diameter puli yang digerakkan (mm),

d_1 : diameter puli penggerak (mm),

N_2 : putaran puli yang digerakkan (rpm),

N_1 : putaran puli penggerak (rpm).

E. Pengertian V-Belt

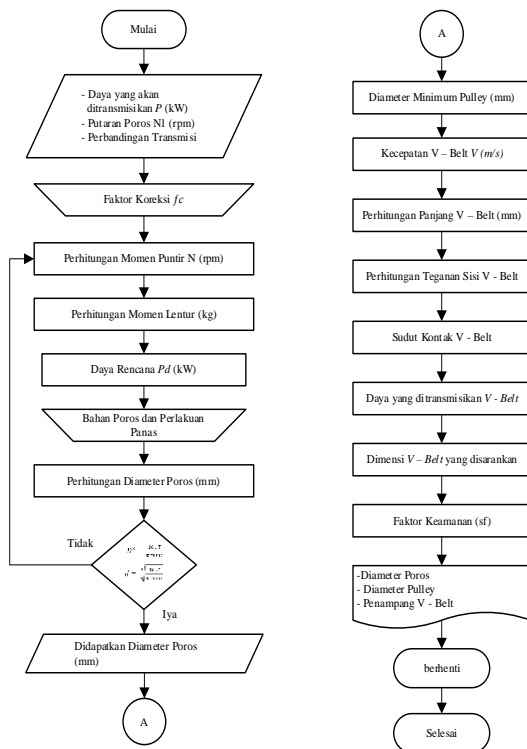
Sebagian besar sistem transmisi menggunakan sabuk V karena pemasangan yang mudah dan harga yang ekonomis. Sistem transmisi sabuk V dapat menghasilkan daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah. Sabuk V adalah sistem transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trarium yang dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V.

Tabel 2 Dimensi V-Belt Menurut IS ; 2494-1974

Type of belt	Power ranges in kW	Minimum pitch diameter of pulley (D) mm	Top width (b) mm	Thickness (t) mm	Weight per metre length in newton
A	0.7 - 3.5	75	13	8	1.06
B	2 - 15	125	17	11	1.89
C	7.5 - 75	200	22	14	3.43
D	20 - 150	355	32	19	5.96
E	30 - 350	500	38	23	—

Menurut Standar India (IS: 2494 - 1974), V-belt dibuat dalam lima tipe yaitu A, B, C, D dan E. Dimensi untuk V-belt standar ditunjukkan pada table diatas.

METODE PENELITIAN



F. Spesifikasi Elemen Mesin

Adapun spesifikasi elemen mesin dalam perancangan kali ini berdasarkan hasil pengukuran secara langsung :

Spesifikasi poros pada sepeda motor scoopy 110cc 2011

1. Diameter Poros Engkol/Crankshaft : 19 mm
2. Diameter Poros (Primary Drive Shaft) : 17 mm
3. Jarak antara sumbu poros : 304 mm
4. Material yang digunakan adalah : Baja Karbon S45C

Spesifikasi pulley dan V-belt pada sepeda motor scoopy 110cc 2011

1. Diameter Pulley Penggerak (Primary Sliding Sheave) : 116,83 mm
2. Diameter Pulley Digerakkan (Secondary Sliding Sheave) : 146,85 mm
3. V - Belt set : V-Belt tipe A (1 pcs)
4. Berat Pulley : 1 Kg
5. Berat V - Belt : 0,45 Kg

HASIL DAN PEMBAHASAN

G. Analisa Perhitungan

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan di lapangan, yaitu sebagai berikut :

Spesifikasi Sepeda Motor Honda Scoopy 110cc 2011

1. Daya Motor Maksimum (p) : 6,09 kW
2. Putaran Poros Engkol (n1) : 1.800 rpm
3. Bahan Poros : Baja Karbon S45C
4. V - Belt tipe : V - Belt tipe A (1 pcs)
5. Berat F1 (Clutch Housing) : 2,9 kg
: 28,42 N
6. Berat F2 (Pulley, V - Belt dan Clutch Carier) : 2 Kg
: 19,60 N

H. Perhitungan Poros

H.1 Momen Puntir Pada Poros

Didapatkan rumus dalam menentukan besaran momen puntir yang terjadi pada:

$$T_1 = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n}$$

Keterangan :

$$P : 6,09 \text{ kW} \longrightarrow = 6.090 \text{ Watt}$$

$$N_1 : 1.800 \text{ rpm}$$

$$N_2 : 1.400 \text{ rpm}$$

Sehingga :

$$T_1 = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n}$$

$$T_1 = \frac{6.090 \text{ Watt} \times 60}{2 \times 3,14 \times 1.800 \text{ rpm}}$$

$$T_1 = \frac{365.400}{11.304}$$

$$\therefore T_1 = 32,32 \text{ N. m}$$

$$T_1 = \frac{P \times 60}{2 \times \pi \times n}$$

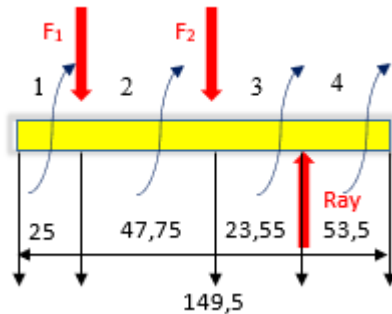
$$T_1 = \frac{6.090 \text{ Watt} \times 60}{2 \times 3,14 \times 1.400 \text{ rpm}}$$

$$T_2 = \frac{365.400}{22.608}$$

8.792

∴ T2 = 41,5N.m

H.2 Analisa Momen Lentur Pada Poros



Gambar 5 Analisa DBB Poros

H.3 Diameter Poros

Didapatkan rumus dalam menentukan besaran Diameter Poros sebagai berikut:

$$\frac{S_y}{F_s} = \frac{32}{\pi \cdot d^3} = \sqrt{(Ml)^2 + \left(\frac{T}{2}\right)^2}$$

$$d^3 = \frac{32 \cdot F_s}{\pi \cdot S_y} \sqrt{(Ml)^2 + \left(\frac{T}{2}\right)^2}$$

Setelah didapatkan rumus Diameter Poros, maka dapat dimasukkan datanya sesuai dengan yang didapatkan, spesifikasi dan material

1. Material S20C (rol panas)

$$d^3 = \frac{32 \cdot F_s}{\pi \cdot S_y} \sqrt{(Ml)^2 + \left(\frac{T}{2}\right)^2}$$

$$d^3 = \frac{32 \cdot 2,3}{3,14 \cdot 165 \text{ mpa}} \sqrt{(1,53 \text{ N.m})^2 + \left(\frac{41,5 \text{ N.m}}{2}\right)^2}$$

$$d^3 = 0,142 \sqrt{432,903 \text{ N.m}}$$

$$d^3 = 0,142 \times 20,806 \text{ N.m}$$

$$d^3 = 2,95 \text{ Nm} \Rightarrow 2.950 \text{ Nmm}$$

$$\therefore d = 14,34 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan diameter poros dengan bahan Baja S20C (rol panas) sebesar 14,34 mm

2. Material S60C (rol panas)

$$d^3 = \frac{32 \cdot F_s}{\pi \cdot S_y} \sqrt{(Ml)^2 + \left(\frac{T}{2}\right)^2}$$

$$d^3 = \frac{32 \cdot 4,5}{3,14 \cdot 250 \text{ mpa}} \sqrt{(1,53 \text{ N.m})^2 + \left(\frac{41,5 \text{ N.m}}{2}\right)^2}$$

$$d^3 = 0,183 \sqrt{432,903 \text{ N.m}}$$

$$d^3 = 0,183 \times 20,806 \text{ N.m}$$

$$d^3 = 3,8 \text{ Nm} \Rightarrow 3.800 \text{ Nmm}$$

$$\therefore d = 15,6 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan diameter poros dengan bahan Baja S60C (rol panas) sebesar 15,6 mm.

3. Material S60C Celup

$$d^3 = \frac{32 \cdot F_s}{\pi \cdot S_y} \sqrt{(Ml)^2 + \left(\frac{T}{2}\right)^2}$$

$$d^3 = \frac{32 \cdot 5,9}{3,14 \cdot 310 \text{ mpa}} \sqrt{(1,53 \text{ N.m})^2 + \left(\frac{41,5 \text{ N.m}}{2}\right)^2}$$

$$d^3 = 0,193 \sqrt{432,903 \text{ N.m}}$$

$$d^3 = 0,193 \times 20,806 \text{ N.m}$$

$$d^3 = 4,01 \text{ Nm} \Rightarrow 4.015 \text{ Nmm}$$

$$\therefore d = 15,8 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan diameter poros dengan bahan Baja S60C (Celup) sebesar 15,8 mm.

I. Perhitungan Pulley dan V-Belt

1. Menghitung Diameter Pulley yang digerakkan.

Berdasarkan ketentuan yang terdapat dalam Tabel 2.6 dimana diameter minimum Pulley ditentukan berdasarkan jenis *type V - Belt*, maka diameter minimum Pulley adalah 125, Karena pada perancangan kali ini *Type V - Belt* menggunakan *Type B*. Maka dapat dinyatakan nilai besaran diameter pulley yang digerakkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{d_2}{d_1^2}$$

$$d_2 = \frac{1.800 \text{ rpm}}{1.400 \text{ rpm}} = \frac{d_2^2}{125 \text{ mm}}$$

$$\therefore d_2 = \frac{1.800 \text{ rpm} \cdot 125 \text{ mm}}{1.400 \text{ rpm}} = 160 \text{ mm}$$

Jadi berdasarkan diameter Pulley penggerak didapatkan diameter Pulley yang digerakkan yaitu $d_1 = 125 \text{ mm}$ dan $d_2 = 160 \text{ mm}$

2. Panjang V-belt

Untuk mengetahui panjang perencanaan V - belt yang digunakan digunakan rumus sebagai berikut :

$$L = \pi(r_1 + r_2) + 2 \cdot X + \frac{(r_1^2 + r_2^2)}{x}$$

Keterangan :

r_1 : 62,5 mm

r_2 : 85 mm

Jarak antar poros perancangan (X) : 304 mm

Sehingga :

$$L = \pi(r_1 + r_2) + 2 \cdot X + \frac{(r_1^2 + r_2^2)}{x}$$

$$L = \frac{3,14(62,5\text{mm} + 80\text{mm}) + 2 \cdot 304 + (62,5^2\text{mm} + 80^2\text{mm})}{304}$$

$$L = 447,45\text{mm} + 608 + 33,9\text{mm}$$

$$\therefore L = 1089,8 \text{ mm}$$

3. Perhitungan Kecepatan V-Belt

Perhitungan kecepatan keliling belt di pengaruhi oleh diameter *Pulley* danputaran. Maka didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot N_1}{60}$$

Keterangan :

d : 125 mm

N : 1.800 rpm

Sehingga :

$$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot N_1}{60}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,125\text{m} \cdot 1.800\text{rpm}}{60\text{sec}}$$

$\therefore v = 11,77 \text{ m/sec} < 25 \text{ m/s}$ Maka, kecepatan sabuk Am

Sudut putaran *Pulley* kecil yang ada pada motor dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

$$\theta = \frac{(180 - 2\alpha) \pi}{180}$$

$$\theta = \frac{(180 - 2 \cdot 2,86) \pi}{180}$$

$$\therefore \theta = 3,06\text{rad}$$

4. Tegangan Maksimal V-Belt

Tegangan maksimal yang terjadi pada sabuk V dapat diketahui secara sistematis melalui perhitungan tegangan tarik maksimal tipe sabuk A (T_{smax}) terhadap luas penampang sabuk V (A).

$$T_{max} = T_{smax} \cdot A \\ = 1,72 \text{ mpa} \cdot 145,86 \text{ mm}^2 = 250,8 \text{ N}$$

5. Kebutuhan Tegangan V-Belt

Untuk mengetahui bahwa sabuk yang dipilih adalah aman, maka dihitung terlebih dahulu kebutuhan tegangan sabuk V untuk menggerakkan *Pulley* Belakang.

$$T = T_1 - T_2 \\ = 162,852 \text{ N} - 9,93 \text{ N} \\ = 152,922 \text{ N}$$

Maka, didapat tegangan maksimal dari sabuk V tipe B adalah 250,8 N sedangkan kebutuhannya hanya memerlukan sebesar 152,922 N oleh karena itu sabuk tipe B dapat dinyatakan AMAN.

6. Pembahasan

Dengan membandingkan diameter hasil perhitungan dengan diameter yang diketahui melalui pengukuran langsung dihasilkan pemilihan material yang pas yaitu S60C (Celup) dengan memperhatikan *safety factor*. Karena hasil dari perhitungan material S60C (Celup) yang paling mendekati dengan ukuran poros yang sebenarnya dengan diketahui selisih 1,2 mm dan juga dari hasil pertambahan 35 nilai *Safety Factor* sebesar 5,9. Sehingga didapat nilai diameter poros (*Primary Drive Shaft*) = 15,8 mm, untuk nilai diameter yang sesuai materialnya dan ini biasanya di buat oleh pabrikan untuk faktor keamanan (*safety factor*).

Berdasarkan pada perancangan kali ini memiliki besaran daya rencana 7,9kW dengan putaran yang direncanakan pada poros *driver* sebesar 1800rpm. Sehingga didapatkan jenis type V-Belt dengan kebutuhan tegangan sebesar 152,922N serta besaran tegangan maksimal yang terdapat pada V- Belt adalah 250,8N. Sehingga pada perancangan V - Belt kali ini dapat dikatakan AMAN, karena kebutuhan tegangan tidak melebihi besaran tegangan maksimal pada V - Belt.

KESIMPULAN

Dari analisa dan perhitungan dalam perancangan kali ini didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Diameter Poros (*Primary Drive Shaft*) = 17,1 mm

2. Diameter *Pulley* Penggerak (d_1) = 125 mm
3. Diameter *Pulley* Digerakkan (d_2) = 150 mm
4. Jenis sabuk standar tipe B, dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - a. Lebar (b) = 17 mm
 - b. Tebal (h) = 11 mm
 - c. Sudut Alur (2θ) = 38°
 - d. Density Karet = 1140 kg/cm³
 - e. Tegangan Tarik maksimal (T_{smax}) = 1,72 Mpa
 - f. Kecepatan *V - Belt* = 11,77 m/sec
 - g. Panjang *V - Belt* = 1071,1 mm
 - h. Tegangan maksimal *V - Belt* = 250,8 N
 - i. Kebutuhan Tegangan *V - Belt* = 152,9 N
 - j. Sehingga *V - belt* dengan *Type B* dapat dikatakan AMAN

SARAN

Ketika sedang melakukan perancangan dan perhitungan, banyak hal yang harus diperhatikan, antara lain:

1. Untuk perencanaan ini sebaiknya diperhatikan bahan yang digunakan untuk desain poros dan V-Belt
2. Dalam perencanaan ini tegangan V-Belt harus lebih besar dari tegangan yang terjadi.
3. Perlu perawatan CVT agar Pully dan V-BELT dapat bekerja dengan baik.
4. Suatu perencanaan sebaiknya diperhatikan bahwa harga yang didapat dari hasil perhitungan harus lebih kecil dari pada harga yang diinginkan.

REFERENSI

- [1] Cossalter, V. (2006). *Motorcycle Dynamics*. English.
- [2] Lubis, H. (2008). Sejarah Perkembangan Sepeda Motor. *Jurnal Transportasi*, Edisi Khusus, 8 (3); 199-233.
- [3] Auto2000. (2020, September 22). *Fungsi Foros Engkol Crankshaft*. Diambil

kembali dari Auto 2000 :

<https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/fungsiporos-engkol-crankshaft#>

[4] Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (1982). *A Text Book Of Machine Design*. Ram Nagar-New Delhi: Eurasia Publishing House.

[5] Mott, R. L. (2009). *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis Perancangan Elemen Mesin Terpadu*. Yogyakarta: ANDI YOGYAKARTA.

[6] Popov, E. P. (1984). *MEKANIKA TEKNIK*. California, Berkeley: Penerbit Erlangga.

[7] AliExpress. (2020, Juli 15). *Item*. Diambil kembali dari aliexpress: <https://id.aliexpress.com/item/32930917778.html>

[8] ASTRA MOTOR. (2019, Oktober 21). *spesifikasi keunggulan dan harga honda vario 125 esp*. Diambil kembali dari astramotor: <https://www.astramotor.co.id/spesifikasi-keunggulan-dan-harga-honda-vario-125-esp/>

[9] Hamrock, d. (1999). *Fundamentals of Machine Elements*. Singapore: McGraw-Hill.

[10] Jinlun. (1999). *machined products differential axle shaft*. Diambil kembali dari eamachine: <http://m.id.eamachine.com/machinedproducts/differential-axle-shaft.html>

[11] Rahmadani, Ari. 2018. *Perencanaan Proses dan Pembuatan Poros Spindel*. Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Syiah Kuala

[12] Shigley, Joseph E., dan Larry D. Mitchell. 1983. *Perencanaan Teknik Mesin Edisi Keempat* (Gandhi Harahap, penerjemah). Jakarta. Erlangga