

Perancangan Alat Bantu Start Engine Motor

Abdul Malik Made¹, Andrie Saputro²

Jurusan Mesin, Fakultas teknik, Universitas batam, Jl. Uniba no 5 Batam Center, Kota Batam, 29646, Indonesia.

Abstrak

Suatu mesin tidak dapat hidup (Start) dengan sendirinya, maka dibutuhkan sebuah system yang menghasilkan tenaga yang berperan sebagai penggerak awal putaran mesin dan sering dikenal sebagai sistem starter. Namun, tidak semua motor memiliki sistem starter karena alasan masing-masing. Seperti pada motor klasik (motor yang mulai banyak dilestarikan dan bernilai jual fantastis yang sering diburu para kolektor) sistem starter mungkin belum ada pada zamannya dan mungkin sebagian sudah ada namun part yang dibutuhkan sudah tidak diproduksi lagi. Lain halnya dengan motor balap, sistem starter tidak digunakan karena berpotensi menghambat power mesin. Rumusan masalah perancangan alat bantu start engine motor adalah mengetahui proses perancangan alat dan komponen yang akan dipilih. Dengan memilih motor listrik dengan daya 550 watt, dengan kecepatan putaran 2800 rpm, 3/4 hp, dan 1 fasa, kemudian diteruskan pada sproket/rantai yang berfungsi sebagai sistem transmisi yang terhubung dengan gear penggerak 1 dengan diameter 14mm dan gear yang digerakkan 14mm, dan diameter 2 poros yang digerakkan 17 mm, diameter poros penggerak 18 mm. Sebagai penopang dari poros ada 2 bantalan (Pillow bearing) yang terletak pada poros.

Kata kunci: Penggerak awal, sistem starter, transmisi.

Abstract

A machine cannot live (Start) by itself, then it needs a system that generates power that serves as the driving force of the early rounds of the engine and is often known as a starter system. However, not all motor starter systems for each. As in the classic motor (the motor that is starting numerous preserved and worth selling a fantastic seamless collectors) systems there may not have been a starter in his day and perhaps some already exist but the part needed is already in production not again. Other than with motor racing, the starter is not used because it could potentially hinder the power of the engine. Formulation design of tool problem start engine motor is knowing the process designing tools and components that will be selected. By selecting the electric motor with power 550 watt, with a lap speed of 2800 rpm, 3/4 hp, 1 phase, and then forwarded on sprocket/chain that serves as a transmission system that is connected with the driving gear 1 14 mm in diameter and gear 14 mm, and the diameter of the driven 2-driven shaft 17 mm, diameter propulsion shaft 18 mm. shaft of the cantilever As there are 2 bearings (bearing Pillow) located on the shaft.

Key words: Eearly movers, starter, transmission system

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi pada masa sekarang ini sangat berperan penting dalam era modern. Teknologi berkembang sangat maju dan pesat seiring dengan kemajuan zaman. Masyarakat menuntut kemudahan dalam segala hal tak terkecuali dengan teknologi. Teknologi yang dibutuhkan haruslah berkualitas tinggi, mudah didapatkan, murah, dan efisien dalam penggunaannya.

2. Metodologi Rancangan

Suatu mesin tidak dapat hidup (*start*) dengan sendirinya, maka mesin tersebut memerlukan tenaga dari luar yang berperan untuk

memutar poros engkol dan membantu menghidupkan motor bakar. Hal itulah yang menyebabkan dibutuhkan system starter pada kendaraan. Tetapi, tidak untuk motor yang membutuhkan perlakuan khusus, seperti: motor balap (mesin yang menghasilkan tenaga kuda

besar dan memiliki kompresi yang besar), sistem *starter* pada motor tidak digunakan dikarenakan berpotensi mengurangi *power* mesin. Maka, motor tersebut membutuhkan sebuah alat bantu yang dapat mempermudah untuk menghidupkannya. Adapun motor klasik (motor yang banyak diburu kolektor dan bernilai jual yang tinggi), sistem *starter* motor mungkin belum ada dikarenakan pada zamannya yang belum berekembang dan mungkin sebagian sudah ada namun *part* yang dibutuhkan sudah tidak diproduksi lagi pada saat ini.

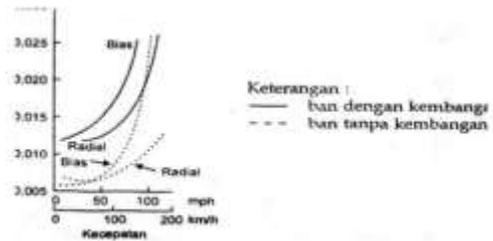
Metodologi Perancangan

Perancangan :

- a) Mulai perkiraan perancangan.
- b) Pembelajaran *literature* dari lapangan.
 Pembelajaran *literature* dari lapangan adalah mencari dan menghimpun data-data atau sumber sumber yang berhubungan dengan alat bantu *start engine*.
- c) Sketsa *design*.
 Sketsa *design* yang dimaksud adalah merancang sebuah design guna mendapatkan: Gambaran tema perancangan, meminimalisir kesalahan perancangan, mempertajam pengamatan.
- d) Membuat analisa rancangan.
 Membuat analisa rancangan bertujuan untuk memudahkan menentukan komponen-komponen alat yang dibutuhkan dan spesifikasi bahan yang akan direkomendasikan.
- e) Gambar hasil rancangan.
 Gambar hasil rancangan merupakan hasil dari diagram alir. Gambar dibuat dengan menggunakan *software solidwork*.

Langkah langkah pemilihan komponen:

- a. Daya yang dibutuhkan untuk menghidupkan motor. Umumnya dinamo *starter* pada motor biasanya menghasilkan kecepatan berkisar 300 rpm. Maka untuk itu digunakan motor listrik AC yang menghasilkan kecepatan 1400 rpm.
- b. Gaya gesek pada ban, Tahanan guling, Beban Total. Gaya gesek dalam bentuk (N) dapat diperoleh dari beban total (N) dikalikan dengan koefisien gesek (μ) yang dapat dicari pada grafik koefisien *Rolling resistance*.



Gambar 2.1 koefisien rolling resistance

Perhitungan gaya gesek pada ban sebagai berikut: Berat 1/2 motor + berat operator = m
 Koefisien gesek

$$(F_s) = w \times \mu \quad (2-1)$$

$$fs \text{ gesek} = w \times \mu \\ = m \times g \times h$$

Tahanan Guling (F_r) akan bereaksi pada beban alat, sehingga timbul tahanan guling. Rata-rata tahanan dapat dilihat pada gambar tabel *Rolling Resistance Coefficient*

Rolling Resistance Coefficient		
c	c_f (mm)	
0.001 - 0.002	0.5	railroad steel wheel on steel rails
0.001		bicycle tire on wooden track
0.002 - 0.005		low resistance tubeless tires
0.002		bicycle tire on concrete
0.004		bicycle tire on asphalt road
0.005		dirty tram rails
0.006 - 0.01		truck tire on asphalt
0.008		bicycle tire on rough paved road
0.01 - 0.015		ordinary car tires on concrete
0.03		car tires on tar or asphalt
0.04 - 0.08		car tire on solid sand
0.2 - 0.4		car tire on loose sand

Gambar 2.2 rolling resistance coefficient

$$fr \text{ tahanan} = C_{rr} \times w \quad (2-2) \\ = C_{rr} \times m \times g$$

Beban total adalah penjumlahan antara gaya gesek (Fs) ditambah dengan tahanan guling (Fr). Beban total (F) dapat dihitung dengan rumus:

$$F \text{ total} = F_s + F_r \quad (2-3)$$

Daya motor yang diinginkan diperoleh dengan mengalikan beban total (F) dengan

kecepatan (V). Kecepatan diperoleh dari asumsi yang diinginkan. Untuk itu dipilih 10 km/jam. Daya motor yang diinginkan dapat dihitung dengan rumus:

$$P_{motor} = F \times v \quad (2-4)$$

perhitungan kecepatan putar pada komponen yang digerakkan. Untuk menentukan torsi yang diperlukan agar dapat menghasilkan gaya dihitung sebagai berikut:

$$T = F \cdot X \quad (2-5)$$

Keterangan :

T = Torsi (kg . mm)

F = Gaya (kg)

X = Jarak dari sumbu putar keposisi roller (mm)

Menetapkan diameter gigi penggerak (D_1), gigi yang digerakkan (D_2) serta kecepatan motor (n_1). Menghitung kecepatan elemen yang digerakkan (n_2) yaitu dengan menggunakan persamaan seperti berikut:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (2-6)$$

Selanjutnya Daya roller dihitung sebagai berikut :

$$P_{roller} = T \cdot \omega \quad (2-7)$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n_{roller}$$

Dimana ω = Kecepatan sudut (radian permenit)

n_{roller} = Kecepatan roller (rpm)

pada perancangan ini kecepatan yang dipilih pada motor yaitu 2800 rpm jadi $n_{motor} = 2800$ rpm

$$n_{motor} = n_{gear\ motor} = n_1 = 2800 \text{rpm}$$

Tabel 3.2 faktor - faktor koreksi (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997)

Daya yang akan ditransmisikan	F_t
Daya rata - rata yang diperlukan	1,2 - 20
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 - 1,2
Daya normal	1,0 - 1,5

Dengan memasukkan nilai factor koreksi yang dipilih pada table 2.1 kepersamaan (3-2) maka

diperoleh nilai n_{roller} . Selanjutnya daya roller (P_{roller}) dihitung menggunakan persamaan (3-3). Pada Mesin ini terdapat 2 bagian yang bekerja yaitu pada bagian 1 (Penggerak)Motor, serta Poros, gear/sprocket, sedangkan untuk bagian 2 (Digerakkan) yaitu gear/sprocket, Poros, serta roller.

Menentukan Daya Rencana yang Digerakkan.

$$P_{rencana} = f_c \cdot P_{roller} \quad (2-8)$$

Keterangan:

$P_{rencana\ 1}$ = Daya rencana motor = Daya rencana gear/sprocket motor

$P_{rencana\ 2}$ = Daya rencana roller = Daya rencana poros = Daya rencana gear/sprocket

Menentukan Torsi Rencana yang Digerakkan

$$P_{rencana\ 2} = \frac{T_{rencana\ 2} \cdot 2 \pi \cdot n_2}{60} \quad (2-9)$$

$$T = T_{rencana} = \frac{60 \cdot P_{rencana\ 2} \cdot 60}{2 \pi \cdot n_2} \quad (2-10)$$

Dimana :

T = Trencana = Torsi rencana = Torsi rencana 1 = Torsi rencana 2

Menentukan Diameter Poros yang Digerakkan.

Diameter Poros (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997) ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$d_{s2} \geq 4,1 \sqrt[4]{T_{rencana\ 2}} \quad (2-11)$$

Menentukan Daya Rencana penggerak.

$$P_{rencana\ 1} = P_{rencana\ 2} \quad (2-12)$$

Menentukan Torsi Rencana penggerak.

$$T_{rencana\ 1} = \frac{60 \cdot P_{rencana\ 1}}{2 \pi \cdot n_1} \quad (2-13)$$

Menentukan Diameter Poros penggerak.

Diameter Poros (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997) ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$ds1 \geq 4,1 \sqrt[4]{Trencana 1} \quad (2-14)$$

Perhitungan daya motor. Sebelum menentukan daya motor, terlebih dahulu daya rencana 1 menggunakan persamaan :

$$Prencana 1 = fc . Pmotor$$

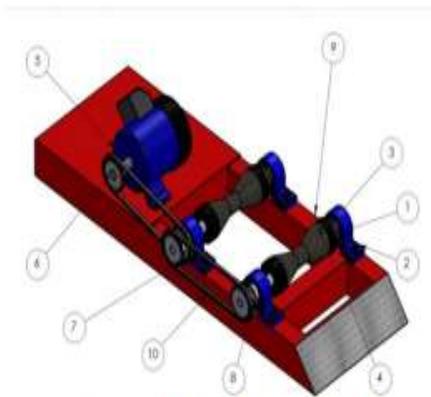
Sehingga Daya motor ditentukan dengan persamaan :

$$Pmotor = Prencana 1 / fc \quad (2-15)$$

Roller.

Roller dibuat menggunakan bahan teflon (*polytetraflouroethylene*) / PTFE merupakan bahan sintetik yang kuat dan tahan terhadap panas sampai kisaran 250°C. Yang kemudian permukaannya akan dikartel/*knurling* agar menyerupai tingkat kekasaran aspal.

3. Hasil Perancangan.



Gambar 3.1 Hasil Rancangan

- Keterangan:
1. Poros
 2. Pillow Bearing
 3. Bearing
 4. Roller
 5. Motor
 6. Gear 3
 7. Gear 2
 8. Gear 1
 9. Rangka
 10. Ranta

Daya yang dibutuhkan untuk menghidupkan motor.

Umumnya dinamo *starter* pada motor biasanya menghasilkan kecepatan berkisar 300 rpm. Maka untuk itu digunakan motor listrik AC yang menghasilkan kecepatan 1400 rpm.

Gaya gesek pada ban, Tahanan guling, Beban Total.

Gaya gesek dalam bentuk (N) dapat diperoleh dari beban total (N) dikalikan dengan koefisien gesek (μ) yang dapat dicari pada grafik koefisien *Rolling resistance*. Perhitungan gaya gesek pada ban sebagai berikut:

- Berat 1/2 motor = 100 kg
- Berat operator = 50 kg
- Berat 1/2 motor + Berat Operator = 150 kg
- Koefisien *Rolling resistance* = 0,012
- Koefesien gesek

$$\begin{aligned} (Fs) &= w \times \mu & (3-1) \\ fs \text{ gesek} &= w \times \mu \\ &= m \times g \times h \\ &= 150 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s} \times 0,012 \\ &= 17,65 \text{ N} \end{aligned}$$

Tahanan Guling (Fr) akan bereaksi pada beban alat, sehingga timbul tahanan guling. Rata-rata tahanan dapat dilihat pada tabel *Rolling Resistance Coefficient*.

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata tahanan (Crr)} & \\ &= 0,03 \text{ fr tahanan} = Crr \times w \quad (3-2) \\ &= Crr \times m \times g \\ &= 0,03 \times 150 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s} \\ &= 44,14 \text{ N} \end{aligned}$$

Beban total adalah penjumlahan antara gaya gesek (Fs) ditambah dengan tahanan guling (Fr). Beban total (F) dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} F \text{ total} &= Fs + Fr & (3-3) \\ &= 17,65 \text{ N} + 44,14 \text{ N} \\ &= 61,79 \text{ N} \end{aligned}$$

Daya motor yang diinginkan diperoleh dengan mengalikan beban total (F) dengan kecepatan (V). Kecepatan diperoleh dari asumsi yang diinginkan. Untuk itu dipilih 10 km/jam. Daya motor yang diinginkan dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} Pmotor &= F \times v & (3-4) \\ &= 61,79 \text{ N} \times 10 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$= 61,79 \text{ N} \times 10 \times 1000/3600 \text{ m/s}$$

$$= 61,79 \times 2,7$$

$$= 167 \text{ watt}$$

Jadi, daya yang dibutuhkan adalah 167 watt.

Perhitungan untuk kecepatan putar pada komponen yang digerakkan.

Dalam perancangan mesin ini nilai dari diameter yang terdapat pada pada gear.

$$D1 \text{ (penggerak)} = 14 \text{ mm}$$

$$D2 \text{ (digerakkan)} = 16 \text{ mm}$$

$$n^1 = 2800 \text{ rpm}$$

$$f_c = 1,5 \text{ (daya normal)}$$

$$\frac{n^1}{n^2} = f_c \cdot D^1/D^2 \quad (3-5)$$

$$1,5 \times 16/14 = 1,7$$

$$n_2 = n^1/1,7 = 2800/1,7$$

$$= 1647 \text{ rpm}$$

Menentukan daya roller

Dasar perancangan mesin ini adalah mengetahui seberapa besar putaran yang diberikan dari roller ke ban motor

$$P_{roller} = \frac{T \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_2}{60} \quad (3-6)$$

$$= \frac{150 \text{ kg} \cdot \text{mm} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1647 \text{ rpm}}{60}$$

$$= \frac{1551474}{60} \text{ kg} \cdot \text{mm}/\text{det}$$

$$= 25858 \text{ kg} \cdot \text{mm}/\text{det}$$

Menentukan Daya Rencana Penggerak Mesin

Pada mesin ini terdapat dua bagian yang bergerak yaitu komponen komponen penggerak dan komponenkomponen yang digerakkan. Bagian dari penggerak antara lain motor listrik, gear dan roller, seperti pada gambar dibawah ini :

$$P_{rencana2} = Fc \cdot P_{roller} \quad (3-7)$$

$$= 1,5 \cdot 25858 \text{ kg} \cdot \text{mm}/\text{det}$$

$$= 38787 \text{ kg} \cdot \text{mm}/\text{det}$$

Torsi Rencana Penggerak

Setelah mengetahui daya penggerak maka diameter poros dapat dihitung namun dalam perhitungan poros harus diketahui terlebih dahulu torsi rencana, berikut perhitungan torsi rencana.

$$T_{rencana 2} = \frac{P_{rencana 2} \cdot 60}{2 \pi n_2}$$

$$= \frac{38787 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 1647}$$

$$= \frac{2327220}{10343}$$

$$= 225 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

Menghitung Diameter Poros Penggerak

$$ds_2 \geq 4,1 \sqrt[3]{T_{rencana 2}}$$

$$ds_2 \geq 4,1 \sqrt[3]{225}$$

$$ds_2 \geq 4,1 \cdot 3,87$$

$$ds_2 \geq 16 \text{ mm}$$

$$ds_2 = 18 \text{ mm}$$

Perhitungan Daya Rencana Komponen yang Digerakkan Bagian dari komponen-komponen yang digerakkan antara lain shaft, roller dan gear.

$$P_{rencana 1} = P_{rencana 2}$$

$$(3-10)$$

$$= 38787 \text{ kg} \cdot \text{mm}/\text{det}$$

Torsi Rencana yang digerakkan.

$$T_{rencana 1} = \frac{P_{rencana 2} \cdot 60}{2 \pi n_1}$$

$$= \frac{38787 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 2800}$$

$$= \frac{2327220}{17584}$$

$$= 132 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

Menghitung Diameter Poros yang digerakkan.

$$ds_1 \geq 4,1 \sqrt[3]{T_{rencana 1}}$$

$$ds_1 \geq 4,1 \sqrt[3]{132}$$

$$ds_1 \geq 4,1 \cdot 3,39$$

$$ds_1 \geq 14 \text{ mm}$$

$$ds_1 = 17 \text{ mm}$$

Menghitung Daya Motor

$$P_{motor} = \frac{P_{rencana 1}}{Fc}$$

$$= \frac{38787}{1,5}$$

$$= 25858 \text{ kg} \cdot \text{mm}/\text{det}$$

Dalam Satuan watt

$$P_{motor} = \frac{25858}{1000} \times 9,8 \text{ m}/\text{det}^2$$

$$= 253,4 \text{ watt}$$

Dari hasil perhitungan Gaya gesek pada ban, tahanan guling, dan beban total, daya yang dibutuhkan adalah 167 watt. Dan dari hasil perhitungan untuk kecepatan putar pada komponen yang digerakkan, daya yang dibutuhkan 253,4 watt.

Maka hasil dari Gaya gesek pada ban, tahanan guling, dan beban total + perhitungan untuk kecepatan putar pada komponen yang digerakkan = 167 watt + 253,4 watt = 420,4 watt. Dengan pertimbangan kinerja mesin agar berfungsi dengan maksimal dan ketersediaan motor listrik yang ada di pasaran, maka motor yang digunakan adalah motor dengan daya 0,55 Kw atau 550 watt.

Karakteristik roller.

Roller dibuat menggunakan bahan Teflon (*polytetrafluoroethylene*) / PTFE yang kemudian permukaannya akan dikartel/*knurling* agar mendekati tingkat kekasaran aspal dengan kekasaran: $R_a = 6,3 \mu\text{m}$ dengan tingkat kekasaran N10 dan panjang sampel 2,5 μm .

4. Kesimpulan

Adapun hasil dari perancangan Alat Bantu *Start Engine* ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sketsa rancangan Alat Bantu *Start Engine* telah dibuat di bab 4, yang mana komponen-komponennya adalah poros, 2 buah bantalan, 2 *Roller*, 3 *gear* yang digerakkan yang terdapat pada poros, 1 *gear* penggerak yang terdapat pada motor.
2. Material yang digunakan untuk poros digunakan material baja karbon SC45C, Sedangkan pada *roller* material yang digunakan adalah *teflon PVC* yang kemudian dikartel/*knurling*.
3. Sistem penggerak Alat Bantu *Start Engine* ini adalah motor listrik dengan daya 550 watt, kecepatan 2800 rpm, 3/4 hp dan 1 fasa, kemudian diteruskan pada *sprocket*/rantai yang berfungsi menggerakkan komponen-komponen berupa *gear* dengan diameter D1 (*gear* penggerak) 14 mm dan D2 (*gear* yang digerakkan) 14 mm, dan diameter poros 2 (poros yang digerakkan) 17 mm, diameter poros 18mm (poros penggerak). Sebagai penopang dari

poros ada 4 buah bantalan (*pillow bearing*) yang terletak pada ujung poros.

4. Untuk gambar dari komponen-komponen mesin hasil perancangan ini terdapat pada lampiran, selanjutnya gambar tersebut bisa digunakan untuk pembuatan Alat Bantu *Start Engine* Motor.

DAFTAR PUSTAKA

- Sularso dan Suga K, 1997, *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*, Bandung, Indonesia.
- Mubarokah Asep, 2012, *Bearing/bantalan*, termuat di *Tugas Akhir Mesin Perajang Singkong*, Sukabumi, Indonesia.
- Hermawan, 2012, *Bearing/bantalan*, Bab II dasar teori termuat di <http://eprints.undip.ac.id/>, diakses 26 maret 2016.
- Sutantra I.N, 2001. *Teknologi Otomotif Teori dan Aplikasinya*. Guna Widya, Surabaya, Indonesia.