

DESAIN ELECTRIC STARTING SYSTEM UNTUK KAPAL SLEREK DI KAWASAN CAMPLONG KABUPATEN SAMPANG PULAU MADURAesain

Arief Syarifuddin¹⁾, Ika Wahyu Novianti¹⁾, Akhmad Maulidi¹⁾, Erdina Arianti²⁾

¹⁾Politeknik Negeri Madura

Jl. Raya Taddan Km. 4, Sampang, Jawa Timur, Indonesia 69281

²⁾Balai Teknologi Hidrodinamika - BPPT

Jl. Hidrodinamika BPPT, Sukolilo, Jawa Timur, Indonesia 60112

Email: ariefsyarifuddin@poltera.ac.id

Abstrak

Nelayan di pulau Madura hampir semuanya menggunakan kapal slerek dengan penggerak utamanya adalah motor diesel. Motor diesel yang digunakan untuk kapal slerek di wilayah Madura, khususnya Camplong, kebanyakan masih menggunakan sistem *starting* konvensional atau mekanik, yang berisiko cedera terhadap operatornya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkonversi sistem *starting* konvensional menjadi sistem *starting* elektrik, dengan demikian dapat meminimalisir risiko cedera yang dialami oleh operator. Desain sistem *starting* elektrik didasarkan kepada banyak literatur dan regulasi, sehingga menghasilkan desain yang optimal. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah motor *starter* dengan daya sebesar 0.8 kW dan tegangan 12 V, roda gigi dengan tipe *ring gear* yang memiliki gigi sebanyak 115 gigi dan diameter dalam 340 mm, *pulley* dengan lebar 60 mm dan diameter 94.50 mm, *v-belt* dengan panjang nominal 813 mm, bahan adaptor berupa baja St 33 dengan panjang adaptor sebesar 220 mm dan lebar 150 mm, baterai dengan kuat arus 70 A dan tegangan 12 V, serta alternator dengan kuat arus 75 A dan *output* tegangan 13.2 V. Selain itu, hasil dari *design* peletakan *electric starting system* adalah gambar rencana umum dan *engine room lay out* pada Kapal Ikan "Rajawali" dengan ketentuan *main engine* akan diletakkan di bagian *main deck*.

Kata Kunci: elektrik, *starting*, kapal, slerek, Madura

Abstrak

Almost all the fishermen on the island of Madura using slerek boat with main propulsion is a diesel engine. Diesel engines used for slerek boat in the Madura Island, especially Camplong, mostly still use conventional or mechanical starting systems, which risk injury to their operators. This research aims to convert a conventional starting system into an electric starting system, so as to minimize the risk of injury suffered by the operator. The electrical starting system design is based on a lot of literature and regulations to get an optimal design. The results obtained from this study are a starter motor with a power of 0.8 kW and a voltage of 12 V, a gear with a ring gear type that has 115 tooth and an internal diameter of 340 mm, a pulley with a width of 60 mm and a diameter of 94.50 mm, v-belt with a nominal length of 813 mm, adapter material in the form of St 33 steel with an adapter length of 220 mm and width of 150 mm, a battery with a strong current of 70 A and voltage of 12 V, and an alternator with a strong current of 75 A and output voltage of 13.2 V. In addition, the result of the design of the laying of the electric starting system is a general plan drawing and engine room lay out on the "Rajawali" Fishing Vessel provided that the main engine will be placed on the main deck.

Keywords: electric, starting, boat, slerek, Madura

1. PENDAHULUAN

Pulau Madura merupakan salah satu pulau di Jawa Timur yang mayoritas penduduknya bermata pencaharian sebagai nelayan. Kekayaan sumber daya alam, khususnya hasil laut yang melimpah mendorong banyaknya profesi nelayan di pulau ini, dari data yang ada pada tahun 2016

tangkapan ikan di empat kabupaten di pulau ini adalah sekitar 105.000 ton [1].

Kabupaten Sampang yang merupakan salah satu kabupaten di pulau Madura memiliki jumlah nelayan yang cukup banyak, dari data yang ada menunjukkan bahwa jumlah perahu dan kapal motor yang dimiliki oleh kabupaten Sampang adalah sebanyak 3.391 unit pada tahun 2017 [2]. Nelayan di Kabupaten Sampang, khususnya di

Kecamatan Camplong masih didominasi penggunaan motor diesel sebagai motor penggerak utama pada kapal, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Motor Diesel di Salah Satu Kapal Nelayan Sampang, Madura

Motor diesel adalah motor bakar dengan proses pembakaran yang terjadi didalam motor itu sendiri (*Internal combustion engine*) dan pembakaran terjadi karena udara murni dimampatkan (dikompresi) dalam suatu ruang bakar (silinder) sehingga diperoleh udara bertekanan tinggi serta panas yang tinggi, bersamaan dengan itu disemprotkan atau dikabutkan bahan bakar sehingga terjadilah pembakaran [3].

Motor diesel yang digunakan untuk kapal nelayan di wilayah Camplong kebanyakan masih menggunakan sistem *starting* konvensional atau mekanik yaitu dengan menggunakan engkol (*handle by hand*). *Starting* konvensional pada kebanyakan motor diesel di kapal nelayan memiliki risiko dalam pengoperasiannya yaitu membutuhkan tenaga yang cukup besar dan menimbulkan cedera saat proses penyalaan mesin. Adanya risiko yang dihasilkan tersebut mendorong dilakukannya penelitian ini yaitu mengubah proses penyalaan mesin konvensional menjadi elektrik.

Starter elektrik adalah *starter* yang sumber tenaganya berasal dari arus listrik. Pada motor diesel dan motor bensin, pada umumnya beroperasi dengan prinsip yang

sama sebagai motor listrik seri DC (*Direct Current*) [4].

2. METODE

2.1 Perencanaan Motor Starter

Persamaan yang digunakan dalam menentukan pemilihan motor *starter* adalah sebagai berikut [5]:

Perhitungan Daya Motor

Persamaan untuk menghitung torsi rencana dapat dilihat pada persamaan (1) berikut:

$$\tau = Fxr \quad (1)$$

dimana F adalah gaya (Kgf) dan r adalah panjang lengan engkol (m).

Persamaan untuk menghitung kecepatan sudut (ω) menggunakan persamaan (2).

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n}{60} \quad (2)$$

dimana n adalah putaran (rpm).

Daya nominal (P) motor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

$$P = \tau x \omega \quad (3)$$

dimana P adalah daya (Watt), τ adalah torsi (Kgf.m) dan ω adalah kecepatan sudut (rad/s).

Daya rencana dapat diketahui menggunakan persamaan (4).

$$P_d = F_c x P \quad (4)$$

dimana P_d adalah daya rencana (kW), F_c adalah faktor koreksi dan P adalah Daya nominal (kW).

Penentuan Roda Gigi

Perencanaan jumlah gigi yang akan dipasang pada *flywheel* (Z_2) menggunakan persamaan (5) [6].

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2} \quad (5)$$

dimana n_1 adalah putaran poros penggerak, n_2 adalah putaran poros yang digerakan, z_1 adalah jumlah gigi pada roda gigi penggerak dan z_2 adalah jumlah gigi pada roda gigi yang digerakan.

Penentuan Pulley dan V-Belt

Penentuan lebar pulley dapat direncanakan menggunakan persamaan (6) yakni [7]:

$$B = (n - 1)e + 2e \tag{6}$$

Sedangkan untuk penentuan diameter pulley yang direncanakan menggunakan persamaan (7) yakni:

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{D_2}{D_1} \tag{7}$$

Penentuan panjang v-belt dapat menggunakan persamaan (8).

$$L_p = 2C + \pi \frac{(D + d)}{2} + \frac{(D - d)^2}{4C} \tag{8}$$

dimana L adalah panjang ban yang dibutuhkan (mm), C adalah jarak antar poros (mm), d adalah diameter pulley penggerak (mm) dan D adalah diameter pulley yang digerakan (mm).

Perhitungan Baterai dan Alternator

Alternator adalah generator untuk menghasilkan arus bolak-balik (generator sinkron) [8]. Pada perancangan ini, alternator berfungsi untuk mengisi ulang daya baterai yang habis. Perencanaan baterai dan alternator yang akan digunakan dapat di perhitungkan dengan persamaan (9).

$$P = VxI \tag{9}$$

dimana P adalah daya (Watt), V adalah kuat arus (Ampere) dan I adalah tegangan (Volt).

2.2 Data Utama Kapal

Studi kasus yang dilakukan pada penelitian ini adalah Kapal Ikan “Rajawali”. Kapal tersebut merupakan salah satu kapal nelayan yang berada di kawasan Camplong, Sampang – Madura dan termasuk jenis kapal kayu dengan tipe kapal slerek (tipe kapal penangkan ikan) yang menggunakan motor diesel Shanhai R180 dengan sistem starting konvensional atau mekanik (*handle by hand*) seperti yang tampak pada Gambar 2.

Kapal tersebut memiliki data utama yang tersaji pada Tabel 1, sedangkan untuk data motor diesel tersaji pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Utama Kapal

LOA	:	11.80 m
B	:	4.75 m
T	:	1.30 m
H	:	2.00 m
GT	:	12 ton
Vs (kecepatan)	:	1.60 Knots
Rute pelayaran	:	Sampang-Sumenep
Waktu pelayaran	:	1 hari
Tipe kapal	:	Kapal Ikan (Slerek)
Jenis motor penggerak	:	Motor Diesel

Tabel 2. Spesifikasi Motor Diesel Shanhai R180

No	Tipe	Spesifikasi
1.	Engine type	4-stroke, single cylinder
2.	Tenaga maximum	7.7 Hp (2600 rpm)
3.	Berat bersih	70 kg
4.	Tempat pembuatan	China

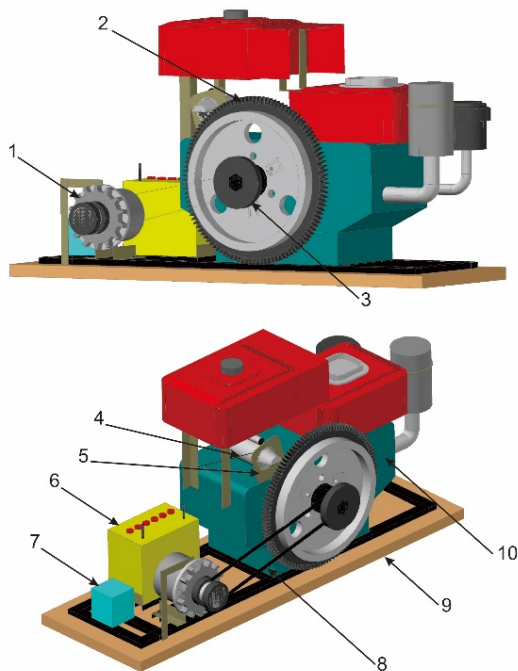


Gambar 2. Motor Diesel Shanhai R180

2.3 Rencana Desain Electric Starting System

Gambar kerja digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan setiap pekerjaan yang akan dilakukan. Oleh karenanya, diperlukan proses identifikasi terlebih dahulu. Identifikasi yang perlu dilakukan adalah 1) Bentuk dan ukuran masing-masing komponen penyusun sistem *starter*; dan 2) Bahan yang akan digunakan pada komponen dalam proses perancangan sistem *starter*.

Berikut ini adalah tampilan konsep desain yang akan digunakan pada perencanaan ini, seperti terlihat pada Gambar 3.

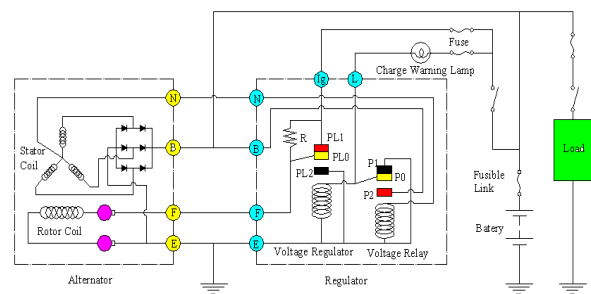


Gambar 3. Desain Electric Starting System

Komponen yang tersaji pada Gambar 3 adalah 1) Alternator; 2) Ring gear; 3) Pulley; 4) Motor *starter*; 5) Adaptor; 6) Baterai; 7) Sistem kelistrikan; 8) V-belt; 9) Dudukan motor diesel; dan 10) Motor Diesel Shanhai R180.

2.4 Diagram Kelistrikan Sistem Pengisian

Pada proses perakitan sistem elektrikal alternator ini dapat disesuaikan dengan diagram kelistrikan yang terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Kelistrikan Sistem Pengisian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Spesifikasi Komponen

Analisis yang telah dilakukan berdasarkan dari beberapa referensi yang telah disebutkan sebelumnya menghasilkan spesifikasi komponen dari roda gigi, pulley, v belt dan bahan adaptor.

Roda gigi yang akan digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut: 1) Diameter dalam 340 mm; 2) Diameter luar 360 mm; 3) Jumlah gigi sebanyak 115; dan 4) Jenis roda gigi lurus (*type ring gear*).

Pulley dan v-belt yang akan digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut: 1) Lebar pulley 60 mm; 2) Diameter pulley 94.50 mm; Jumlah alur pulley sebanyak 2; dan 3) Panjang v-belt 813 mm atau 32 inch.

Desain adaptor yang akan digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut: 1) Panjang 220 mm; 2) Lebar 150 mm; dan 3) Bahan adaptor Baja St 33.

3.2 Penentuan Daya Baterai dan Alternator

Berdasarkan hasil analisis perhitungan diperoleh kuat arus sebesar 66.67 A. Maka baterai yang akan digunakan yakni dengan spesifikasi sebagai berikut: 1) Tegangan 12 V; dan 2) Kuat arus 70 A.

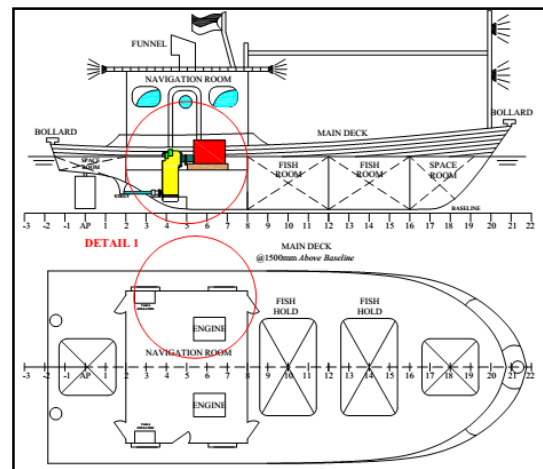
Dengan menggunakan baterai yang memiliki kuat arus 70 A, hasil perancangan *electric starting system* ini, mampu melakukan lebih dari 10 kali percobaan *start* dalam kondisi dingin serta penggunaan baterai tanpa sistem pengisian dapat digunakan selama lebih dari 30 menit. Sistem pengisian pada perancangan ini memiliki lampu indikator yang digunakan sebagai indikator pengisian baterai maupun daya baterai penuh. Hal tersebut dapat dinyatakan bahwa hasil perancangan *electric starting system* pada motor diesel Shanhai R180 telah memenuhi klasifikasi BKI *volume III section 2-point H.3 (electrical starting equipment)* mengenai *rules for machinery installations* [9].

Berdasarkan analisa, maka pemilihan alternator dapat sesuai dengan spesifikasi berikut: 1) Kuat arus 75 A; dan 2) *Output* tegangan 13.2 V.

3.3 Peletakan *Electric Starting System* untuk Kapal Slerek

Desain peletakan *electric starting system*, dimana *main engine* akan diletakkan di bagian *main deck*, tepatnya pada *navigation room* yang berdekatan dengan ventilasi maupun meja pengoperasian *main engine* serta memiliki pelindung (*cover*) berupa *box* berbahan dasar plastik dengan ukuran panjang sebesar 250 mm dan lebar sebesar 200 mm. *Box* tersebut berfungsi untuk melindungi sistem kelistrikan yang terdapat pada hasil perancangan *electric starting system*, salah satunya adalah regulator. Dalam peletakkannya, jarak antar *main engine* pada Kapal Ikan “Rajawali” adalah sejauh 1.5 m, sedangkan jarak antara *main engine* dengan

meja pengoperasian adalah sejauh 1 m. Seperti yang tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Rencana Umum Kapal Ikan “Rajawali” dengan Sistem *Starter Electric*

Dengan merubah sistem peletakan motor penggerak pada Kapal Ikan “Rajawali” diharapkan mampu meningkatkan kinerja kapal dalam memenuhi fungsinya. Perubahan yang dilakukan yakni meletakkan poros *propeller* di buritan kapal dengan *sistem twin screw ship*. Perubahan tersebut, dilengkapi dengan pembuktian bahwa motor diesel Shanhai R180 dengan tenaga 7.7 Hp dapat digunakan untuk Kapal Ikan “Rajawali” sebanyak 2 buah.

4. KESIMPULAN

Pada perancangan *electric starting system* ini, terdapat beberapa komponen yang digunakan diantaranya yaitu motor *starter* dengan daya sebesar 0.8 kW dan tegangan 12 V, roda gigi dengan tipe *ring gear* yang memiliki gigi sebanyak 115 gigi dan diameter dalam 340 mm, *pulley* dengan lebar 60 mm dan diameter 94.50 mm, *v-belt* dengan panjang nominal 813 mm atau 32 inch, bahan adaptor berupa baja St 33 dengan panjang adaptor sebesar 220 mm dan lebar 150 mm, baterai dengan kuat arus 70 A dan tegangan 12 V, serta alternator dengan kuat arus 75 A dan *output* tegangan 13.2 V. Selain itu, hasil dari *design* peletakan *electric starting system*

adalah gambar rencana umum dan *engine room layout* pada Kapal Ikan “Rajawali” dengan ketentuan *main engine* akan diletakkan di bagian *main deck*, tepatnya pada *navigation room* yang berdekatan dengan ventilasi maupun meja pengoperasian *main engine* serta memiliki pelindung (*cover*) berupa *box* berbahan dasar plastik dengan ukuran panjang sebesar 250 mm dan lebar sebesar 200 mm, jarak antar *main engine* pada kapal adalah sejauh 1.5 m, serta jarak antara *main engine* dengan meja pengoperasian adalah sejauh 1 m. Diperlukan pengembangan dengan metode tanpa pengoperasian *valve* kompresi saat proses penyalaan mesin. Sebagai tambahan dibutuhkan pula penentuan mengenai pondasi *main engine* yang mampu meredam getaran yang ditimbulkan saat *main engine* beroperasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Purwangka, H. A. Mubarak, and Furqan, “Komposisi Ikan Hasil Tangkapan Menggunakan Cantrang di Selat Madura,” *ALBACORE*, vol. 2, no. 2, pp. 239–252, 2018.
- [2] BPS Kabupaten Sampang, “Kabupaten Sampang dalam Angka,” *Badan Pusat Statistik Kabupaten Sampang*, 2018. <https://sampangkab.bps.go.id/publication/download.html?nrbvfeve=ZDljOWRiOGJiZmUzZDgxYTUyYjM3NWJk&xzmn=aHR0cHM6Ly9zYW1wYW5na2FiLmJwcy5nby5pZC9wdWJsaWNhdGlvbi8yMDE4LzA4LzE2L2Q5YzlkYjhiYmZlM2Q4MWE1MmlzNzViZC9rYWJlcGF0ZW4tc2FtcGFuZy1kYWxhbS1hbmdrYS0yMDE4Lmh0bWw%3D&tloadfn=orfeauf=MjAyMC0wNS0yNyAxMT01MT0wOQ%3D%3D> (accessed Mar. 10, 2020).
- [3] A. K. Samlawi, “Motor Bakar (Teori Dasar Motor Diesel),” *Universitas Lambung Mangkurat*, 2018. https://mesin.ulm.ac.id/assets/dist/bahan/Motor_Diesel_Full_compressed.pdf (accessed Mar. 10, 2020).
- [4] A. R. Ghazali, “Rancang Bangun Sistem Starter Elektrik pada Mesin Honda GX35 pada Mobil Hemat Energi (Prototype Gasoline),” *Politeknik Negeri Madura*, 2017.
- [5] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, “Kelistrikan Alat Berat Motor Stater,” 2013. <https://www.myedisi.com/bse/33602/kelistrikan-alat-berat-motor-stater> (accessed Mar. 10, 2020).
- [6] S. Hantoro and Tiwan, “Desain Profil Gigi Roda Gigi Lurus dengan Sistem Koordinat,” *Teknoin*, vol. 11, no. 1, pp. 13–24, 2006.
- [7] M. M. L., “Mekanika Teknik dan Elemen Mesin 2,” *Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia*, 2015. <https://sumberbelajar.seamolec.org/Media/Document/597425f33f6dc50f3561554e/b8ebc49069c4cd0888dbdd824d36d3a9.pdf> (accessed Mar. 10, 2020).
- [9] M. Al Amin and R. Asnawi, “Sepeda Statis sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif dengan Pemanfaatan Alternator Bekas,” *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 5, pp. 119–128, 2017.
- [10] BKI, *Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Bagian 1 Kapal Samudra. Volume III Peraturan Instalasi Permesinan*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia, 2016.