



UNJUK KERJA MOTOR *STARTER* PADA PENGOPERASIAN MESIN INDUK KM. BANDAR NELAYAN 519

Yurika Nantan¹, Marinus S Tappy¹, *Fahriadi Pakaya¹, Junardi¹, Wisna Saputri Alfira WS²

¹Program Studi Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung

²Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

*fahriadi.pakaya@kkp.go.id

Abstrak

Motor *starter* merupakan salah satu komponen dari sistem *starting* elektrik pada mesin induk diatas kapal yang digunakan sebagai penggerak awal sehingga mesin induk dapat berputar dan melakukan proses pembakaran dalam ruang bakar. Tujuan penelitian dilakukan yaitu untuk mendapatkan hasil unjuk kerja dari motor *starter* saat pengoperasian mesin induk KM. Bandar Nelayan 519 melalui pendekatan kuantitatif. Hasil pengukuran dan perhitungan yang dilakukan menunjukkan kecepatan putar yang diperoleh sebesar 462,4 rpm, daya sebesar 7,5 KW yang berasal dari dua buah baterai dengan tegangan sebesar 24V dan kapasitas 200 Ah. Torsi yang dihasilkan motor *starter* untuk menggerakkan mesin induk Nissan diesel 10 silinder yang memiliki jumlah *gear* sebanyak 132 yaitu sebesar 443,24 Nm dengan arus listrik sebesar 312 A dan hambatan sebesar 0,07 Ω . Penelitian ini menghitung unjuk kerja dari motor *starter* karena hal ini sangat berpengaruh terhadap proses *starting* pada mesin induk, dimana performansi yang lemah akan membuat mesin sulit untuk dinyalakan.

Kata Kunci: daya, motor *starter*, *gear*, mesin induk, torsi.

Abstract

The starter motor is one component of the starting system on the main engine which is used as an initial drive so that the main engine can rotate and carry out the combustion process in the combustion chamber. The aim of the research was to determine the performance of the starter motor during the operation of the main engine KM. Bandar Nelayan 519 through a quantitative approach. The results of measurements and calculations show the rotational speed obtained is 462.4 rpm, the power is 7.5Kw comes from two batteries with a voltage of 24V and a capacity of 200 Ah. The torque produced by the starter motor to drive a 10-cylinder Nissan diesel engine that has 132 gears is 443.24 Nm with an electric current of 312 A and 0.07 Ω resistance. This research calculates the performance of the starter motor because it is very influential on the starting process of the main engine, where weak performance will make it difficult to start the engine.

Keyword: power, starter motor, gear, main engine, torque.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era industri 4.0 membuat permesinan diatas kapal mengalami perkembangan sehingga banyak komponen-komponen pada mesin mengalami perubahan-perubahan yang disesuaikan untuk memudahkan dalam melakukan pekerjaan serta dapat menghemat waktu dalam pengoperasian mesin diatas kapal. Sistem *starter* elektrik pada mesin induk kapal termasuk dalam bagian sistem kelistrikan. Sistem kelistrikan yang ada pada mesin induk kapal meliputi, sistem *starter* (*starter system*) dan sistem pengisian (*charging system*). Motor *starter*, merupakan suatu penggerak awal mesin dapat dihidupkan, hal ini dikarenakan mesin tidak dapat hidup dengan sendirinya [1]. Motor *starter* merupakan komponen elektrik pada mesin diesel yang berfungsi sebagai penggerak awal mesin sehingga mesin dapat beroperasi dan melakukan proses pembakaran pada ruang bakar (silinder) [2][3].



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Mesin induk kapal digerakkan pertama kali menggunakan energi yang bersumber dari baterai kemudian diubah dari energi listrik menjadi energi mekanik dengan menggerakkan rotor pada motor *starter*. Melalui mekanisme gerakan pada roda gigi dan *pinion gear*, motor *starter* kemudian menggerakkan *flywheel* pada mesin induk. Putaran awal pada mesin menyebabkan terjadi kompresi di ruang bakar sedangkan putaran pada *injection pump* akan menyalurkan bahan bakar. Setelah terjadi pembakaran dan menghasilkan gerakan berputar sendiri, selanjutnya secara perlahan motor *starter* akan terlepas dari *flywheel*. Pemanfaatan sistem *starting* elektrik dengan menggunakan motor *starter* dimaksudkan untuk dapat mempermudah menghidupkan mesin diesel [4]. Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan pengukuran dan perhitungan untuk mendapatkan hasil unjuk kerja dari motor *starter* saat pengoperasian mesin induk KM. Bandar Nelayan 519.

Komponen-komponen motor *starter* meliputi :

1. *Pole core*, berbentuk silinder dan berfungsi untuk menopang *field coil* yang akan membangkitkan medan magnet;
2. *Yoke*, berfungsi sebagai tempat *pole core*;
3. *Plunger*, berfungsi sebagai batang penghubung;
4. *Over running clutch*, berfungsi untuk meneruskan putaran sehingga dapat menggerakkan *flywheel* dengan menggunakan roda gigi *pinion*;
5. *Armature brake*, berfungsi untuk menahan putaran *armature* setelah lepas dari sambungan dengan roda penerus yang berada pada bagian belakang motor *starter*;
6. *Drive lever/shift lever*, berfungsi untuk mendorong *pinion gear* ke arah posisi berkaitan dengan roda penerus atau *ring gear* saat *magnetic switch* atau solenoid bekerja;
7. *Magnetic switch /solenoid stater*, berfungsi untuk menghubungkan *pinion gear* dan roda penerus serta untuk meneruskan arus listrik dari baterai ke *field coil*, *armature* dan *ground* sehingga motor *starter* dapat berputar;
8. *Pinion gear*, berfungsi untuk meneruskan daya putar *starter* ke mesin dengan cara memutar *ring gear*.

Prinsip kerja dari motor *starter* dimulai dari baterai yang meneruskan energi listrik ke motor *starter* untuk menggerakkan *flywheel* dengan cara memutar *pinion gear*. Untuk dapat berputar, *pinion gear* membutuhkan arus listrik yang diperoleh melalui prinsip ggl induksi. Pada saat solenoid mendapat arus listrik dari baterai, *plunger* akan bergerak dan menghubungkan *pinion gear* dengan *flywheel*. *Drive lever*/tuas penggerak yang berada di solenoid akan mendorong *pinion gear* ke posisi berkaitan dengan *flywheel* dan melepas perkaitan *pinion gear* dari perkaitan *flywheel* sesaat setelah mesin berputar untuk menghindari kerusakan pada motor *starter* akibat dari kecepatan putar yang tinggi [5].

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan unjuk kerja dari motor *starter* meliputi [6][7] :

1. Arus dan Tegangan

Arus listrik pada *starter* elektrik dapat dihitung menggunakan persamaan (1):

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

dimana I adalah arus listrik dalam *ampere* (A), V adalah tegangan listrik dalam *volt* (V) dan R adalah hambatan listrik dalam *ohm* (Ω).

2. Daya

Daya listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2):

$$P = I \times V \quad (2)$$

dimana P adalah daya dalam *watt* (W), I adalah arus listrik dalam *ampere* (A), V adalah tegangan listrik dalam *volt* (V)

3. Momen Gaya/Momen Puntir/Torsi

Untuk menentukan torsi pada poros engkol dapat digunakan persamaan (3):

$$T = \frac{60P_e}{2\pi n} \quad (3)$$

Sedangkan untuk menentukan torsi pada motor *starter* digunakan persamaan (4):

$$T_{motor\ starter} = \frac{T_{poros\ engkol}}{jumlah\ perbandingan\ gigi} \quad (4)$$



dimana T adalah torsi/momen puntir dalam Nm, Pe adalah daya mesin dalam watt (W) dan n adalah kecepatan putar mesin dalam rpm.

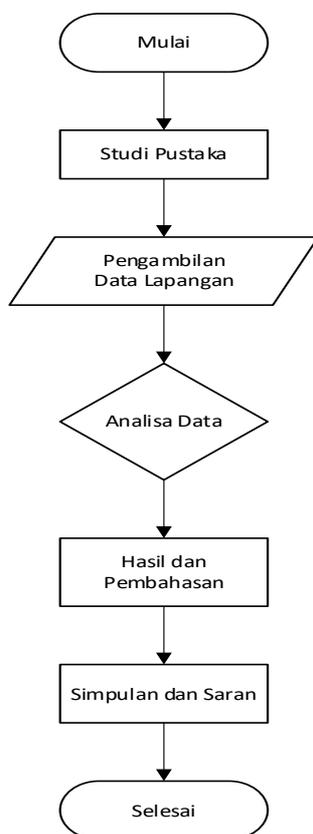
4. Perbandingan Jumlah Gear

Perbandingan gear dapat dihitung melalui persamaan (5):

$$\text{Jumlah perbandingan gear} = \frac{\text{ring gear}}{\text{pinion gear}} \quad (5)$$

2. METODE PENELITIAN

Penelitian berlangsung dari tanggal 27 Februari sampai dengan 26 Mei 2023 yang bertempat di KM. Bandar Nelayan 519 milik PT. Bandar Nelayan. Kapal merupakan jenis kapal penampung ikan dengan wilayah operasional sekitar samudera hindia. Penelitian dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap sistim starting mesin induk yang sementara beroperasi kemudian melakukan pengumpulan data menggunakan instrumen praktik yang telah disiapkan terlebih dahulu, selanjutnya dilakukan analisa data secara kuantitatif menggunakan perhitungan berdasarkan persamaan dan data yang ada untuk menghasilkan statistik data yang akurat [8]. Alat dan bahan yang digunakan meliputi: perlengkapan kerja, perlengkapan *safety*, kamera, alat ukur, perlengkapan menulis, *log book* dan jurnal praktik. Alur lengkap dari proses yang dilakukan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Mesin Induk KM.Bandar Nelayan 519

Mesin induk pada KM. Bandar Nelayan 519 diperlihatkan pada Gambar 2, sedangkan spesifikasi dari mesin induk tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Gambar 2. Mesin Induk KM. Bandar Nelayan 519

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Induk

Uraian	Spesifikasi
<i>Brand</i>	Nissan Diesel
Daya mesin	350pk
Nomor seri	Rr 10-154700
Jumlah silinder	10 silinder
Putaran	1300-1500 rpm

Pada Tabel 1, putaran mesin pada saat mesin beroperasi minimal 1300 rpm dan maksimal putaran dari mesin tersebut mencapai 1500 rpm. Putaran mesin tersebut mampu memberikan kecepatan kapal 4 – 10 *knot* dan selama kapal melakukan pelayaran, kecepatan kapal yang digunakan sebesar 6,5 *knot*.

3.2. Baterai KM. Bandar Nelayan 519

Baterai yang digunakan pada KM. Bandar Nelayan 519 diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Baterai KM. Bandar Nelayan 519

Adapun spesifikasi dari baterai yang digunakan KM. Bandar Nelayan 519 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi baterai

Uraian	Spesifikasi
<i>Brand</i>	Yuasa
Tegangan	12 V
Kapasitas Aki	200 Ah
Rangkaian	Seri
Jumlah aki	2 buah

Berdasarkan data spesifikasi dan gambar dapat diketahui tegangan yang dihasilkan dari kedua baterai pada KM. Bandar Nelayan 519 sebesar 24V.



3.3. Kunci kontak KM. Bandar Nelayan 519

Kunci kontak KM. Bandar Nelayan 519 selain digunakan untuk menghubungkan dan memutus arus listrik dari baterai menuju ke motor *starter* juga sebagai alat untuk melakukan *starter* dengan cara menahan lama kunci pada posisi *start*. Adapun kunci kontak KM. Bandar Nelayan 519 diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kunci Kontak KM. Bandar Nelayan 519

3.4. Motor Starter

Spesifikasi dari motor *starter* KM. Bandar Nelayan 519 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi motor *starter*

Uraian	Spesifikasi
<i>Brand</i>	Yuchai
Tegangan	24 V
Daya	7,5 KW
Jumlah gear pada <i>pinion</i>	11

Untuk dapat menggerakkan piston naik turun akibat adanya pergerakan dari poros engkol, mesin akan melakukan gerakan awal yang diperoleh dari putaran awal motor *starter*. Pengukuran terhadap kecepatan putar dilakukan menggunakan alat ukur *tachometer* dan diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil pengukuran *tachometer*

Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali dan menghasilkan data yang sama, adapun data hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 4.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Tabel 4. Hasil pengukuran kecepatan putar

Pengukuran ke-	Hasil
1	462,4 rpm
2	462,4 rpm

Besarnya torsi yang diperlukan poros engkol dapat dihitung menggunakan persamaan (3):

$$P_e = 350 \text{ pk} = 257.425 \text{ watt} \quad (1 \text{ pk} = 735,5 \text{ watt})$$

$$T_{\text{poros engkol}} = \frac{60 \times 257.425 \text{ watt}}{2 \times 3,14 \times 462,4 \text{ rpm}}$$

$$T_{\text{poros engkol}} = \frac{15.445.425 \text{ watt}}{2.903,87 \text{ rpm}} = 5.318,91 \text{ Nm}$$

Untuk menghitung torsi yang dibangkitkan oleh motor *starter* terlebih dahulu diketahui perbandingan *gear* antara perbandingan *pinion gear* dan *ring gear*. Untuk mesin nissan diesel setiap *ring gear* memiliki 132 *gear*, sehingga untuk mengetahui perbandingan *gear* dapat dihitung menggunakan persamaan (5):

$$\text{jumlah perbandingan gear} = \frac{132}{11} = 12 \text{ gear}$$

Jadi untuk mengetahui besar torsi yang dihasilkan motor *starter* menggunakan persamaan (4):

$$T_{\text{motor starter}} = \frac{5.318,91}{12} = 443,24 \text{ Nm}$$

Besarnya arus yang dibutuhkan untuk dapat menggerakkan motor *starter* dapat dihitung menggunakan hubungan pada persamaan (2), dimana diketahui dari spesifikasi daya keluaran dari motor *starter* sebesar 7,5 KW = 7500 *watt* sehingga diperoleh:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{7500}{24} = 312,5 \text{ A}$$

Sehingga untuk tegangan baterai sebesar 12 V, kapasitas 200Ah dan kebutuhan arus sebesar 312,5 A maka baterai dapat bertahan selama 0,64 jam atau 38,4 menit sebelum kosong kembali [9]. Sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh BKI batas minimal ketahanan baterai yaitu 30 menit [10]. Resistansi/hambatan pada rangkaian motor *starter* dihitung menggunakan hubungan pada persamaan (1), diperoleh sebesar:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{24V}{312,5 \text{ A}} = 0,07\Omega$$

4. KESIMPULAN

Torsi yang dihasilkan pada motor *starter* KM. Bandar Nelayan selama beroperasi sebesar 443,24 Nm dengan daya 7500 *watt* sedangkan pada poros engkol mesin induk torsi yang dihasilkan sebesar 5.318,91 Nm dengan daya 257.425 *watt*, hal ini menunjukkan semakin besar daya yang dibutuhkan maka torsinya juga akan semakin besar. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa unjuk kerja pada motor *starter* sangat mempengaruhi proses *starting* pada mesin induk, jika performansinya lemah akan membuat mesin sulit untuk menyala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak PT. Bandar Nelayan, seluruh kru kapal KM. Bandar Nelayan 519, PPN Pangambengan dan Syahbandar Benoa di Bali atas kesempatan mengikuti kegiatan pelayaran dan atas petunjuk serta arahan yang diberikan selama berkegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Komaro and E. Daryanto, "Jurnal Insinyur Profesional," vol. 2, no. 2, pp. 48–55, 2023.
- [2] A. P. Wiyastra, M. S. Baskoro, and F. Purwangka, "Instalasi Permesinan Pada Kapal Psp 01," *J. Teknol. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 3, no. 1, pp. 35–43, 2017, doi: 10.24319/jtpk.3.35-43.
- [3] W. Arismunandar, *Penggerak mula motor bakar torak*, vol. 2. Bandung: ITB, 1983.
- [4] A. K. Samlawi, "Teori Dasar Motor Diesel," *J. Tek. Mesin*, p. 75, 2012.
- [5] Buntarto, *Dasar-dasar kelistrikan otomotif*, 1st ed. Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2015.
- [6] R. J. Fowler, *Electricity: Principle & Applications*, 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2013.
- [7] D. R. . Bansal, *Engineering Mechanics*, 1st ed. Yogyakarta: Andi, 2018.
- [8] Sugiyono, *Metode penelitian kuantitatif*, 1st ed. Bandung: Alfabeta, 2018.
- [9] H. Firdaus, E. Rustendi, and A. Herdiana, "Analisis Konsumsi Arus Listrik Pada Mobil Multi Purpose Vehicle," *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 150–158, 2021, doi: 10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.736.
- [10] P. Klasifikasi, K. Bagian, and K. Samudra, "PERATURAN INSTALASI MESIN Edisi Konsolidasi 2022 Biro Klasifikasi Indonesia," vol. III, 2022, [Online]. Available: www.bki.co.id

