

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.18478>

## Evaluasi Teknis Kesesuaian Mesin Sebagai Penggerak Utama Kapal Purse Seine Berdasarkan Perhitungan Tahanan Metode Holtrop

*Technical Evaluation Of The Suitability Of Engines As The Main Mover Of Purse Seine Vessels Based On The Holtrop Method Of Resistance Calculation*

Syafril Mayu Dinata<sup>1</sup>\*, Moh Saiful R<sup>1</sup>, Muhammad Fiky Izzulhaq<sup>1</sup>, Alif Nur Rochmad<sup>1</sup>, Nur Aini Amalia Dinda Agustina<sup>1</sup>, Daisy Rahma R<sup>2</sup>, Dhita Widhiastika<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS, Keputih Sukolilo, Surabaya, 60111

<sup>2</sup>Universitas Mulawarman

<sup>3</sup>Universitas Riau

\*E-mail: [smayu@ppns.ac.id](mailto:smayu@ppns.ac.id)

### ABSTRAK

Kesesuaian antara mesin utama dan kebutuhan daya kapal merupakan faktor krusial untuk mencapai operasi penangkapan ikan yang efisien dan ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian antara daya mesin terpasang (existing) dengan kebutuhan daya mesin ideal *Brake Horse Power* (BHP) pada sebuah kapal ikan purse seine 30 GT yang beroperasi di Pelabuhan Sendang Biru. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus dengan pengambilan data ukuran utama kapal melalui pengukuran langsung di lapangan. Analisis kebutuhan daya dilakukan berdasarkan standar *Principles of Naval Architecture* (PNA, Vol. II) dengan menggunakan metode Holtrop untuk menghitung tahanan total kapal (RT). Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai tahanan total (RT) sebesar 21,300 kN. Berdasarkan nilai tahanan tersebut, daya efektif *Effective Horse Power* (EHP) yang dibutuhkan kapal adalah 104,279 HP. Dengan memperhitungkan efisiensi propulsi, diperoleh kebutuhan *Delivery Horse Power* (DHP) sebesar 216 HP. Perhitungan *Brake Horse Power* (BHP) akhir dilakukan dengan menambahkan koreksi letak kamar mesin (3%) dan koreksi jalur pelayaran atau *service margin* (15%). Hasil kalkulasi menunjukkan bahwa kebutuhan daya mesin ideal (BHP) untuk kapal tersebut adalah 255,36 HP (187.82 kW). Saat ini, kapal tersebut menggunakan mesin Nissan Diesel RF8 (V8, 7.79 liter) yang memiliki daya maksimum terpasang sebesar 190 HP (140 kW). Hasil perbandingan menunjukkan adanya perbedaan daya, di mana mesin terpasang 190 HP atau 25,6% jauh lebih rendah daripada kebutuhan ideal kapal (255.36 HP). Temuan ini mengindikasikan bahwa kapal mengalami *underpowered*, yang berpotensi menyebabkan ketidakefisienan bahan bakar, *over-stress* pada mesin, dan kegagalan mencapai kecepatan dinas yang optimal.

Kata kunci: kesesuaian mesin, kapal *purse seine*, metode *holtrop*, Sendang Biru

### ABSTRACT

The compatibility between the main engine and the vessel's power requirements is a crucial factor in achieving efficient and economical fishing operations. This study aims to analyze the compatibility between the installed (existing) engine power and the ideal engine power requirements (BHP) on a 30 GT purse seine fishing vessel operating in Sendang Biru Harbor. The research method used is a case study with data collection of the vessel's main dimensions through direct measurements in the field. The power requirement analysis was carried out based

on the Principles of Naval Architecture (PNA, Vol. II) standard using the Holtrop method to calculate the vessel's total resistance (RT). From the calculation results, the total resistance (RT) value was obtained at 21,300 kN. Based on this resistance value, the effective power required by the vessel is 104,279 HP. By taking into account propulsion efficiency, the Delivery Horse Power (DHP) requirement is obtained at 216 HP. The final Brake Horse Power (BHP) calculation was carried out by adding a correction to the engine room location (3%) and a correction to the shipping route or service margin (15%). The calculation results show that the ideal engine power (BHP) requirement for the vessel is 255.36 HP (187.82 kW). Currently, the vessel is using a Nissan Diesel RF8 engine (V8, 7.79 liters) which has a maximum installed power of 190 HP (140 kW). The comparison results show a power difference, where the installed engine is 190 HP or 25.6% lower than the vessel's ideal requirement (255.36 HP). This finding indicates that the vessel is underpowered, which can potentially cause fuel inefficiency, over-stress on the engine, and failure to achieve optimal service speed.

Keywords: The Compatibilty Engine, Purse Seiner, Holtrop method, Sendang Biru

## PENDAHULUAN

Sektor perikanan tangkap nasional memiliki peran yang tidak terpisahkan dalam memastikan ketahanan pangan dan mendorong ekonomi maritim Indonesia, menjadikan efisiensi operasional dan reliabilitas armada kapal sebagai prasyarat utama keberhasilan finansial. Secara historis, desain kapal di Indonesia cenderung masih didasarkan pada pengetahuan empiris yang diwariskan secara turun-temurun (Praharsi et al 2019). Pembuat kapal tradisional mengandalkan intuisi dan pengalaman praktis dalam perancangan dan pembangunan, sering kali tanpa didukung oleh perhitungan teknis mendalam seperti penentuan koefisien kapal (Laamena dan Taihutu 2021). Walaupun metode ini terbukti mampu menghasilkan kapal yang fungsional, kekurangan akurasi dalam desain berpotensi menimbulkan berbagai inefisiensi, termasuk pemborosan material kayu konstruksi dan, yang lebih penting, peningkatan hambatan hidrodinamik selama operasional. Sesuai prinsip rekayasa kelautan, proses pembangunan kapal yang ideal harus mencakup tahapan desain yang sistematis, mulai dari rencana garis, desain struktural, hingga perhitungan stabilitas dan kekuatan (Suardi et al 2023). Dampak paling signifikan dari desain yang tidak terukur adalah ketidakmampuan untuk memprediksi secara akurat gaya dorong yang dibutuhkan, yang pada akhirnya memengaruhi performa kapal secara keseluruhan (Matínez et al 2022).

Kinerja kapal sangat ditentukan oleh keseimbangan daya (*power matching*) antara mesin penggerak dan tuntutan hidrodinamika lambung. Ketidaksesuaian daya sering terjadi pada kapal perikanan skala kecil, baik dalam bentuk daya berlebih (*overpowered*) yang memboroskan bahan bakar, maupun kekurangan daya (*underpowered*) yang memicu inefisiensi teknis dan risiko kegagalan finansial. Kondisi *underpowered* menuntut mesin beroperasi pada tingkat beban yang sangat tinggi yakni melampaui 85% dari *Maximum Continuous Rating*

(MCR) secara berkelanjutan. Hal ini menyebabkan lonjakan konsumsi bahan bakar spesifik (SFOC), percepatan keausan komponen, dan penurunan signifikan pada umur layanan mesin (*service life*). Untuk memaksimalkan daya mesin, estimasi hambatan kapal harus menjadi pertimbangan utama, karena besaran hambatan ini berbanding lurus dengan tingginya biaya operasional (Matínez et al 2022). Penentuan gaya dorong yang dibutuhkan paling akurat dilakukan dengan perhitungan hambatan menggunakan Metode *Holtrop* dan Mennen, yang merupakan teknik empiris yang luas penggunaannya untuk memprediksi daya dorong. Metode ini membutuhkan definisi parameter penting seperti *displacement*, kecepatan, dan koefisien blok. Analisis ini kemudian memungkinkan evaluasi daya poros melalui koefisien propulsi (PC) yang diturunkan dari *wake and thrust deduction factor* serta efisiensi baling-baling di air terbuka (Bilecet al 2020).

Selaras dengan Kebijakan Kelautan Indonesia dan inisiatif strategis Kementerian KKP untuk memodernisasi kapal perikanan kecil guna mengoptimalkan efisiensi operasi nelayan sekaligus meminimalkan penggunaan subsidi bahan bakar fosil, penelitian berbasis perhitungan teknis menjadi sangat relevan. Oleh karena itu, penelitian ini secara khusus bertujuan untuk menganalisis kapal ikan *purse seine* 30 GT di PPN Sendang Biru. Fokus utama adalah memverifikasi secara kuantitatif kesesuaian antara daya mesin terpasang saat ini (Nissan Diesel RF8, 190 HP) dengan kebutuhan daya ideal (*Brake Horse Power* - BHP) yang diperlukan. Diharapkan, hasil optimasi desain berbasis data teknis ini akan memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi operasional kapal perikanan tradisional dan mendukung daya saing sektor maritim Indonesia.

## BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus kuantitatif, berpusat pada satu unit kapal ikan *purse seine* 30 GT. Data awal diperoleh melalui pengukuran langsung dimensi utama kapal di lapangan ( $L_{PP}$ , B, T, koefisien bentuk, dll.) untuk menjamin akurasi input data pada model matematis. Analisis kebutuhan daya kapal ideal (*Powering Analysis*) dilakukan dengan mengacu pada prinsip-prinsip *Naval Architecture* (PNA, Vol. II), yang dimulai dengan estimasi Tahanan Total Kapal (RT) sebagai berikut:

- a) Formulasi untuk memprediksi hambatan kapal dapat menggunakan metode (*Holtrop, Statistical Re-Analysis of Resistance and Propulsion Data*, 1984) dengan persamaan (1):

$$R_T = R_F(1 + k_1) + R_{APP} + R_W + R_B + R_{T_R} + R_A \quad (1)$$

Keterangan:

$R_F$  : Tahanan Gesek (*Frictional Resistance*) formulasi ITTC – 1957;

- 1+K1 : Koefisien bentuk;
- R<sub>APP</sub> : Tahanan Tambahan pada Apenjaj (*Appendage Resistance*);
- R<sub>W</sub> : Tahanan gelombang (*wave making and wave breaking resistance*);
- R<sub>B</sub> : Tahanan tekanan tambahan dari bulbous bow dekat permukaan air;
- R<sub>TR</sub> : Tahanan Transom (*Transom Resistance*);
- R<sub>A</sub> : Tahanan Udara (*Air Resistance*).

b) *Effective Horse Power* (EHP)

*Effective Horse Power* juga dikenal sebagai EHP merupakan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal dengan kecepatan tertentu untuk menarik kapal. Perhitungan tersebut menggunakan persamaan 2 (Harvald 1992):

$$EHP = R_{T \text{ dinas}} \times V_s \text{ dinas} \quad (2)$$

c) *Wake Fraction* (w) dan *Thrust Deduction Factor* (t)

Dalam perhitungan efisiensi propulsi kapal, aliran air yang memasuki propeller akan dipengaruhi oleh gerakan kapal yang menghasilkan gaya dorong thrust dari setiap kapal. Hal ini Taylor memberikan rumus yang digunakan untuk menghitung kecepatan kapal dan kecepatan air yang dinamakan *wake fraction* dapat dihitung dengan persamaan 3 – 4 (Prihandanu et al 2022):

$$w = 0,5 \times c_b - 0,05 \quad (3)$$

Berdasarkan hubungan rumus koefisien nali t adalah sebagai berikut:

$$t = k \times w \quad (4)$$

dari rumus diatas merupakan perhitungan daya dorong dengan metode *holtrop* yang memiliki faktor lain yaitu dari *wake fraction* dan *thrust deduction fraction* itu sendiri (Sitorus et al 2020).

d) *Speed of advance* (V<sub>a</sub>)

*Speed of advance* atau kecepatan *advance* adalah akselerasi air dibagian propeller bergerak kurang dari kecepatan kapal. perhitungan *speed of advance* dapat dihitung dengan persamaan 5 (Syahril et al 2020).

$$V_A = (1 - w) \times V_s \quad (5)$$

e) *Delivered Horse Power* (DHP)

Dapat dikaitkkan dengan daya yang diserap oleh propeller kapal guna menghasilkan gaya dorong thrust pada kapal Maka, DHP didapat nilai daya efektif atau EHP dan koefisien propulsif berdasarkan daya yang diperlukan untuk mengatasi resistance kapal dengan mempertimbangkan nilai propulsive coefficient didapat dari persamaan 6 (Lewis 1998).

$$DHP = EHP/PC \quad (6)$$

Dimana PC merupakan koefisien propulsi yang didapat dari persamaan 7

$$PC = \eta_h \times \eta_{rr} \times \eta_o \quad (7)$$

$\eta_o$  yaitu efisiensi propulsi yang didapatkan dari pembacaan data open water test,  $\eta_{rr}$  merupakan efisiensi relatif relatif. Sedangkan  $\eta_h$  adalah efisiensi bentuk lambung kapal yang dapat dihitung dengan persamaan 8 (Lewis 1998).

$$\eta_h = (1 - t)/(1 - w) \quad (8)$$

Dimana  $t$  adalah *Thrust deduction fraction*, sedangkan  $w$  adalah *wake fraction*.

f) *Shaft Horse Power (SHP)*

*Shaft Horse Power (SHP)* merupakan daya yang dapat diukur pada daerah bantalan tabung poros dari sistem poros penggerak kapal. pada kapal yang kamar mesinnya berada dibagian belakang kapal, memiliki kerugian mekanis sebesar 2% (Priohutomo et al 2020). Maka dari itu *Shaft Horse Power (SHP)* dapat dihitung menggunakan persamaan 9 (Lewis 1998).

$$SHP = DHP/\eta_s \quad (9)$$

g) *Brake Horse Power (BHP)*

*Brake Horse Power (BHP)* merupakan daya cakram yang dihasilkan dari poros mesin yang berfungsi untuk mennggerakan beban (Ramadhan et al 2022) BHP itu sendiri terdapat beban thurst kapal yang dapat dihitung dengan persamaan 10 (Lewis 1998).

$$BHP = DHP/\eta_{Gear} \quad (10)$$

Dimana DHP adalah *power* mesin kapal yang diserap sampai propeller untuk menggerakkan *propeller* yang membuat gaya dorong sedangkan  $\eta_{Gear}$  adalah efisiensi gigi reduksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

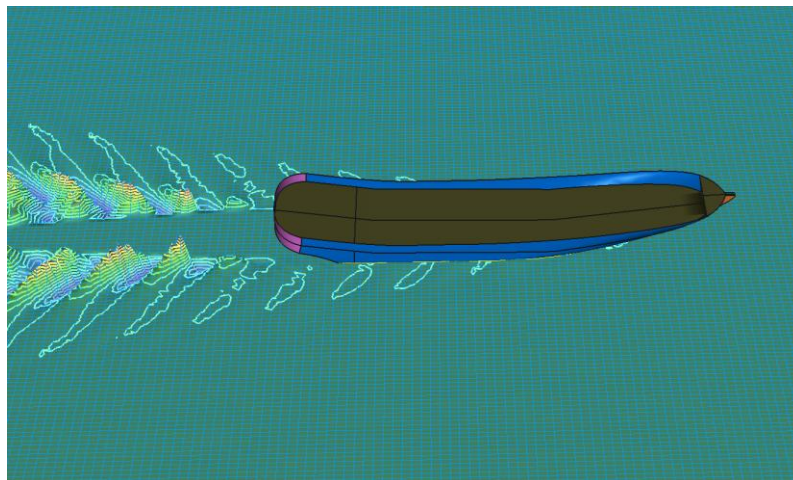
Berdasarkan parameter dimensi utama yang tercantum pada Tabel 1 (meliputi panjang, lebar, dan tinggi), desain geometris kapal ikan yang menjadi objek studi direkonstruksi menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Modeler*. Model digital yang dihasilkan dari proses ini kemudian digunakan sebagai masukan krusial untuk menganalisis hambatan kapal. Dengan menggabungkan hasil analisis dari *Maxsurf Resistance* dan metode perhitungan analitik, proses ini memastikan bahwa evaluasi hambatan yang dilakukan memiliki tingkat akurasi tinggi dan relevan dengan karakteristik hidrodinamik kapal yang sebenarnya.

Tabel 1. Ukuran Utama

*Table 1. Main Size*

Keterangan	Unit
<i>Length Overall (LOA)</i>	16 m
<i>Breadth (B)</i>	5 m
<i>Depth (H)</i>	2 m
<i>Sarat Kapal (T)</i>	1.2
<i>Speed (Vs)</i>	8 knots

Hasil analisis hambatan kapal yang dilakukan menggunakan perangkat lunak *Maxsurf Resistance* dapat dievaluasi melalui tampilan menu *result* pada sub-menu *windows*. Data numerik yang dihasilkan mencakup rentang kecepatan operasional, mulai dari 0 hingga 8 knots (sesuai dengan batasan kecepatan yang telah ditetapkan pada menu *speeds*). Hasil permodelan dengan aplikasi *Maxsurf* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penghitungan Permukaan Bebas  
*Figure 1. Calculate Free Surface*

Rekapitulasi perhitungan daya kapal, termasuk Daya Efektif (EHP), Daya Serah (DHP), dan Daya Rem Ideal (BHP), disajikan secara berurutan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Daya  
 Table 2. Power Calculation

Parameter	Rumus/Metode	Nilai Hasil	Satuan
Tahanan Total (RT)	Holtrop (1984)	21,300	kN
Daya Efektif (EHP)	$RT \times V_s / C$	104,279	HP
Daya Serap (DHP)	$EHP / PC$	216	HP
Efisiensi Poros (PC)	1 - 3%	0,97	-
Service Margin (SM)	15%	0,15	-
Daya Rem Ideal (BHP)	$DHP/PC (1+\backslash SM)$	255,36	HP
BHP Ideal	Konversi ke kW	187,82	kW

## Pembahasan

Hasil analisis ini secara definitif mengonfirmasi bahwa kapal *purse seine* 30 GT yang diteliti berada dalam kondisi *underpowered*, dengan kekurangan daya mencapai seperempat dari kebutuhan idealnya. Kekurangan daya sebesar 25,6 % ini memiliki implikasi operasional dan ekonomis yang serius. Pertama, kapal akan mengalami kegagalan mencapai kecepatan dinas (*service speed*) yang direncanakan atau optimal. Kapal akan bergerak lebih lambat, yang berakibat langsung pada peningkatan waktu tempuh (*transit time*) dari pelabuhan menuju *fishing ground* dan sebaliknya. Perpanjangan waktu transit ini secara langsung mengurangi waktu efektif penangkapan (*fishing time*), menurunkan potensi hasil tangkapan, dan berujung pada penurunan profitabilitas. Kedua, untuk mengatasi tahanan total RT yang tinggi dengan mesin berdaya rendah, operator kapal akan terpaksa menjalankan mesin pada beban yang sangat tinggi (mendekati atau bahkan di atas 90% MCR) secara berkelanjutan. Kondisi *over-stress* yang terus-menerus ini sangat merusak mesin. Peningkatan beban kerja konstan ini tidak hanya meningkatkan keausan dan risiko kegagalan komponen kritis, tetapi juga memperburuk efisiensi termal mesin, sehingga justru terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar spesifik per satuan daya yang dihasilkan. Oleh karena itu, kekurangan daya ini menciptakan lingkaran setan inefisiensi: kecepatan lambat, mesin cepat rusak, dan biaya operasional per mil yang tinggi. Untuk mencapai kondisi efisien dan ekonomis, kapal mutlak memerlukan *re-engining* dengan mesin yang memiliki daya minimum 260 HP atau lebih.

## SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kapal *purse seine* 30 GT di Pelabuhan Sendang Biru mengalami kondisi *underpowered* yang signifikan. Berdasarkan perhitungan tahanan total  $RT = 21,300$  kN, kebutuhan daya mesin ideal (*Brake Horse Power* - BHP) kapal adalah 255,36 HP. Dengan daya mesin terpasang yang hanya 190 HP, terjadi defisit daya sebesar 25,6%. Kekurangan daya ini menyebabkan ketidakmampuan kapal mencapai kecepatan dinas optimal dan memicu kondisi *over-stress* berkelanjutan pada mesin, yang berdampak pada peningkatan inefisiensi bahan bakar dan risiko kerusakan mesin. Oleh karena itu, tindakan pembaruan mesin (*re-engining*) dengan daya yang disesuaikan dengan kebutuhan ideal sangat krusial untuk mencapai operasi penangkapan ikan yang efisien dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bilec, M., & Obreja, C. D. 2020. Ship resistance and powering prediction of a fishing vessel. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 916, No. 1, p. 012011). IOP Publishing., doi: 10.1088/1757-899X/916/1/012011.
- Harvald, S. A. 1992. Tahanan dan Propulsi kapal. Airlangga University, Press Surabaya..
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2016. “Badan Pengatur Penyediaan dan Pendistribusian Bahan Bakar Minyak dan Kegiatan Usaha Pengangkutan Gas Bumi melalui Pipa (Lembaran Negara Republik Indonesia Republik Indonesia Nomor 4253) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 49 Tahun,” pp. 1–8.
- Laamena, F., & Taihutu, A. 2021. Kajian Optimasi Ukuran Kapal Tradisional dan Perhitungan Hambatannya. Jurnal METIKS, 1(1), 17-22..
- Matínez-López, A., Díaz Ojeda, H. R., Míguez González, M., & Marrero, Á. (2022). Environmental Inefficiencies of Short Sea Shipping Vessels by Optimization Processes Based on Resistance Prediction Methods. Journal of Marine Science and Engineering, 10(10), 1457..
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 191 Tahun 2014, “Penyediaan, Pendistribusian Dan Harga Jual Eceran Bahan Bakar Minyak”.
- Praharsi, Y., Jami'in, M. A., Suhardjito, G., & Wee, H. M. 2019. Modeling a traditional fishing boat building in East Java, Indonesia. Ocean Engineering, 189, 106234, doi: 10.1016/j.oceaneng.2019.106234.

- Prihandanu, R. B., & Baidowi, A. 2022. Sistem Propulsi dan Engine Propeller Matching. CV. Bintang Semesta Media..
- Priohutomo, K., & Suwarni, E. 2020. Perhitungan Tahanan dan Daya Mesin pada Kapal Mini LNG berbasis Simulasi Numerik. *Jurnal Teknik Mesin dan Mekatronika (Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics)*, 5(2), 90-100.
- Ramadhan, A. I., Djunaedi, T., & Firmansyah, I. 2022. Analisis performansi bahan bakar premium dan pertamax dengan ring bensin option R terhadap daya dan torsi Pada sepeda motor 4 Tak. *Jurnal Teknologi*, 14(2), 255-264.
- Sitorus, S. P., Budiarto, U., & Kiryanto, K. 2020. Perancangan Propeller dan Engine Propeller Matching pada Kapal Self Propelled Oil Barge (SPOB) 5000 DWT. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(4), 563-578.
- Suardi, S., Rahmat, A., Setiawan, W., Pawara, M. U., Alamsyah, A., Arifuddin, A. M. N., & Hidayat, T. 2023. Design a phinisi-type tourist ship to increase tourist interest in vacationing at taka bonerate national park. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 8(2).
- Syahril, S., Nabawi, R. A., Arbi, Y., Prasetya, F., & Anisa, K. D. 2020. Analisis Sistem Propulsi Kapal Wisata Tenaga Surya. *Jurnal Aerasi*, 2(1), 1-Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture (Second Revision), Volume II-Resistance, Propulsion and Vibration*. Society of Naval Architects and Marine Engineers.