

ANALISIS HAMBATAN GESEK KAPAL MODIFIKASI DARI KAPAL JARING INSANG MENJADI KAPAL PANCING TONDA DI PALABUHANRATU

Evaluation of Ship Resistance from the Modification of Gillnets Vessel Into Troll Lines Vessel in Palabuhanratu

Muhammad Nur Iqbal, Mohammad Imron dan Fis Purwangka
Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agathis, Kampus IPB Dramaga, Bogor
Email : mni1612@gmail.com, mohammad.imron@gmail.com, fis@psp-ipb.org

Diserahkan tanggal 02 Juli 2019, Diterima tanggal 16 Desember 2019

ABSTRAK

Transformasi alat tangkap jaring insang ke pancing tonda adalah upaya untuk meningkatkan hasil tangkapan. Pergeseran alat tangkap ikan telah menyebabkan perubahan dalam metode penangkapan ikan, dan mempengaruhi pergerakan kapal. Saat ini nelayan memodifikasi bagian badan kapal, pemasangan mesin yang belum memasukkan standar perhitungan dalam pembangunannya. Penelitian ini bertujuan adalah untuk mengidentifikasi kemampuan mesin kapal saat beroperasi, dilihat dari hambatan gesek dan tenaga mesin kapal. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *accidental sampling*. Data diambil menggunakan metode observasi langsung, pengukuran dimensi utama kapal, wawancara ke Nahkoda "KM Untukmu" dan studi pustaka. Data-data tersebut dianalisa dengan menggunakan metode Holtrop untuk mencari nilai hambatan gesekan kapal, metode Telfer untuk mengubah nilai resistensi menjadi nilai gaya propulsi dan metode Nomura dan Yamazaki untuk mencari nilai *Brake Horse Power* (BHP). Dimensi utama kapal yang diukur adalah tinggi (D), lebar (B), panjang garis air (lwl) dan draft (d). Hasil studi menyimpulkan bahwa, mesin utama "KM Untukmu" memenuhi persyaratan kecepatan yang dibutuhkan untuk melakukan operasi penangkapan ikan, yaitu 4-8 knot dan tinggi draft 1 meter dengan nilai hambatan gesek 257,96-920,64 Newton (N m/s) dan dengan nilai HP yang dibutuhkan berkisar 2,155-23,48 HP. Mesin utama "KM Untukmu" telah memenuhi kebutuhan yang diperlukan untuk melakukan operasi pancing tonda dan mampu bergerak hingga kecepatan 11,12-12,92 knot.

Kata kunci: Hambatan gesek; kecepatan; pancing tonda di Palabuhanratu; KM Untukmu

ABSTRACT

Transforming gill nets into troll line rods is an attempt to increase the number of catches. The shift of fishing gear has caused changes in fishing methods, this has affected the ship movements. Now fishermen are modifying ship's body parts, machinery installation, and its main engine even though they didn't include shipping calculation standard in its construction. This study objectives are identifying ship's engine performance during fishing operation, which seen from friction resistance and ship's engine thrust. Data collection method used is direct sampling. Data taken using direct observation method, i.e. of the ship's main dimensions measurements, Chief of "KM Untukmu" interviews and literature studies. Data analyzed using Holtrop method in order to find ship friction resistance value, and Nomura and Yamazaki method to calculate Brake Horse Power (BHP) value. Ship main dimensions measured are depth (D), breadth (B), length of water line (lwl) and draft (d). Study shows that KM Untukmu's main engine meets speed requirements needed to carry out fishing operations, namely 4-8 knots and one meters draft height with friction resistance value of 257.96 – 920.64 Newton (N m/s) with HP value needed around 2.15 – 23.48 HP. "KM Untukmu" main engine has fulfilled troll line operation requirements and is capable in moving up the speeds up to 11.12 – 12.92 knots.

Keywords: Friction resistance; speed; troll line rod in Palabuhanratu; KM Untukmu

PENDAHULUAN

Metode pangoperasian alat tangkap *gillnet* (jaring insang) berbeda dengan pancing tonda. Menurut Permen KP nomor 71 tahun 2016 tentang jalur penangkapan ikan di wilayah pengelolaan perikanan negara Republik Indonesia, menjelaskan sifat alat tangkap jaring insang pasif, sedangkan alat tangkap pancing tonda bersifat aktif. Perubahan alat tangkap jaring insang menjadi pancing tonda pada kapal dibutuhkan tambahan mesin, karena perbedaan metode penggunaan alat tangkap. menurut Budiarti 2012 penambahan

bangunan hanya dilakukan pada bagian depan kapal dan dudukan mesin baru untuk menambah kecepatan kapal. Susanto A *et al.* (2011) nilai C_b yang dimiliki kapal *Static gear* di PPN Palabuhanratu memiliki nilai 0,5. Menurut Pamikiran 2013, agar kapal dapat dipergunakan semaksimal mungkin, maka kapal harus memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan fungsinya sebagai kapal perikanan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan kapal adalah penggunaan daya (*horse power* (HP)) dari mesin penggerak kapal yang sesuai.

Kecepatan kapal saat mengoperasikan alat pancing tonda merupakan faktor penentu dalam keberhasilan operasi, karena penarikan umpan agar umpan terlihat hidup/segar karena pengaruh tarikan, umpan bergerak di dalam air sehingga merangsang ikan buas menyambarnya. Menurut Mattasari (2012) kecepatan operasi penangkapan dengan menggunakan pancing tonda memiliki kecepatan 4-8 knot, namun menurut Anggraeni (2012) kecepatan pengoperasian kapal pancing tonda 4-5 knot. Perbedaan kecepatan juga terjadi pada Yasa (2010) 2-4 knot. Kecepatan ini merupakan pengoperasian pancing tonda di Palabuhanratu. Kecepatan kapal pancing tonda di daerah Aceh Barat memiliki perbedaan, menurut Hanifudin *et al.* (2017) kecepatan operasi penangkapan pancing tonda 4-6 knot.

Hambatan kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan komponen daya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. Hambatan gesek kapal dipengaruhi oleh bentuk badan kapal yang berada di bawah air, luas area basah kapal dan kecepatan kapal. Tugas arsitek kapal untuk merancang kapal yang bentuk lambungnya memiliki tahanan yang rendah bila kapal tersebut bergerak di air. Sistem *propulsor* kapal yang terdiri dari *propulsor* (pendorong), mesin penggerak, dan badan kapal (lambung) harus dirancang paling efisien, yaitu jumlah energi yang diperlukan untuk propulsi (pendorongan) kapal harus sekecil mungkin. *Propulsor* tersebut umumnya adalah baling-baling dan mesin penggeraknya dapat berupa ketel uap, turbin, turbin gas, mesin diesel, atau mesin bertenaga nuklir. Layar dapat juga menjadi bagian sistem propulsi kapal. Dengan kata lain, semua elemen dalam sistem propulsi kapal harus saling secocok mungkin. Kapal tersebut harus mempunyai kemampuan olah gerak dan unjuk kerja (*performance*) yang baik (Harvald 1992).

Kapal motor (KM) "Untukmu" adalah salah satu kapal alih jenis alat tangkap dari jaring insang menjadi pancing tonda di Palabuhanratu. Pembuatan KM "Untukmu" masih dilakukan dengan cara tradisional, sesuai dengan Susanto (2010) yang menyatakan Palabuhanratu sebagai salah satu sentra perikanan tangkap di Selatan Jawa dan hampir seluruhnya kapal dibuat di galangan tradisional yang belum memasukkan standar perhitungan perkapalan dalam pembangunannya. Pembuatan kapal perikanan yang masih bersifat tradisional merupakan pembuatan kapal berdasarkan kebiasaan masyarakat secara turun temurun tanpa didasari perhitungan arsitektur perkapalan (*naval architect*) dan gambar rencana garis (*lines plan*), *deckprofile*, *body plan* dan *profile construction* (Rusmilyansari *et al.* 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis hambatan gesek kapal dengan tenaga penggerak kapal (HP) pada KM "Untukmu", mencari kecepatan maksimal yang dapat dilakukan KM "Untukmu".

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Februari-April 2018. Penelitian ini dilakukan di Palabuhanratu Kabupaten Sukabumi. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan studi kasus. Metode kuantitatif adalah metode yang datanya dinyatakan dalam angka. Studi kasus adalah penelitian dengan karakteristik masalah yang berkaitan

dengan latar belakang dan kondisi saat ini dari subjek yang diteliti serta interaksinya dengan lingkungan (Sangadji dan Sophia 2010). Kasus yang diamati adalah hambatan gesek kapal pada salah satu kapal tonda yang ada di Palabuhanratu, Sukabumi, Jawa Barat.

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis data yaitu data dimensi utama kapal dan hambatan gesek kapal. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah observasi langsung yaitu melakukan pengukuran dimensi utama "KM Untukmu" untuk mendapatkan nilai hambatan gesek kapal, hasil analisis tersebut digunakan untuk menghitung daya minimal kapal dan selanjutnya hasil perhitungan daya tersebut dibandingkan dengan literatur yang ada. Data dimensi utama kapal diperoleh dengan menggunakan metode observasi langsung yaitu dengan melakukan proses pencatatan pola perilaku subyek (orang), obyek (benda), atau kejadian yang sistematis tanpa adanya pertanyaan atau komunikasi dengan individu-individu yang diteliti. Penggunaan observasi langsung memungkinkan peneliti mengumpulkan data mengenai perilaku dan kejadian secara detail (Sangadji dan Sophia 2010). Data hambatan gesek kapal diperoleh dari hasil analisis hambatan gesek kapal tersebut, untuk mendapatkan daya minimal kapal. Data yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis data yang dikumpulkan

Tujuan	Jenis data	Sumber data	Metode pengumpulan data
Mencari nilai hambatan gesek kapal	Dimensi utama kapal	1 kapal Pancing tonda	Observasi langsung dengan cara pengukuran kapal
Daya minimal kapal	Hambatan gesek kapal	1 kapal Pancing tonda	Hasil analisis hambatan gesek kapal dan standar berdasarkan literatur

Hambatan tersebut sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal (Harvald, 1992). Menurut Harvald (1992) setiap kapal dibebani oleh empat gaya yang tidak tergantung satu sama lain, salah satu sumber gaya ialah kecepatan kapal relatif terhadap air dan udara atau air yang dilintasi kapal. Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian perhitungan hambatan hanya dihitung hambatan gesek kapal terhadap air. Data nilai tahanan kasko kapal diperoleh dari hasil simulasi dengan menggunakan data dimensi utama, koefisien bentuk dan parameter hidrostatis masing-masing kapal yang diolah berdasarkan rumus untuk menghitung tahanan kasko (Novita dan Rahman 2008).

Perhitungan hambatan gesek dapat membantu dalam pemilihan ukuran daya tenaga penggerak yang akan digunakan. Menurut Santoso *et al.* (2017) metode perhitungan hambatan ada delapan yaitu metode *Savitsky pre-planning*, *Savitsky planning*, *Lahtiharju*, *Holtrop*, *Van Ootmerssen*, *Series 60*, *Delf Series*, dan *Harvald*. Metode yang telah disebutkan memiliki fungsinya masing-masing. Dalam penelitian ini perhitungan hambatan gesek kapal menggunakan metode Holtrop. Metode ini dapat digunakan untuk perhitungan hambatan gesek kapal ikan.

Data yang dibutuhkan dalam perhitungan hambatan gesek ialah ukuran dimensi utama kapal. Data yang telah dikumpulkan, lalu diolah dengan perhitungan berikut, yang

selanjutnya disajikan dengan gambar grafik dan tabel. Formula hambatan gesek kapal didapatkan dengan persamaan Holtrop (1984). Dalam perhitungan ini hanya dilakukan perhitungan hambatan gesek, hambatan lain yang terjadi diasumsikan tidak ada. Berikut formula perhitungan hambatan gesek yang digunakan

$$R_f = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot (1+k) C_f \cdot S \dots\dots\dots (1)$$

$$R_n = (V \times LWL) / v \dots\dots\dots (2)$$

$$C_f = 0.075 / (\log R_n - 2)^2 \dots\dots\dots (3)$$

$$L_R = LWL(1 - C_p + 0.06 C_p \cdot lcb / (4 C_p - 1)) \dots\dots\dots (4)$$

$$S = LWL(2T+B) \sqrt{C_M(0.4530 + 0.4425 C_B - 0.2862 C_M - 0.003467 B/T + 0.3693 C_W) + 2.38 A_{BT} C} \dots\dots (5)$$

$$(1+k) = 0.93 + (T/LWL)^{0.22284} (B/L_R)^{0.92497} (0.95 - C_p)^{-0.521448} (1 - C_p + 0.025 lcb)^{0.6906} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan : $A_{BT} C$ = *Bulb area*, karena kapal ikan tidak memiliki *bulbous bow* maka $A_{BT} = 0$; AM = *Midship area* (m²); AW = *Water area* (Aw) (m²); B = *Breadth*; CB = *Coeffisient block*; C_f = *Coeffisient frictional* (hambatan gesek kapal); CM = *Coeffisient midship*; CP = *Coeffisient prismatic*; CW = *Coeffisient water area*; LWL = *Length waterline* (m); R_f = *Total frictional resistance* (N m/s); S = *Luas permukaan basah kapal* (m²); T = *Draft* (m) (ketinggian sarat air); V = *Kecepatan kapal* m/s; ρ = *Massa jenis air laut* (1.025 kg/m³); ν = *Viskositas air laut* $1,1883 \times 10^{-6}$ m²/s; ∇ = *Volume displacement* (m³)

Setelah hambatan gesek kapal didapatkan maka langkah selanjutnya adalah mencari EHP. Nilai EHP didapatkan dengan menggunakan lanjutan rumus Holtrop, setelah itu nilai EHP yang memiliki satuan N m/s dikonversi menjadi HP. Berikut perhitungan serta konversi yang digunakan.

$$EHP = V \text{ m/s} \cdot R_f \text{ N m/s} \dots\dots\dots (7)$$

$$1 \text{ N m/s} = 0,001 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,34102 \text{ HP}$$

Nilai EHP yang telah didapatkan, digunakan sebagai dasar untuk mendapatkan nilai BHP mesin kapal. Nilai BHP ialah nilai HP yang keluar dari mesin penggerak kapal, untuk mendapatkan nilai BHP mesin kapal, diperlukan perhitungan SHP. Nilai inilah yang dapat dijadikan acuan dalam pemilihan mesin kapal. Perhitungan yang digunakan sebagai berikut:

$$SHP = EHP / 0,23 \dots\dots\dots (8)$$

$$BHP = SHP / 0,94 \dots\dots\dots (9)$$

Sumber rumus Nomura dan Yamazaki (1977). dengan:

$$BHP = \text{Brake Horse Power}$$

$$EHP = \text{Effective Horse Power}$$

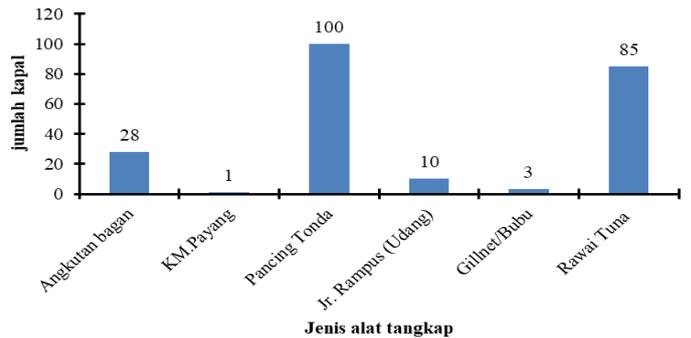
$$SHP = \text{Shaft Horse Power}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Perikanan Pancing Tonda Di Palabuhanratu

Menurut data statistik Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu, jumlah kapal motor yang beroperasi pada tahun 2016 berdasarkan alat tangkap yang digunakan berjumlah 227

armada kapal motor mesin *inboard* penangkapan ikan. Data kapal motor yang beroperasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kapal Ikan yang Beroperasi di PPN Palabuhanratu Tahun 2016

Kapal motor yang mendominasi di PPN Palabuhanratu salah satunya kapal pancing tonda yang berjumlah 100 kapal. Kapal pancing tonda yang biasa disebut kapal pancing rumpon atau kapal *Trolling* di Palabuhanratu merupakan kapal tradisional yang digunakan nelayan untuk menangkap ikan tuna dan ikan marlin.

Kapal pancing tonda beroperasi di perairan WPP-RI 573 dengan 3-5 orang ABK dan 1 kapten atau yang biasa disebut *tekong*. *Fishing ground* berada di Samudera Hindia atau laut selatan Pulau Jawa dengan menaruh rumpon di laut tersebut. Lama pelayaran kapal pancing rumpon 7-14 hari. Jumlah hari pelayaran ini bergantung pada stok perbekalan yang dibawa nelayan, bilamana stok perbekalan nelayan habis atau dirasa tidak mencukupi nelayan akan kembali ke pelabuhan walaupun hasil tangkapan tidak dapat mengembalikan modal perbekalan.

Sistem bagi hasil pada kapal tonda sangatlah beragam. Saat setelah melaut kapal menjual tangkapan ikan, lalu dipotong untuk biaya perbekalan. Setelah pendapatan bersih didapatkan, baru dipotong 30%-50% untuk pemilik kapal. Sisanya akan dibagikan untuk kapten dan para ABK kapal yang berangkat. Sistem bagi hasil antara ABK kapal dan kapten kapal ialah, dua bagian untuk kapten kapal serta satu bagian untuk ABK kapal. Biasanya para nelayan akan mendapatkan pendapatan tambahan dari hasil pancing cumi yang dilakukan saat mengisi waktu senggang di laut.

Data statistik PPN palabuhanratu menerangkan ukuran GT kapal pancing tonda ialah dibawah 10 GT, dengan panjang pakal 10-14,76 meter. Kapal pancing tonda Palabuhanratu berbahan dasar kayu yang dilapisi oleh cat kayu, namun ada juga yang dilapisi oleh *fiber* terlebih dahulu lalu di lapis oleh cat kayu. Pelapisan dengan *fiber* atau laminasi bertujuan untuk memperbaiki, memperkuat, mencegah kebocoran, dan menambah umur teknis kapal (Ramadhoni, 2014). Kapal pancing tonda Palabuhanratu menggunakan mesin diesel sebagai tenaga penggerak kapal. Penggunaan mesin diesel ini dipilih karena keunggulannya yaitu mesin diesel lebih tangguh dibanding mesin bensin, torsi lebih melimpah dibanding mesin bensin, dan mesin diesel lebih irit bahan bakar. Mesin diesel yang digunakan pada kapal pancing tonda Palabuhanratu merupakan mesin diesel yang peruntukannya sebagai mesin penggerak kapal, namun dari hasil observasi kapal pancing tonda di Palabuhanratu ada yang menggunakan mesin truk yang diubah agar dapat menjadi tenaga penggerak kapal. Menurut perusahaan yang bergerak dalam jasa penjualan mesin diesel

re-kondisi dari mesin truk dan bis. Pertama perbedaan ini terletak pada proses pendinginan, bila pada mesin truk dan bus saat beroperasi mesin tersebut mendapatkan udara segar secara terbuka dari luar, sementara mesin kapal proses pendinginan tertutup dengan sirkulasi air laut yang dipasang di bawah dek kapal. Perbedaan yang kedua, mesin otomotif darat dirancang untuk berjalan di berbagai kecepatan, sedangkan mesin kapal dirancang untuk melakukan kerja *thortle* atau kecepatan untuk sebagian besar waktunya pada saat beroperasi. Sehingga sistem pendinginan merupakan prioritas utama dalam penggunaan mesin bekas truk atau bis yang diubah menjadi mesin kapal.

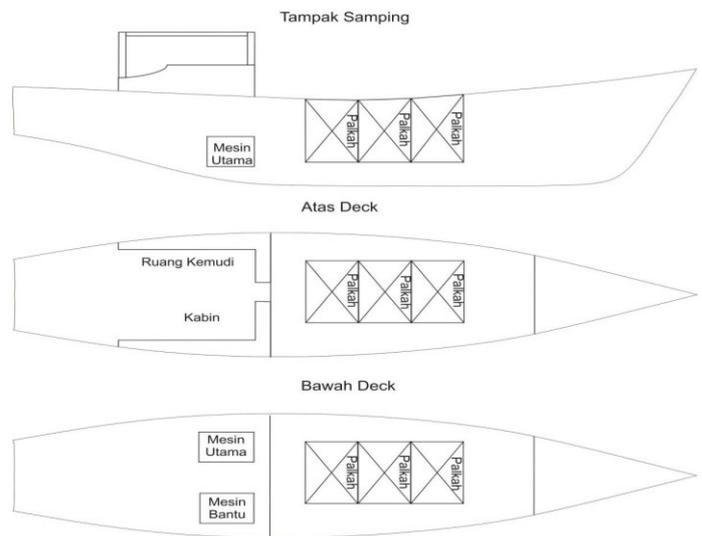
Kondisi KM “Untukmu”

KM “Untukmu” merupakan kapal penangkap ikan yang mengoperasikan alat tangkap pancing tonda di Palabuhanratu. Kapal ini memiliki dimensi utama berupa panjang 14,70 meter, lebar 3,35 meter serta ketinggian 1,85 meter. Kasko kapal memiliki bentuk “V” pada bagian depan kapal, bentuk *round bottom* pada bagian tengah dan “U” pada bagian belakang. Konstruksi dek kapal hanya ada rumah-rumahan kapal yang berukuran panjang 4 meter dan lebar 3 meter. Rumah-rumahan ini berfungsi sebagai tempat duduk ABK kapal dan ruang kemudi kapten kapal. Ruang kerja kapal tonda saat mengangkat hasil tangkapan ikan tuna tidak dilengkapi dengan atap, ini bertujuan agar saat mengangkat hasil tangkapan tidak terhalangi. Ruang masak dan tempat istirahat nelayan berada di bagian haluan, bentuk ruangan ini sangat kecil tidak memungkinkan untuk berdiri pada ruangan tersebut. Pada kapal ini memiliki 3 palka yang berfungsi untuk menampung hasil tangkapan ikan. Alat tangkap yang digunakan hanyalah pancing namun beragam, ada pancing tonda atau yang biasa disebut *trolling*, pancing cumi, pancing layangan dan pancing jerigen. Tempat penyimpanan alat tangkap beragam ada yang ditempatkan di rumah-rumahan, di haluan kapal dan ada yang ditempatkan pada area kerja.

Bahan yang digunakan pada kapal ini adalah kayu yang dilapisi oleh cat bentuk *round bottom* pada bagian tengah serta bentuk “U” pada bagian buritan. Bentuk kapal akan lebih jelas dilihat pada gambar *linesplan* kapal. KM “Untukmu” menggunakan 2 mesin utama, keduanya merupakan mesin diesel berbahan bakar solar. Penggunaan mesin diesel ini dipilih dikarenakan sifatnya yang lebih efisien dalam penggunaan bahan bakar, tenaga yang dihasilkan besar dan terdapat pada putaran mesin yang lebih rendah, tahan dalam penggunaan pada jangka waktu yang lama, serta perawatan dan perbaikan mesin yang lebih mudah dibandingkan dengan menggunakan mesin bensin (Wiyastra *et al.* 2010). Mesin yang digunakan merupakan mesin yang peruntukkannya sebagai tenaga penggerak kapal. Namun pada KM “Untukmu” yang digunakan ialah mesin serbaguna bermerek Yanmar dengan tipe TF- 300 yang memiliki daya sebesar 30 HP. KM “Untukmu” menggunakan dua mesin, hal ini bertujuan agar kapal bisa memiliki kecepatan yang tinggi, Serta sebagai mesin cadangan bila salah satu mesin mengalami permasalahan, yang mengakibatkan mesin kapal tidak mau menyala. Menurut keterangan salah satu kapten kapal tonda, kecepatan kapal lebih cepat bila menggunakan mesin re-kondisi truk atau bis, ini dikarenakan tenaga yang dimiliki mesin truk dan bis jauh lebih besar dari pada mesin kapal laut, serta harganya pun jauh lebih murah dan perawatan lebih mudah. Wiyastra *et al.* (2010)

menyatakan alasan penggunaan mesin diesel truk adalah harga mesin yang lebih terjangkau dibanding menggunakan *marine engine*, kemudahan perawatan mesin dikarenakan konstruksinya yang lebih sederhana, kemudahan mendapatkan suku cadang mesin jika terjadi kerusakan, dan kemudahan memodifikasi sistem transmisinya dengan *transfer case* tipe *marine gearbox* yang umum tersedia di pasaran.

Ruangan pada kapal pancing tonda sangat sedikit, ini bertujuan agar ruang kerja lebih luas. Ruangan pada kapal pancing tonda ialah ruang kemudi, ruangan istirahat dan ruang masak, palka ikan serta ruang mesin. Gambar kapal dan spesifikasi KM “Untukmu” dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 2. Sketsa Tata Letak KM “Untukmu”

Tabel 2. Spesifikasi Keragaan dan Mesin KM “Untukmu”

No.	Nama	Spesifikasi
1	<i>Length over all</i> (Panjang kapal)	14,70 meter
2	<i>Length water line</i> (Panjang garis air)	11,86 meter
4	<i>Breadth</i>	3,35 meter
5	<i>Depth</i> (Tinggi kapal)	2,37 meter
6	<i>draught</i> (Tinggi sarat air)	1 meter
7	Merek mesin	Yanmar
8	Jumlah mesin	2 mesin
9	Model	TF 300H-di
10	Model motor	Motor Diesel 4 Langkah horisontal berpendingin air
11	Jumlah silinder	1
12	Diameter x langkah (mm)	125 x 120
13	Volume langkah (cc)	1472
14	Daya keluaran kontinu (PS/RPM)	26/2200
15	Daya maksimum (PS/RPM)	30/2400

Sumber: Hasil Observasi Langsung oleh Penulis

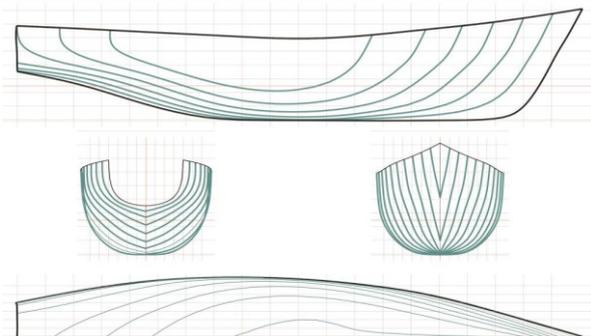
Mesin yanmar TF 300H-di merupakan mesin serbaguna produksi perusahaan Yanmar. Tipe mesin ini dapat dipergunakan sebagai mesin penggerak kapal ikan dalam bidang kelautan dan sebagai penggerak pompa dalam bidang pertanian. Kehandalan mesin ini terletak pada sistem injeksi langsung ke dalam ruang bakar dan didukung dengan desain

mahkota piston berbentuk toroidal menghasilkan tenaga ekstra yang spontan dan hemat solar. Selain itu volume bakar yang dimiliki besar sehingga dapat menghasilkan tenaga yang besar namun tetap ekonomis. Berdasarkan hasil komunikasi langsung dengan Dr Desrial selaku direktur Yanmar IPB (YARI) umur teknis yang dimiliki mesin diesel berkisar 10 tahun, jadi untuk mesin Yanmar TF- 300H-di memiliki umur teknis selama 10 tahun.

Hambatan Gesek KM “Untukmu”

Tahanan kapal merupakan gaya hambat dari media fluida yang dilalui oleh kapal saat beroperasi dengan kecepatan tertentu. Kapal yang bergerak dengan kecepatan tertentu pasti akan mengalami gaya hambat (*resistance*), karena arahnya yang berlawanan dengan arah gerak kapal itu sendiri. Besarnya gaya hambat total ini merupakan jumlah dari semua komponen gaya hambat (*resistance*) yang bekerja di kapal, meliputi, tahanan gesek, tahanan gelombang, tahanan *appendages*, tahanan udara. .

Hambatan gesek kapal adalah komponen hambatan yang diperoleh dengan jalan mengintegrasikan tegangan tangensial ke seluruh permukaan basah kapal menurut arah gerakan kapal (Silaen 2008). Nilai hambatan gesek kapal yang dimiliki oleh KM “Untukmu” didapatkan dengan mencari parameter hidrostatis kapal tersebut. Parameter hidrostatis dihasilkan setelah membuat pemodelan *linesplan* kapal tersebut. Pembuatan *linesplan* dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Free!ship*. Menurut Kantu *et al.* (2013) pembuatan *Linesplan* dengan menggunakan aplikasi *Free!ship* memiliki hasil yang baik.



Gambar 3. Linesplan KM “Untukmu”

Sumber: Hasil observasi langsung oleh penulis
 Hasil pemodelan keragaan kapal dapat dilihat bentuk kasko kapalnya. Kasko kapal pada bagian haluan kapal berbentuk “V” *bottom*, bagian tengah kapal berbentuk *round bottom* sementara pada bagian haluan berbentuk “U” *bottom*. Menurut Novita dan Rahman (2008) bentuk kasko memiliki pengaruh terhadap besarnya tahanan kasko yang dialami oleh kapal, bentuk kasko yang memiliki tahanan kasko terbesar adalah bentuk “U” *bottom* dan “Akatsuki” *bottom*. Kemudian dilanjutkan dengan bentuk *round flat bottom* dan *hard chin bottom*. Kelompok yang mempunyai tahanan kasko terkecil adalah kelompok kapal dengan bentuk kasko *round bottom*.

Parameter Hidrostatis Kapal

Parameter hidrostatis merupakan parameter yang dapat menggambarkan keragaan kapal secara statis, seperti kegemukan kapal. Kisaran hasil parameter hidrostatis KM “Untukmu” secara detail dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Hidrostatis KM “Untukmu”

Draft (m)	0,600	0,700	0,800	0,900	1
Lwl (m)	10,68	11,14	11,52	11,93	12,33
Bwl (m)	2,65	2,79	2,91	3,01	3,09
Volume (m ³)	6,68	8,63	10,76	13,06	15,51
Displ. (ton)	6,85	8,85	11,03	13,39	15,90
LCB (m)	7,95	7,91	7,87	7,82	7,77
VCB (m)	0,38	0,44	0,50	0,56	0,62
Cb	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41
Am (m ²)	1,12	1,39	1,68	1,98	2,283
Cm	0,71	0,71	0,72	0,73	0,74
Aw (m ²)	18,54	20,42	22,17	23,80	25,34
Cw	0,65	0,66	0,66	0,66	0,66
LCF (m)	7,80	7,73	7,65	7,55	7,45
Cp	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55
S (m ²)	22,52	25,53	28,53	31,54	34,59

Sumber: Hasil Observasi Langsung oleh Penulis

Berikut parameter hidrostik yang dibutuhkan dalam perhitungan hambatan, seperti panjang garis air (lwl), lebar garis air kapal (bwl), tinggi garis air kapal (draft), *coefficient block* (Cb), *coefficient midship* (Cm), *coefficient prismatic* (Cp), *coefficient water area* (Cw) serta luas permukaan basah kapal (S). Menurut Prayitno (2012) dalam perhitungan hambatan gesek kapal menggunakan metode Holtrop memiliki persyaratan yaitu nilai Cp (5,5<Cp<0,85), L/B (3,9<L/B<15), B/T (2,1<B/T<4,0). Kapal ini telah memenuhi persyaratan penggunaan metode Holtrop.

Koefisien balok (Cb) adalah nilai perbandingan antara volume badan kapal yang berada di bawah permukaan air dengan volume balok yang membatasinya atau yang dibentuk oleh panjang, lebar dan tinggi balok. Nilai Cb kapal pada ketinggian draft 0,6-1 m adalah 0,39-0,40. Dengan demikian kapal memiliki bentuk yang ramping, hal ini mendapat keuntungan dalam kecepatan karena tahanan yang dimiliki oleh kapal kecil, namun stabilitas yang dimiliki rendah. Nilai Cb ini lebih rendah dari yang dikemukakan oleh Suzuki (1978) ini dikarenakan dari ukuran kapal yang dimiliki berbeda serta perbedaan ketinggian draft yang digunakan.

Koefisien penampang tengah (Cm) adalah nilai perbandingan antara luasan penampang tengah yang berada di bawah permukaan air dengan luas penampang empat persegi panjang yang membatasinya atau yang dibentuk oleh lebar dan tinggi empat persegi panjang. Nilai Cm kapal ini berkisar antara 0,70 - 0,73 untuk draft 0,60–1 m. Namun nilai Cm yang dimiliki KM “Untukmu” sesuai dengan yang dikemukakan oleh Suzuki (1978), nilai yang sesuai ialah nilai kapal patroli perikanan.

Koefisien garis air (Cw) adalah nilai perbandingan antara luasan penampang garis air dengan luas penampang empat persegi panjang yang membatasinya atau yang dibentuk oleh panjang dan lebar empat persegi panjang. Nilai Cw untuk kapal ini berkisar antara 0,65 - 0,66 untuk draft 0,60–1 m. Hal ini berarti bahwa luas bidang yang dibentuk oleh garis air adalah 65–66 % dari luas bidang air dalam bentuk empat persegi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa luas bidang yang dibentuk oleh garis air pada kapal ini jauh dari bentuk empat persegi, sehingga stabilitas kapal kurang baik. Cw kapal ini berada pada kisaran bagian atas dari Cw yang diberikan oleh Suzuki (1979) yakni 0,71–0,94.

Koefisien prismatik (C_p) adalah perbandingan antara nilai *volume displacement* kapal dengan volume yang dibentuk oleh luas area penampang melintang tengah kapal (A_m) dan panjang kapal pada garis air tertentu (L_{wl}). Nilai C_p kapal ini berkisar 0,55 untuk draft 0,60–1 m. C_p kapal ini berada di bawah kisaran dari nilai C_p yang diberikan oleh Suzuki (1978) sebesar 0,58–0,77.

Perhitungan Hambatan Gesek

Perhitungan hambatan kapal menggunakan metode Holtrop dimana diasumsikan hambatan lainnya 0, hanya menggunakan hambatan gesek kapal. Perhitungan ini menggunakan parameter hidrostatik yang telah didapatkan.

Berikut hasil perhitungan gesek kapal pada ketinggian draft 1 meter dengan kecepatan kapal 1- 13 knot dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Hambatan KM “Untukmu”

V (knot)	Rf (N m/s)
1	20,70
2	72,78
3	152,44
4	257,96
5	388,25
6	542,52
7	720,14
8	920,60
9	1143,50
10	1388,44
11	1655,13
12	1943,28
13	2252,63

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan hambatan gesek yang dihasilkan oleh badan kapal. Nilai hambatan tersebut memberikan hasil, semakin tinggi kecepatan kapal maka semakin tinggi pula nilai hambatan yang dihasilkan. Faktor yang menentukan besarnya gaya hambatan gesek kapal selain kecepatan ialah bentuk badan kapal serta luasan badan kapal yang bersentuhan dengan air.

Simulasi Perhitungan Hambatan Gesek Kapal

Perhitungan hambatan kapal dapat disimulasikan pada ketinggian draft kapal. Simulasi ini dilakukan karena draft kapal merupakan parameter keadaan kapal dengan muatan. Semakin tinggi draft kapal semakin banyak beban yang dibawa kapal, begitu sebaliknya semakin kecil draft kapal semakin sedikit beban muatan kapal yang dibawa oleh kapal tersebut. Tabel 5 simulasi perhitungan hambatan kapal dari draft 0,6 m hingga draft 1 m.

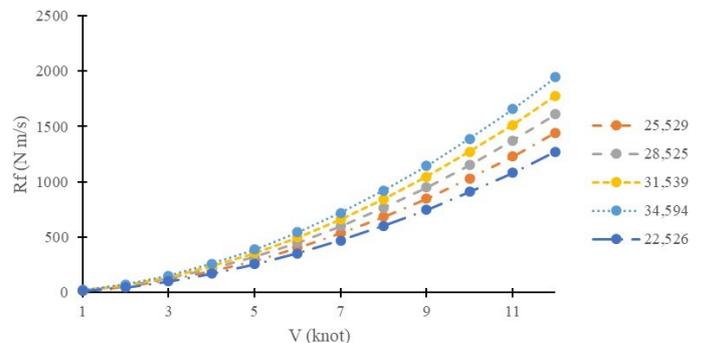
Tabel 5 adalah hasil perhitungan hambatan gesek yang dimiliki KM “Untukmu”, tiap draft dari 0,6 m – 1 m. Perhitungan ini disimulasikan dengan kecepatan 1–13 knot. Pada setiap draft dan kecepatan berbeda-beda. Semakin tinggi nilai kegemukan kapal (*coeficient block*) maka semakin tinggi juga hambatan gesek yang dihasilkan. Sementara itu, peningkatan nilai C_b juga akan meningkatkan nilai hambatan gerak yang dialami oleh kapal. Oleh karena itu, penentuan ukuran kapal hasil desain ulang selain didasarkan pada rasio dimensi utama juga mempertimbangkan nilai C_b dari ukuran kapal yang diperoleh sebagai hasil proses *redesign* (Susanto

2010). Semakin cepat kapal semakin tinggi nilai hambatannya, dapat dilihat pada Gambar 4 kenaikan nilai hambatan dan kecepatan.

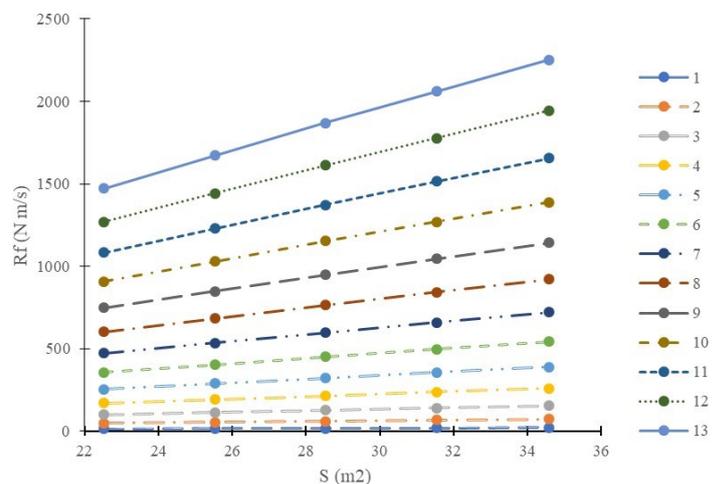
Tinggi draft kapal juga dapat mempengaruhi nilai hambatan, ini dikarenakan luas area basah kapal yang berbeda. Semakin tinggi draft semakin tinggi pula luas area basah sehingga nilai hambatannya semakin naik. Nilai hambatan gesek dengan luas area basah dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 5. Perhitungan Hambatan KM “Untukmu” tiap draft 0,6 meter – 1 meter

V (knot)	Rf 0,6	Rf 0,7	Rf 0,8	Rf 0,9	Rf 0,10
1	13,60	15,41	17,21	18,95	20,69
2	47,75	54,12	60,47	66,64	72,78
3	99,93	113,29	126,60	139,55	152,43
4	169,00	191,62	214,17	236,11	257,95
5	254,25	288,32	322,28	355,34	388,25
6	355,15	402,78	450,26	496,49	542,51
7	471,28	534,54	597,59	658,99	720,13
8	602,33	683,22	763,86	842,39	920,60
9	748,00	848,51	948,70	1046,29	1143,49
10	908,05	1030,14	1151,82	1270,37	1388,44
11	1082,29	1227,86	1372,95	1514,32	1655,13
12	1270,52	1441,46	1611,85	1777,89	1943,27
13	1472,57	1670,77	1868,33	2060,85	2252,63



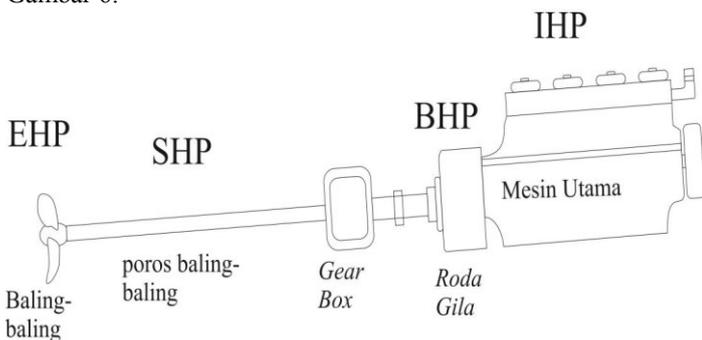
Gambar 4. Hambatan Gesek Kapal dengan Kecepatan Kapal



Gambar 5. Hambatan Gesek dengan Luas Area Basah Kapal

Perhitungan Nilai Daya Pada Sistem Penggerak Kapal

Sistem penggerak kapal memiliki 4 komponen yaitu mesin utama, roda gila, gear box, poros baling-baling dan baling-baling. Setiap komponen memiliki daya penggerak. Nilai daya pada mesin kapal tidak sepenuhnya menjadi daya penggerak kapal. Nilai daya mesin kapal disebut *Indicated Horse Power (IHP)*, Daya yang tertera akan tereduksi pada roda gila, nilai daya dapat disebut *Brake Horse Power (BHP)*. Setelah daya BHP, daya akan disalurkan ke poros baling-baling. Nilai daya yang terletak pada poros baling-baling disebut *Shaft Horse Power (SHP)*. *Effective Horse Power (EHP)* adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal (*hull*), agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain dengan kecepatan servis sebesar V. EHP ini merupakan fungsi dari besarnya gaya hambat total dan kecepatan kapal. Nilai EHP sebagai daya penggerak kapal. Berikut ilustrasi sistem penggerak pada Gambar 6.



Gambar 6. Komponen Sistem Peggerak Kapal

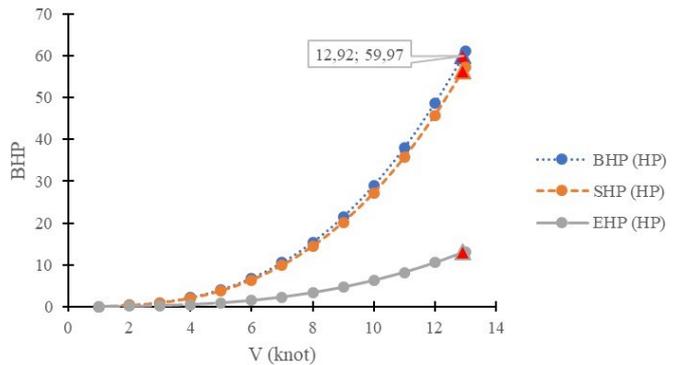
Hasil perhitungan hambatan sebagai acuan untuk perhitungan EHP hingga BHP. Simulasi ini menggunakan parameter kecepatan serta ketinggian draft sama seperti parameter pada perhitungan hambatan gesek kapal. EHP yaitu tenaga yang dibutuhkan untuk menarik kapal yang mempunyai tahanan sebesar R_f pada kecepatan kapal. Rumus yang digunakan berdasarkan persamaan (7).

Nilai EHP yang telah didapatkan, digunakan sebagai dasar untuk mendapatkan nilai SHP mesin kapal. SHP yaitu tenaga yang diberikan kepada baling-baling melalui porosnya, dimana baling-baling dipasang untuk menggerakkan kapal pada kecepatan. Jadi tenaga ini merupakan tenaga kuda yang diukur pada poros baling-baling dan besarnya berbeda dengan tenaga kuda mesin induk kapal yang memutar baling-baling itu dikurangi kerugian-kerugian tenaga pada *shafting arrangement*. Perhitungan yang digunakan berdasarkan persamaan (8).

Nilai BHP ialah nilai daya untuk memutar roda gila. Daya yang didapatkan roda gila merupakan daya yang keluar dari mesin. Perhitungan BHP menggunakan nilai daya SHP yang telah didapatkan. Berikut rumus perhitungan yang digunakan berdasarkan persamaan (9). Hasil perhitungan nilai EHP hingga BHP dengan simulasi ketinggian draft serta kecepatan dapat dilihat pada Gambar 7 – 11.

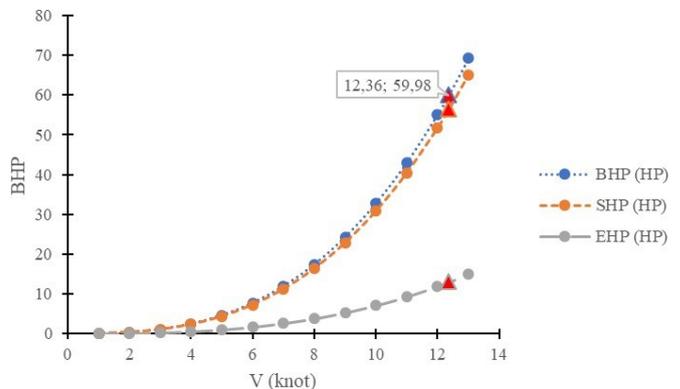
Gambar 7 memperlihatkan perbandingan kecepatan (V) dan BHP, SHP, EHP. Nilai BHP simulasi mempunyai rentang 0-61,03 HP dengan kecepatan 0-13 knot. Gambar ini menjelaskan bahwa adanya peningkatan HP dari nilai EHP menjadi BHP. BHP yang tertera pada mesin kapal ialah 60 HP, dari 2 mesin kapal. Hasil dari gambar ini dapat dilihat kapal

mampu memiliki kecepatan hingga 12,92 knot atau 6,64 m/s² dengan nilai BHP yaitu 59,97 HP.



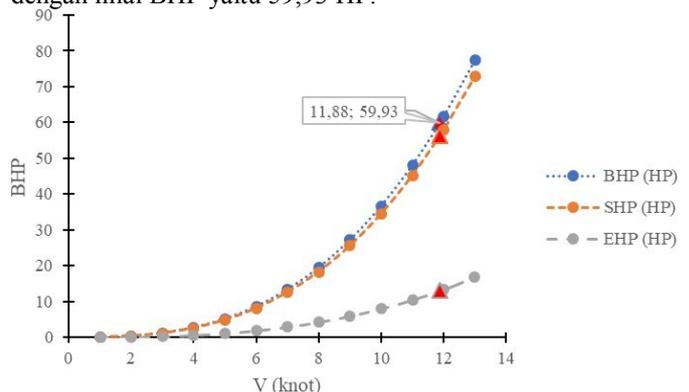
Gambar 7. Nilai EHP hingga BHP pada Draft 0,6 m

Gambar 8 memperlihatkan perbandingan kecepatan (V) dan BHP, SHP, EHP. Nilai BHP simulasi mempunyai rentang 0-69,24 HP dengan kecepatan 0-13 knot. Gambar ini menjelaskan bahwa adanya peningkatan HP dari nilai EHP menjadi BHP. BHP yang tertera pada mesin kapal ialah 60 HP, dari 2 mesin kapal. Hasil dari gambar ini dapat dilihat kapal mampu memiliki kecepatan hingga 13,36 knot atau 6,63 m/s² dengan nilai BHP yaitu 59,98 HP.



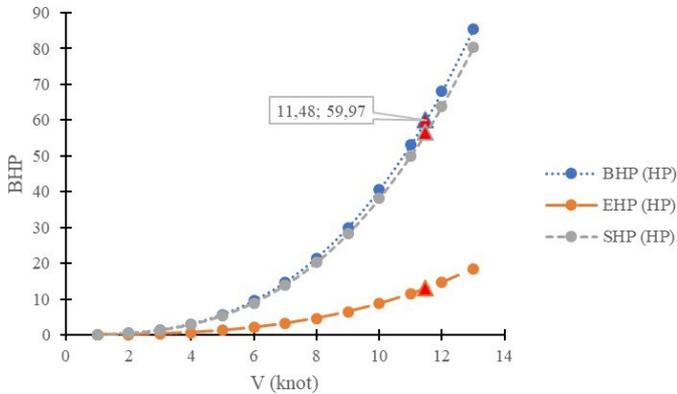
Gambar 8. Nilai EHP hingga BHP pada Draft 0,7 meter

Gambar 9 memperlihatkan perbandingan kecepatan (V) dan BHP, SHP, EHP. Nilai BHP simulasi mempunyai rentang 0-77,43 HP dengan kecepatan 0-13 knot. Gambar ini menjelaskan bahwa adanya peningkatan HP dari nilai EHP menjadi BHP. BHP yang tertera pada mesin kapal ialah 60 HP, dari 2 mesin kapal. Hasil dari gambar ini dapat dilihat kapal mampu memiliki kecepatan hingga 11,88 knot atau 6,11 m/s² dengan nilai BHP yaitu 59,93 HP.



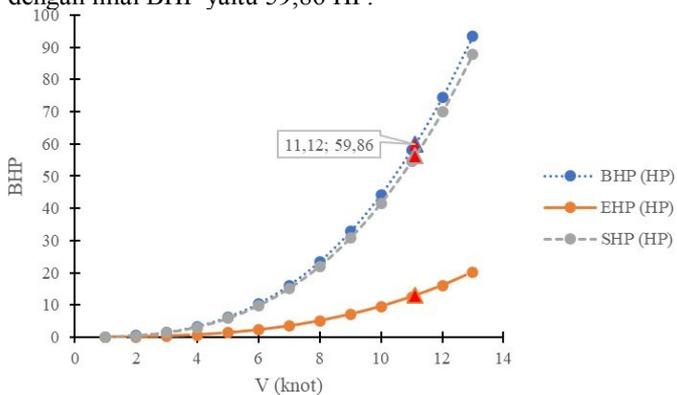
Gambar 9. Nlai EHP hingga BHP pada Draft 0,8 meter

Gambar 10 memperlihatkan perbandingan kecepatan (V) dan BHP, SHP, EHP. Nilai BHP simulasi mempunyai rentang 0-85,42 HP dengan kecepatan 0-13 knot. Gambar ini menjelaskan bahwa adanya peningkatan HP dari nilai EHP menjadi BHP. BHP yang tertera pada mesin kapal ialah 60 HP, dari 2 mesin kapal. Hasil dari gambar ini dapat dilihat kapal mampu memiliki kecepatan hingga 11,48 knot atau 5,90 m/s² dengan nilai BHP yaitu 59,97 HP.



Gambar 10. Nilai EHP hingga BHP pada draft 0,9 m

Gambar 11 memperlihatkan perbandingan kecepatan (V) dan BHP, SHP, EHP. Nilai BHP simulasi mempunyai rentang 0-93,36 HP dengan kecepatan 0-13 knot. Gambar ini menjelaskan bahwa adanya peningkatan HP dari nilai EHP menjadi BHP. BHP yang tertera pada mesin kapal ialah 60 HP, dari 2 mesin kapal. Hasil dari gambar ini dapat dilihat kapal mampu memiliki kecepatan hingga 11,12 knot atau 5,72 m/s² dengan nilai BHP yaitu 59,86 HP.



Gambar 11. Nilai EHP hingga BHP pada draft 1 m

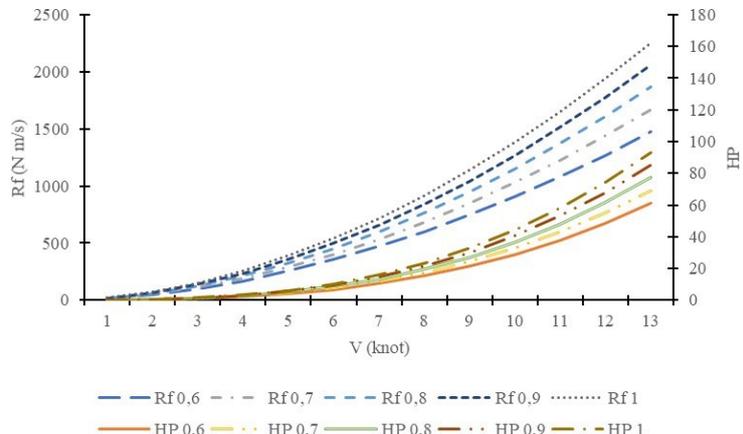
Hasil gambar memiliki nilai kecepatan yang berbeda, ini dikarenakan perbedaan ketinggian draft yang mempengaruhi perbedaan nilai hambatan gesek kapal. Kecepatan kapal pancing tonda saat beroperasi ialah 4-8 knot. Hasil perhitungan HP, mesin kapal mampu bergerak pada kecepatan 11,12 knot hingga 12,92 knot.

Evaluasi hambatan gesek dengan tenaga mesin

Kecepatan kapal merupakan salah satu faktor dalam keberhasilan melakukan operasi penangkapan ikan. Kapal ikan dituntut agar dapat melakukan gerakan yang cepat serta lincah dalam melakukan operasi penangkapan ikan. Mesin dan kasko kapal merupakan komponen yang berhubungan agar kapal dapat beroperasi dengan baik. Pemilihan mesin kapal yang baik

merupakan penentu performa kapal tersebut, untuk mendapatkan mesin yang baik pada kapal dapat dilihat dari hambatan gesek yang ditimbulkan oleh kapal tersebut. Evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kapal modifikasi dari alat tangkap jarring insang menjadi pancing tonda.

Gambar 12 menunjukkan hasil dari perhitungan hambatan gesek kapal dengan kecepatan kapal dan HP mesin dengan kecepatan kapal. Setiap kecepatan dan setiap ketinggian draft kapal memiliki nilai berbeda. Semakin tinggi kecepatan kapal maka semakin tinggi juga hambatan gesek kapal yang dimiliki, hal ini sesuai dengan Sugianto (2017). Selain kecepatan kapal ketinggian draft kapal juga dapat mempengaruhi besaran hambatan kapal, ini disebabkan oleh luas area basah kapal yang berbeda. Anggara (2012) menyatakan perbedaan luas area dapat mempengaruhi hasil hambatan yang dimiliki oleh kapal. Gambar ini menunjukkan setiap naiknya kecepatan kapal serta naiknya ketinggian draft kapal maka semakin tinggi juga nilai HP yang dibutuhkan. Nilai tertinggi ada pada draft setinggi 1 meter dan kecepatan 13 knot. Nilai ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan mesin kapal yang akan digunakan sebagai tenaga penggerak kapal.



Gambar 12. Grafik Hambatan Gesek Kapal Dengan Kecepatan dan Tenaga Mesin KM “Untukmu” dengan Kecepatan

KESIMPULAN

Nilai hambatan gesek pada kecepatan operasi 4-8 knot dan ketinggian draft 0,6-1 meter berkisar 169,00-920,60 Newton (N m/s). Nilai hambatan gesek yang dimiliki kapal motor “Untukmu” sangat mempengaruhi kecepatan KM “Untukmu”. Semakin besar hambatan gesek kapal semakin besar pula HP yang dibutuhkan kapal.

Nilai Horse power maksimal yang dimiliki oleh kapal motor “Untukmu” sebesar 60 HP dari 2 mesin utama yang digunakan. Kecepatan yang dapat dihasilkan ialah 11,12-12,92 knot. KM “Untukmu” dapat memenuhi kebutuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak Laboratorium KKO IPB Bogor dan pihak PPN Palabuhanratu Sukabumi yang telah memberikan bantuan motivasi dan tenaga dalam pelaksanaan kegiatan ini, sehingga terlaksana dengan baik, lancar dan sukses.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara S dan Utama IKAP. 2012. Analisa CFD Pengaruh Penambahan Appendage pada Lambung Katamaran terhadap Hambatan Viskos. *Jurnal Teknik ITS*. 1: 69-74. DOI: [10.12962/j23373539.v1i1.328](https://doi.org/10.12962/j23373539.v1i1.328)
- Anggraeni J. 2012. Efektivitas Pancing Terhadap Hasil Tangkapan Tuna Disekitar Rumpon yang Didaratkan di PPN Palabuhanratu Sukabumi [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Data Statistik PPN Palabuhanratu Tahun 2016.
- Budiarti TW. 2012. Perubahan Gillnetter Menjadi Troll Liner Di PPN Palabuhanratu. *Marine Fisheries*. 3(1):83-89. DOI: <https://doi.org/10.29244/jmf.3.1.83-89>
- Harvald Sv.Aa. 1992. *Resistance and Propulsion of Ship*. Diterjemahkan oleh: Jusuf Sutomo. Surabaya: Airlangga University Press.
- Holtrop J. 1984. A Statistical Re-Analysis Of Resistance And Propulsion Data. *International Shipbuilding Progress*. 24(270): 272-276
- Kantu L, Kalangi PNI, dan Polii JF. 2013. Desain dan parameter hidrostatis kasko kapal fiberglass tipe pukut cincin 30 GT di galangan kapal CV Cipta Bahari Nusantara Minahasa Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*. 1(3): 81-86. DOI: <https://doi.org/10.35800/jitpt.1.3.2013.1397>
- Mattasari EW. 2012. Penilaian Unit Penangkapan pancing Rumpon di Palabuhanratu, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Novita Y dan Rahman A. 2008. Pengaruh Bentuk Kasko terhadap Tahanan Kasko Kapal yang Ditimbulkan. *Torani: Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan*. 18(1): 87-92.
- Novita Y dan Iskandar BH. 2008. Hubungan Antara Bentuk Kasko Model Kapal Ikan Dengan Tahanan Gerak. *Buletin PSP*. 17(3): 315-324.
- [PERMEN] Peraturan Meteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 71/Permen-KP/2016 Tentang Jalur Penangkapan Ikan Dan Penempatan Alat Penangkapan Ikan Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.
- Prayitno MME. 2012. Analisa Teknis Optimalisasi Sistem Propulsi Kapal Ikan Menggunakan CVT Gearbox. *KAPAL*. 9(3):116-122. DOI: 10.14710/kpl.v9i3.4398
- Ramadhoni R. 2014. Analisa Tekno-ekonomi Laminasi Kapal PSP 01 di Palabuhanratu-JawaBarat. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Santoso B, Helmi M, Nurhasanah. 2017. Optimasi Panjang Cadik Kapal Nelayan 3 GT. *Jurnal IPTEK*. 21(1): 11-16. DOI: <https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2017.v21i1.45>
- Sangadji EM dan Sophia. 2010. *Metodologi Penelitian Pendekatan Praktis dalam Penelitian*. Yogyakarta (ID): ANDI
- Silaen AG. 2008. *Analisa Hambatan Kapal Trimaran Pengangkut Ikan*. [skripsi]. Depok (ID): Universitas Indonesia
- Sugianto E dan Arif W. 2017. Computational Model Tahanan Kapal untuk Menentukan Kebutuhan Daya Kapal Bulk Carrier 8664 DWT. *Jurnal Kelautan*. 10(2): 168-173. DOI: <https://doi.org/10.21107/jk.v10i2.3411>
- Susanto A. 2010. Evaluasi Desain Dan Stabilitas Kapal Penangkapan Ikan Di Palabuhanratu (Studi Kasus Kapal PSP 01) [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Susanto A, Iskandar BH, Imron M. 2011. Stabilitas Statis Kapal Static Gear Di Palabuhanratu (Studi Kasus KM PSP 01). *Marine Fisheries*. 2(1): 65-73. DOI: <https://doi.org/10.29244/jmf.2.1.65-73>
- Suzuki, O. 1978. *Handbook for fisheries scientists and technologists*. Training Dept. SEAFDEC. Thailand.
- [UU] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2009 Tentang Perubahan Atas Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan
- Wiyastra PA, Baskoro SM, dan Purwangka F. 2012. Instalasi Permesinan Pada Kapal PSP 01. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 3(1): 35-43. DOI: <https://doi.org/10.24319/jtpk.3.35-43>
- Yasa A.2010. *Pengkajian Fasilitas Dan Pelayanan Kepelabuhanan Terkait Usaha Perikanan Pancing Rumpon Di PPN Palabuhanratu* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor