

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pukat cincin atau *purse seine* merupakan alat tangkap yang termasuk klasifikasi jaring lingkar, berdasarkan dengan Keputusan Menteri atau KEPMEN nomor 06 tahun 2010. Pukat cincin (*purse seine*) adalah alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan pelagis yang bergerombol (Supriadi *et al.*, 2021). Alat tangkap *purse seine* merupakan salah satu sektor terpenting dalam industri perikanan Indonesia, terhitung sebagai penghasil tangkapan terbesar dibandingkan alat tangkap lain. Sektor ini membentang di seluruh penjuru nusantara, menyediakan lapangan pekerjaan, berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan devisa ekspor. Sektor *purse seine* Indonesia sangat beragam, mulai dari kapal skala besar yang menangkap di Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) dan laut lepas sampai kapal kecil yang beroperasi dekat pantai mulai dari kapal yang menargetkan tuna besar hingga kapal yang menargetkan kapal pelagis kecil dan dari kapal yang beroperasi sangat *specific* hingga kapal yang secara oportunistik menangkap berbagai macam spesies. Sebagian besar kapal *purse seine* Indonesia berukuran jauh lebih kecil dibandingkan dengan kapal skala berukuran besar yang menangkap di laut lepas dengan fasilitas proses dan pembekuan ikan di atas kapal. Kapal *purse seine* Indonesia masih mengandalkan teknologi dan metode tradisional yang sederhana dan mempekerjakan banyak ABK. Tingginya biaya operasi penangkapan disebabkan oleh harga bahan bakar yang mahal dan penggunaan tenaga ABK yang banyak (Ririmasse, 2021).

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap efisiensi mesin kapal yaitu perawatan dan kebersihan sistem pelumasan, pelumasan yang tidak memadai atau oli yang kotor dapat menyebabkan keausan berlebihan pada komponen mesin, seperti bantalan dan bagian yang bergerak. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan kinerja mesin dan potensi kerusakan serius. Kondisi dan perawatan *turbocharger* yang tidak berfungsi dengan baik, misalnya karena kerusakan pada bilah turbin atau kompresor, dapat menyebabkan ketidakseimbangan dan getaran berlebih, yang berdampak negatif pada kinerja mesin (Tuah *et al.*, 2024). Kebersihan sistem pendingin, sistem pendingin yang tersumbat oleh kotoran atau karat dapat menyebabkan *overheating* pada mesin, yang berpotensi merusak komponen internal dan menurunkan efisiensi operasi (Klara *et al.*, 2023). Kualitas dan kebersihan bahan bakar, bahan bakar yang terkontaminasi atau berkualitas rendah dapat menyebabkan penyumbatan pada injektor dan sistem bahan bakar lainnya, yang mengakibatkan pembakaran tidak sempurna dan penurunan kinerja mesin (Mochamad, 2020).

Mesin kapal merupakan tenaga penggerak kapal dimana sumbernya berasal dari numnya berada dalam bentuk mesin induk yang terdapat pada ah kapal tersebut. Mesin ini umumnya berupa mesin diesel karena yang tinggi dan daya tahan yang kuat terhadap kondisi laut. Mesin ngsi untuk menjalankan kapal, mengoperasikan alat penangkap an, serta peralatan bantu lainnya di kapal. Mesin pada kapal mnya memiliki prinsip dan mekanisme kerja yang sama dengan digunakan dalam dunia otomotif dan industri lainnya. Hanya saja



yang membedakannya adalah kebutuhan, fungsi dan mekanisme sistem mesin itu bekerja, pada kapal perikanan sebagian besar menggunakan mesin diesel (Habibie *et al.*, 2010).

Masalah yang ditimbulkan mesin kapal terutama terhadap produksi hasil tangkapan adalah daya mesin yang tidak memadai, daya mesin yang rendah dapat membatasi kemampuan kapal untuk mencapai kecepatan optimal dan area penangkapan yang lebih jauh atau sulit dijangkau, sehingga mengurangi peluang mendapatkan hasil tangkapan yang lebih banyak. Efisiensi bahan bakar yang rendah, konsumsi bahan bakar yang boros dapat meningkatkan biaya operasional dan membatasi durasi atau jarak tempuh penangkapan. Analisis efisiensi penggunaan bahan bakar pada mesin induk kapal *purse seine* menunjukkan bahwa efisiensi bahan bakar berpengaruh signifikan terhadap produksi penangkapan ikan. Pemeliharaan mesin yang kurang baik, mesin yang tidak dirawat dengan baik rentan terhadap kerusakan atau penurunan performa saat operasi penangkapan. Hal ini dapat menyebabkan penurunan produksi atau bahkan kegagalan dalam melakukan operasi penangkapan ikan (Rachman *et al.*, 2023). Ukuran kapal dan kapasitas mesin, ukuran kapal dan kapasitas mesin yang tidak sesuai dengan jenis alat tangkap atau area operasi dapat mempengaruhi efisiensi penangkapan (Yulianto *et al.*, 2021).

Bahan bakar adalah suatu materi yang apabila dipanaskan pada suhu tertentu disertai oksidasi dengan oksigen (O_2) akan terjadi proses pembakaran. Dari hasil pembakaran tersebut dapat diubah menjadi energi. Produk hasil proses pembakaran ada tiga yaitu, radiasi panas, emisi gas panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi *eksotermal* dan reaksi nuklir (seperti fisi nuklir atau fusi nuklir). Hidrokarbon (termasuk di dalamnya bensin dan solar) sejauh ini merupakan jenis bahan bakar yang paling sering digunakan manusia. Solar merupakan jenis bahan bakar yang sering digunakan nelayan untuk melaut (Prasition Hadi, 2021).

Konsumsi bahan bakar minyak (BBM) pada suatu pelabuhan perikanan biasanya banyak dipengaruhi oleh banyaknya kapal dan jenis kapal ikan apa saja yang aktif beroperasi di pelabuhan perikanan tersebut. Semakin banyaknya jumlah kapal penangkap ikan yang beroperasi, maka semakin banyak pula jumlah bahan bakar minyak (BBM) yang dibutuhkan dan demikian pula sebaliknya. Pada dasarnya jumlah kapal penangkapan ikan yang beroperasi tergantung pada musim penangkapan. Jenis kapal penangkap ikan juga mempengaruhi karakteristik kapal ikan, seperti waktu trip dan daerah *fishing ground* (wilayah penangkapan) (Ziliwu *et al.*, 2022).



informasi dari PSDKP Takalar bahwa jumlah kapal *purse seine* mencapai ratusan, rata-rata jumlah ukuran kapal yang ada di n kapal-kapal yang mau melaut bersandar di Barombong. Zonasi ngkap di Kabupaten Takalar terdiri dari dua wilayah yakni wilayah terdapat satu kecamatan yakni Kecamatan Galesong Utara dan diantaranya Desa Aeng Batu-batu, Desa Tamalate, dan Desa

Tamasaju dan wilayah pantai selatan dimana terdapat tiga kecamatan yakni Kecamatan Galesong, Kecamatan Galesong Selatan, dan Kecamatan Mangarabombang dan terdiri dari enam desa yakni Desa Boddia, Desa Bontomarannu, Desa Kaluku Bodo, Desa Mangindara dan Desa Tope Jawa. Potensi perikanan tangkap dapat dimanfaatkan melalui eksploitasi yang bertanggung jawab dengan menggunakan sarana kapal perikanan dan alat penangkapan.

Kapal perikanan adalah kapal, perahu atau alat apung yang digunakan untuk penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan dan penelitian/eksplorasi perikanan (Nurul Nahdyah *et al.*, 2014). Hubungan kapal perikanan dalam efisiensi dan penggunaan BBM memiliki karakteristik operasional dan teknis yang serupa, seperti: ukuran dan jenis kapal, jenis dan kapasitas mesin, kondisi lingkungan laut dan muatan kapal. Untuk mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan, analisis efisiensi mesin kapal *purse seine* terhadap konsumsi bahan bakar di Kabupaten Takalar melibatkan pemahaman mendalam tentang desain kapal, propulsi mesin dan faktor produksi berinteraksi satu sama lain dalam konteks perikanan.

1.2 Teori I

1.2.1 Alat Tangkap *Purse Seine*

Kapal pukat cincin atau *purse seine* adalah kapal penangkap ikan yang menggunakan jaring yang berbentuk lingkaran seperti tabung. Bagian bawah jaring tersebut dipasah sebuah cincin atau gelang besi. Di Indonesia kapal pukat cincin ini sangat populer digunakan para nelayan. Pukat cincin dioperasikan dengan cara melingkarkan jaring terhadap gerombolan ikan. Pelingkaran ini dilakukan dengan cepat, dengan cara kapal bergerak seperti lingkaran untuk menebarkan jaring. Setelah ikan terperangkap di dalam mangkut jaring, lalu jaring ditarik hingga ukuran sangat kecil. Setelah itu dilakukan pengambilan tangkapan menggunakan serok. Pengoperasian kapal pukat cincin di Indonesia umumnya dilakukan pada malam hari, dengan bantuan lampu agar ikan berkumpul pada satu titik di dekat kapal, bahkan nelayan juga biasanya menggunakan *generator* khusus untuk menyalakan lampu untuk menarik perhatian ikan (D. T. Perkapalan & Kelautan, 2019).

Pukat cincin digunakan untuk menangkap ikan yang bergerombol (*schooling*) di permukaan laut. Prinsip penangkapan dengan pukat cincin (*purse seine*) adalah melingkari gerombolan ikan dengan jaring, kemudian bagian bawah jaring dikerutkan sehingga ikan akan terkurung dan akhirnya terkumpul pada bagian kantong. Oleh sebab itu ada pula yang menyebut pukat cincin sebagai jaring kantong (Yohanes Sabe *et al.*, 2021).



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Alat tangkapan *purse seine* adalah alat penangkap ikan berbentuk kantong lingkaran jaring dan jenis alat penangkap multi spesies yang pengoperasiannya, dilengkapi dengan cincin *purse seine*. Pukat kantong (*bunt*), badan jaring, sayap jaring (*selvedge*), tali ris atas (*headline*), pemberat (*sinkers*), pelampung (*floats*) dan cincin *purse seine* termasuk jenis kapal *encircling* yang dioperasikan dari gerombolan ikan. Kapal ini merupakan kapal yang digunakan untuk menangkap *purse seine* untuk menangkap ikan yang bersifat *schooling* karena kapal harus memiliki kapasitas dukung yang besar dan sebagai

kapal yang membawa alat tangkap yang dioperasikan dengan cara dilingkari maka kestabilan kapal sangatlah penting. *Purse seine* umumnya memiliki hasil tangkapan dalam jumlah banyak sehingga perlu dirancang agar memiliki kapasitas daya muat yang tinggi (Wicaksono *et al.*, 2025).

1.2.2 Mesin Kapal Penangkap Ikan

Mesin kapal perikanan merupakan mesin kapal untuk penggerak ikan. Jenis mesin kapal di antaranya yaitu mesin luar atau *outboard engine* dan mesin dalam atau *inboard engine*. Mesin diesel adalah mesin yang sistem pembakaran dimana di dalamnya (*internal combustion engine*) menggunakan motor bakar untuk kendaraan karena kurangnya efisiensi bahan bakar. Karena peraturan yang semakin ketat mengenai pencemaran lingkungan (Fadly & Pakan Yanri, 2021).

Mesin Penggerak Utama (MPU) atau mesin induk di atas kapal merupakan sebuah mesin yang berfungsi untuk menggerakkan kapal maju dan mundur. Mesin induk dibagi menjadi dua jenis yaitu mesin pembakaran luar (*External Combustion*) atau yang sering kita sebut dengan mesin turbin dan mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion*) atau mesin diesel. Mesin diesel memiliki dua tipe mesin yang dilihat dari cara kerjanya yaitu mesin 2 tak dan mesin 4 tak. Mesin diesel (atau mesin pemicu kompresi) termasuk motor bakar pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) yaitu proses pembakaran bahan bakarnya terjadi di dalam ruang mesin itu sendiri yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas (Marsudi, 2022).

Mesin diesel adalah mesin yang digunakan untuk menggerakkan kapal dengan pembakaran dalam (*internal combustion engine*) sebagai sumber tenaga. Tenaga tersebut berasal dari pembakaran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar dengan menyemprotkan bahan bakar ke dalam udara yang telah bertekanan dan bertemperatur tinggi sebagai akibat dari proses kompresi (Sariffudin *et al.*, 2021).

1.2.3 Konsumsi Bahan Bakar Pada Kapal *Purse Seine*

Konsumsi bahan bakar dihitung dengan cara menghitung waktu yang diperlukan. Kebutuhan bahan bakar sebuah rekayasa istilah yang digunakan untuk menggambarkan efisiensi bahan bakar dari sebuah mesin (Julianto & Sunaryo, 2020).

Bayaknya bahan bakar yang digunakan selama pembakaran disebut efisiensi bahan bakar (Afrikhudin *et al.*, 2021). Parameter utama yang digunakan untuk mengukur



Optimized using
trial version
www.balesio.com

pada kapal yaitu:

si bahan bakar spesifik (*specific fuel consumption-SFC*): SFC
ur jumlah bahan bakar yang dikonsumsi per unit daya yang
in oleh mesin. Nilai SFC yang lebih rendah menunjukkan efisiensi
akar yang lebih tinggi. SFC dapat dibedakan menjadi 2 yaitu : *Brake*
Fuel Consumption (BSFC) yang dimana menggunakan daya poros,
Indicated Specific Fuel (ISFC) menggunakan daya indikasi sebagai

2. Konsumsi bahan bakar per mil laut

3. Kecepatan kapal

Kecepatan operasi kapal mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Analisis regresi dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh kecepatan terhadap pemakaian bahan bakar dan menentukan pola operasi yang lebih efisien.

1.2.4 Usia Mesin dan Perawatan

Salah satu faktor keberhasilan nelayan dalam operasi penangkapan ikan, yakni terjaminnya keamanan armada penangkapan yang ditunjang dengan mesin kapal. Sering kali para nelayan mengalami kendala saat di atas kapal, salah satunya kurangnya perhatian nelayan dalam merawat dan menjaga mesin kapal secara mandiri. Keterampilan nelayan dalam merawat dan menjaga mesin kapal secara mandiri perlu untuk terus ditingkatkan. Usaha memperpanjang umur pakai dari mesin diesel dalam operasi penangkap ikan dengan cara melakukan perawatan sebelum kapal digunakan nelayan untuk beroperasi. Perawatan dilakukan secara berkala untuk memeriksa beberapa komponen pada mesin diesel.

Perawatan suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu peralatan agar dapat digunakan setiap saat dalam keadaan baik tanpa gangguan. Selama operasi penangkapan ikan, belum tentu kondisi mesin akan terus stabil dan terkendali, tetapi akan cenderung menurun bahkan terjadi kerusakan yang parah. Untuk mempertahankan kondisi mesin agar tetap stabil, perlu dilakukan tindakan perawatan yang terjadwal dan berkala. Perawatan berkala pada mesin penggerak perahu merupakan salah satu hal yang penting dilakukan oleh nelayan. Perawatan berkala adalah perawatan yang dilakukan secara teratur atau rutin, mesin dapat berjalan dengan optimal dalam menunjang kegiatan penangkapan ikan. Selain itu, cara pengoperasian mesin juga sangat mempengaruhi kondisi mesin.

1.2.5 Hubungan Torsi, Propeller, dan Konsumsi Bahan Bakar

Torsi yang tinggi dibutuhkan untuk menggerakkan *propeller* dengan efisien. Namun bila tidak disesuaikan dengan *pitch propeller* dan beban kapal, hal ini dapat menyebabkan konsumsi bahan bakar yang berlebih. Torsi dan *propeller* harus bekerja seimbang, jika *propeller* terlalu besar atau kotor mesin harus mengeluarkan torsi yang lebih tinggi dan ini membakar lebih banyak bahan bakar, maka dari itu pilih *propeller* yang sesuai, jaga kebersihannya dan operasikan mesin pada RPM optimal maka hasil akhirnya adalah konsumsi bahan bakar menjadi lebih efisien.

Torsi adalah kemampuan sebuah mesin untuk menggerakkan mobil dari kondisi diam hingga berjalan. Penerapan torsi adalah saat piston bergerak kebawah gkol mesin melalui batang piston pada langkah usaha. Dorongan piston akan menyebabkan penerapan torsi yang lebih besar pula. Oleh karena itu pembakaran yang lebih tinggi akan menghasilkan jumlah torsi yang lebih tinggi. Torsi dalam pengertian otomotif adalah ukuran gaya putar yang dihasilkan oleh mesin yang kemudian disalurkan ke *gearbox* transmisi dan penggerak (Assah *et al.*, 2020).



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Salah satu komponen yang digunakan pada sebuah kapal dan berada pada bagian bawah belakang kapal serta terbenam dalam air. Sistem

pengoperasiannya seperti perputaran sebuah skrup yang terdiri dari beberapa *blade*. Diameter sebuah *propeller* sudah dirancang sedemikian rupa sehingga pada saat kapal bermuatan dan beroperasi, *propeller* tersebut harus terbenam dalam air secara sempurna serta tidak mengalami terikunya udara atau biasa disebut (*airdrawing*) dan terpacunya baling-baling (*racing*) saat kapal bergerak. Kerusakan pada *propeller* khususnya pada daun *propeller* berpengaruh terhadap performa dari kapal dimana daya yang disalurkan dari mesin tidak dapat di serap secara maksimal (Salim *et al.*, 2024).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar pada kapal *purse seine* di Takalar
2. Faktor apa saja yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar pada kapal *purse seine* di Takalar.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi penggunaan konsumsi bahan bakar pada mesin kapal *purse seine* di Kabupaten Takalar.

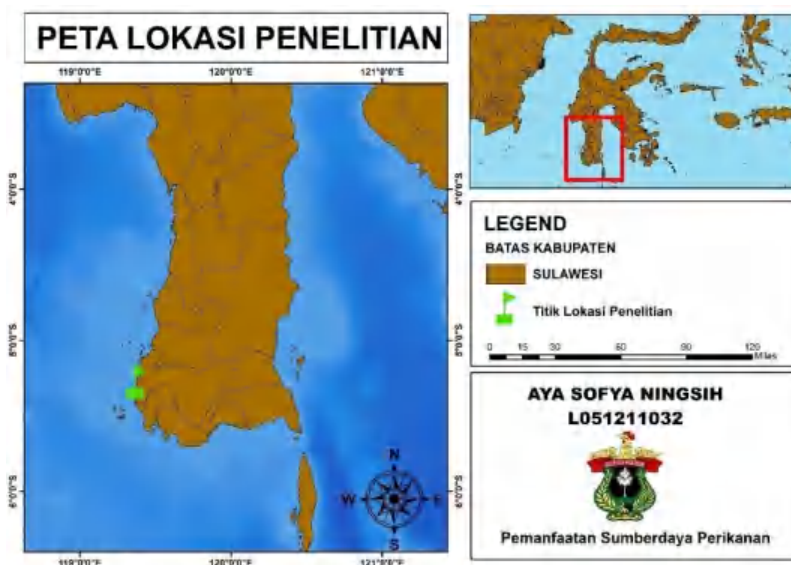
Penelitian ini bermanfaat untuk mengurangi biaya operasional terhadap konsumsi bahan bakar serta perpanjangan waktu operasional sehingga memungkinkan nelayan untuk melaut lebih lama dengan jumlah bahan bakar yang sama, dan juga dapat mengidentifikasi faktor-faktor teknis seperti: jenis mesin, kondisi kapal, serta faktor operasional seperti durasi dan intensitas perjalanan.



BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Agustus 2025, pengumpulan data dilakukan di PPI BEBA, Kecamatan Galesong Utara, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Alat dan Kegunaan

NO	Alat	Kegunaan
1	ATM (alat tulis menulis)	Untuk mencatat data hasil penelitian
2	GPS (<i>global/positioning system</i>)	Untuk menentukan posisi penelitian
3	Kamera	Untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian
4	Arcgis	Untuk membuat peta lokasi penelitian
5	Kuesioner	Sebagai acuan pertanyaan dalam wawancara



2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan studi kasus terhadap empat sampel kapal purse seine yang ada pada lokasi penelitian. Analisis dilakukan pada mesin kapal *purse seine* sampel meliputi jenis, spesifikasi dan beberapa parameter mesin kapal yang berhubungan dengan konsumsi bahan bakar. Jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder.

2.3.1 Wawancara

Wawancara merupakan proses sistematis dan terstruktur di mana seorang peneliti sebagai pewawancara dan mengajukan pertanyaan kepada narasumber (responden) untuk mengumpulkan informasi yang relevan dengan topik penelitian. Wawancara ini dilakukan dengan nelayan atau teknisi mesin kapal.

2.3.2 Survei Lapangan

Metode pengumpulan data dengan mendatangi langsung lokasi penelitian atau responden untuk mengumpulkan informasi, observasi, atau tanggapan yang relevan dengan pertanyaan penelitian. Survei lapangan juga dapat berupa pengumpulan data, pengolahan data serta analisis data.

2.3.3 Studi Literatur

Proses pengumpulan analisis dan sintesis informasi dari berbagai sumber tertulis seperti (buku, jurnal, dan artikel ilmiah) untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang suatu topik penelitian.

2.3.4 Dokumentasi

Proses pengumpulan, pengorganisasian dan penyimpanan data atau informasi yang relevan dengan topik penelitian. Dokumentasi dapat berupa dokumen tertulis, foto, rekaman video, arsip atau sumber data lain yang relevan dengan penelitian.

2.4 Analisis Data

Data analisis terkait efisiensi mesin kapal *purse seine* meliputi beberapa tahap :

1. Daya mesin kapal dapat dihitung menggunakan beberapa parameter, tergantung pada jenis daya yang diukur.
 - Brake Horsepower (BHP - Daya Poros Mesin).
 - BHPscr(*selective catalytic reduction*): pengaruh system transmisi mekanisme efisiensi roda (Pramono & Pangidoanta, 2021).

$$BHP_{scr} = \frac{SHP}{\eta_G}$$



maximum continuous rating): tenaga yang dikeluarkan dalam kondisi di mesin utama (Pramono & Pangidoanta, 2021).

$$BHP_{mcr} = \frac{BHP_{scr}}{0.85}$$

BHP mengukur daya aktual yang dihasilkan mesin sebelum mengalami kehilangan daya akibat gesekan atau transmisi. *Brake Horse Power* (BHP) merupakan daya cakram yang dihasilkan dari poros mesin yang berfungsi untuk menggerakkan beban (Jati *et al.*, 2025).

-Shaft Horsepower (SHP - Daya Poros Baling-baling).

$$SHP = DHP \times \eta_{shb}$$

Dimana:

- η_{shb} = efisiensi transmisi (biasanya sekitar 0,95 - 0,98)

SHP mengacu pada daya yang sampai ke poros baling-baling setelah kehilangan daya akibat gesekan mekanis. Akan mengalami pengurangan 2% dan yang ruang mesinnya di tengah akan mengalami pengurangi 3%. Dalam perencanaannya ruang mesin didepan akan mengalami (η_{shb}) = 0,98 (Pramono & Pangidoanta, 2021).

-Effective Horsepower (EHP - Daya Efektif untuk Mendorong Kapal).

$$EHP = R_t \times V_s$$

Dimana :

- R = gaya hambatan kapal (newton)
- V = kecepatan kapal

Effective Horse Power juga dikenal sebagai EHP merupakan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal dengan kecepatan tertentu untuk menarik kapal (Jati *et al.*, 2025).

2. Konsumsi bahan bakar

$$FOC(\text{Fuel Oil Consumption}) = \frac{\text{Fuel Rate}}{V_s}$$

Dimana:



Fuel Rate = (Liter/mil laut)

R_t = penggunaan bahan bakar mesin pada RPM tertentu (Liter/Jam)

V_s = kecepatan berlayar (Knot)

FOC (Fuel Oil Consumption) ekonomis berupa nilai konsumsi bahan bakar terhadap jarak pada suatu kecepatan tertentu (Marlina *et al.*, 2018).

3. Rasio bahan bakar

$$\text{Fuel ratio} = \frac{\text{Fuel burn } \left(\frac{L}{\text{jam}}\right)}{\text{Produktivitas } \left(\frac{\text{bcm}}{\text{jam}}\right)}$$

Dimana:

- Fuel ratio = bahan bakar
- Fuel burn = pembakaran bahan bakar (L/jam)
- Produktivitas = volume/jam

Fuel ratio adalah perbandingan antara penggunaan bahan bakar (*fuel*) yang digunakan untuk kegiatan penambangan dengan produksi lapisan batuan penutup yang dihasilkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *fuel ratio* adalah *fuel burn* (liter/jam) dan produktivitas alat (bcm/jam) (Amiruddin *et al.*, 2020).

4. Efisiensi mesin kapal

Efisiensi mesin kapal mengukur seberapa efektif energi bahan bakar diubah menjadi tenaga penggerak untuk menggerakkan kapal (Santoso *et al.*, 2017).

-Daya poros (*shaft power*, P_S)

$$P_S = 2\pi \times Q_s \times n_P$$

Dimana :

- P_S = daya poros
- Q_s = torsi pada *propeller shaft*
- n_P = kecepatan putar *propeller*

