

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi sumber daya perikanan yang sangat besar, baik dari sektor budidaya maupun tangkap. Sektor ini tidak hanya menjadi tumpuan utama ekonomi masyarakat pesisir, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap ketahanan pangan nasional dan penciptaan lapangan kerja bagi jutaan nelayan tradisional, selain memberikan kontribusi besar terhadap ketersediaan pangan tradisional, sektor ini juga menjadi tumpuan utama mata pencaharian bagi jutaan nelayan nasional diseluruh penjuru negeri. Dalam konteks inilah, pemanfaatan teknologi dan efisiensi operasional kapal penangkapan ikan menjadi faktor penting dalam menjaga keberlanjutan usaha perikanan tangkap, khususnya di daerah-daerah yang bergantung pada laut sebagai sumber kehidupan (Dewan Pertimbangan RI, 2017)

Salah satu wilayah di Sulawesi Selatan yang memiliki aktivitas perikanan tangkap cukup tinggi adalah Kabupaten Takalar. Kabupaten Takalar memiliki potensi sumberdaya perairan yang cukup besar dan dapat dikelola dengan cara pengembangan potensi sektor perikanan yakni potensi perikanan budidaya dan potensi perikanan tangkap (DKP, Kabupaten Takalar, 2013). Mayoritas nelayan di Takalar menggunakan kapal berukuran kecil hingga menengah yang didesain untuk menangkap ikan pelagis seperti kembung, selar, dan tembang. Alat tangkap yang umum digunakan adalah *purse seine*, yaitu jaring lingkaran yang bekerja dengan cara mengurung gerombolan ikan di permukaan hingga kedalaman tertentu.

Kapal *purse seine* sangat bergantung pada performa mesin penggerak utama, karena selain menggerakkan kapal menuju lokasi penangkapan, mesin ini juga mengoperasikan peralatan bantu seperti lampu dan *winch* penarik jaring. Umumnya, kapal *purse seine* skala kecil di Takalar menggunakan mesin diesel sebagai sumber penggerak utama, baik yang masih baru maupun mesin bekas yang telah digunakan bertahun-tahun. Sayangnya, sebagian besar kapal tidak dilengkapi dengan sistem monitoring mesin yang memadai, sehingga nelayan cenderung hanya memperbaiki mesin saat terjadi kerusakan, bukan melakukan perawatan preventif secara berkala. Kondisi tersebut menyebabkan banyak mesin mengalami penurunan performa setelah beberapa tahun digunakan. Penurunan efisiensi pembakaran, timbulnya gangguan teknis seperti overheating, serta peningkatan konsumsi bahan bakar menjadi permasalahan umum yang dialami oleh nelayan. Hal ini tidak hanya mengurangi produktivitas mesin, tetapi juga berdampak langsung pada peningkatan biaya operasional kapal. Dalam jangka panjang, ketidakefisienan ini dapat merugikan nelayan karena mengurangi margin keuntungan dari hasil tangkapan.



rak utama pada kapal *purse seine* (pukat cincin) memainkan peran yang mendukung pengoperasian alat tangkap. Kapal pukat cincin atau kapal penangkap ikan yang menggunakan jaring yang berbentuk lingkaran. Bagian bawah jaring tersebut dipasang sebuah cincin atau busur. Kapal pukat cincin ini sangat populer digunakan para nelayan untuk menangkap ikan yang berukuran lebih dari 30 GT di Indonesia, 1071

diantaranya menggunakan alat tangkap pukot cincin (KKP, 2019). Pukot 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 atau penciduk (Prasetyo, 2019). Agar proses ini berjalan dengan efektif, performa mesin penggerak sangat memengaruhi keberhasilan operasi.

Selain itu, mesin penggerak utama kapal juga berfungsi sebagai penggerak akhir dari propeller kapal, sehingga memungkinkan kapal untuk berjalan melawan hambatan air. Mesin penggerak utama kapal terdiri dari beberapa bagian, seperti bahan bakar, *system* pembakaran, *system* pendinginan, dan *system* pelumasan (Eren, 2023). Mesin utama dapat bekerja dengan optimal Ketika ditunjang dengan *system* penunjang yang baik diantaranya *system* bahan bakar (*fuel oil*), *system* pelumas (*lubricating oil system*), *system* pendingin (*cooling system*) dan *system start* (*starting system*), (Yakin, et al. 2022). Semua *system* ini harus beroperasi dengan optimal tanpa adanya kendala maupun gangguan, yang berarti tiap *system* ini harus mendapatkan pemeliharaan dan perawatan permesinan yang harus dilakukan secara rutin agar nelayan dapat beroperasi dengan baik dan dalam jangka waktu yang lama (Latif, Priharanto, Prasetyo, & Muhfizar, 2018). Kinerja mesin penggerak utama pada kapal ini sangat menentukan efisiensi operasional serta hasil tangkapan nelayan. Mesin yang tidak berfungsi secara optimal dapat menyebabkan konsumsi bahan bakar berlebih, penurunan kecepatan kapal, serta peningkatan biaya operasional (Yulianto, 2018). Mesin utama sering kali mengalami kegagalan operasional yang terjadi secara tiba-tiba yang berakibat pada keterlambatan hasil tangkapan untuk sampai tujuan, tidak jarang para nelayan harus mendayung pulang karena kerusakan pada mesin, hal ini tentunya dapat berakibat fatal (Hadi S., Priharanto, & Latif A., 2018).

Untuk itu, perlu dilakukan analisis kinerja mesin penggerak utama secara kuantitatif dengan menggunakan parameter yang terukur dan dapat dibandingkan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efisien mesin bekerja dalam kondisi riil di lapangan, serta faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi efisiensi tersebut. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini dapat dijadikan dasar bagi pemilik kapal dalam mengambil keputusan teknis, seperti kapan waktu terbaik untuk melakukan servis atau penggantian mesin, serta jenis bahan bakar yang paling sesuai.



1. 2 Teori

1.2.1 Kapal *Purse Seine*

Jaring pukut cincin adalah suatu alat tangkap berbahan jaring yang pengoperasiannya dengan cara melingkari kumpulan ikan, yang akan membentuk mangkok dalam operasi penangkapan ikan (Jaya, 2023). Alat tangkap ini bersifat aktif karena dalam pengoperasiannya yaitu dengan cara menghalangi, mengurung serta mempersempit ruang gerak dari ikan sehingga ikan tidak dapat melarikan diri. *Purse seine* yang sering disebut sebagai pukut cincin, merupakan sebuah alat penangkapan ikan pelagis yang digunakan secara khusus. Ikan yang menjadi target penangkapan dengan metode *purse seine* adalah jenis ikan pelagis yang membentuk gerombolan, atau disebut juga "*Pelagic Schooling Species*" Ikan-ikan tersebut berenang membentuk kelompok di dekat permukaan air laut dan memiliki kerapatan kelompok yang tinggi, mengimplikasikan bahwa ikan-ikan tersebut harus berada dalam jarak yang sangat dekat satu sama lainnya. Alat tangkap ini bersifat aktif karena pengoperasiannya bersifat menghalangi, mengurung serta mempersempit ruang gerak dari ikan sehingga ikan tidak dapat melarikan diri dari alat tangkap yang dioperasikan (Pramudya et al., 2024)

Kapal *purse seine* beroperasi pada malam dan dini hari sehingga menggunakan teknik light fishing atau yang penangkapan ikan menggunakan lampu atau cahaya untuk menarik perhatian ikan. Dalam pengoperasian *purse seine* terdapat beberapa tahap antara lain, persiapan pengoperasian dilakukan untuk memperlancar kegiatan operasi penangkapan agar berjalan efektif dan efisien (Siahaan et al., 2021). Penangkapan ikan menggunakan alat tangkap *purse seine* umumnya banyak dijumpai di perairan pantai selatan (Falabiba, 2019). Alat tangkap ini pertama kali diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1970 oleh Balai Penelitian Perikanan Laut (BPPL) di pantai Utara Jawa. Sejak saat itu, penggunaannya meluas ke berbagai lokasi dan terus berkembang hingga sekarang.

Penangkapan ikan menggunakan alat tangkap *purse seine* umumnya juga banyak di jumpai di Takalar, terutama karena wilayah ini dikenal sebagai daerah pesisir dengan potensi perikanan yang cukup besa, nelayan biasanya menggunakan kapal bermesin dengan kapasitas bervariasi, mulai dari kapal kecil hingga kapal berukuran menengah, untuk mengoperasikan *purse seine*. Menurut data dari kantor pengelola PPI Beba Takalar, memiliki ratusan kapal *purse seine*, yang terdaftar di dokumen sebanyak 73 kapal *purse seine*, rata-rata ukuran kapal yang berada di PPI Beba 11-30 GT.

1.2.2 Mesin Penggerak Utama Kapal

Mesin penggerak utama adalah komponen utama dalam system propulsi kapal, yang berfungsi menggerakkan kapal untuk peroperasi di laut. Jenis mesin yang umum di



purse seine kecil adalah mesin diesel. Menurut Sutrisno (2020), sien dalam konsumsi bahan bakar dan memiliki daya tahan lebih enis mesin lainnya.

sering digunakan sebagai mesin penggerak utama pada berbagai fisiensinya yang tinggi dan keandalannya. Misalnya kapal niaga kan mesin diesel sebagai mesin induk karena konsumsi bahan

bakarnya yang lebih hemat dan kemudahan dalam pengoperasiannya (Khusniawati & Palippui, 2021). Selain itu beberapa jenis kapal penangkap ikan yang mesin penggerak utama nya menggunakan mesin diesel antara lain :

- Kapal pukat trawl (*trawler*) : kapal jenis ini menggunakan jaring yang diseret di dasar laut atau di kolom air untuk menangkap berbagai jenis ikan dan udang. Mesin diesel diperlukan untuk memberikan daya yang cukup dalam menarik jaring trawl yang besar dan berat.
- Kapal jaring insang (*gillnet*) : kapal ini menggunakan jaring yang dipasang secara vertikal di air untuk menangkap ikan yang berenang melewatinya. Mesin diesel digunakan untuk memastikan kapal dapat bergerak dan beroperasi dengan efisien selama proses penangkapan.
- Kapal *longline* : kapal ini menggunakan tali yang panjang yang dilengkapi dengan banyak mata tali untuk menangkap ikan besar seperti tuna. Mesin diesel memungkinkan kapal beroperasi diperairan lepas dengan efisiensi bahan bakar yang tinggi
- Kapal pancing tonda (*troll line*) : kapal ini menggunakan tali pancing yang ditarik dibelakang untuk menangkap ikan besar. Mesin diesel memberikan kecepatan dan kestabilan yang diperlukan untuk metode penangkapan ini.
- Kapal bubu (*trap*) : kapal ini menggunakan perangkap atau bubu untuk menangkap ikan dasar. Mesin diesel ini digunakan untuk mobilitas dan pengoperasian alat tangkap (Wiendargo, 2015)

Penggunaan mesin diesel pada kapal – kapal tersebut memberikan keuntungan dalam hal efisiensi bahan bakar, daya tahan, dan kemampuan untuk beroperasi dalam kondisi laut yang menantang.

1.2.3 Pengaruh Mesin Penggerak Terhadap Pengoperasian Alat Tangkap

Mesin penggerak utama pada kapal *purse seine* (pukat cincin) memiliki peran penting dalam mendukung efisiensi dan efektivitas operasi penangkapan ikan. Beberapa pengaruh signifikan mesin penggerak terhadap pengoperasian alat tangkap *purse seine*

- Kecepatan dan manuver kapal



Mesin dengan daya yang memadai memungkinkan kapal bergerak cepat dan melakukan manuver lincah saat melingkari ombolan ikan, meningkatkan peluang tangkapan yang optimal (Diah et al., 2024)

operasian alat bantu penangkapan

Mesin utama tidak hanya menggerakkan kapal tetapi juga mengoperasikan alat bantu seperti *winch* untuk menarik jaring. Mesin

dengan tenaga yang cukup memastikan proses penarikan jaring berjalan lancar dan efisien (Setianegara, 2011)

- Efisiensi bahan bakar

Kapal *purse seine* sering beroperasi di laut lepas dalam waktu lama. Mesin yang efisien dalam konsumsi bahan bakar dapat mengurangi biaya operasional dan memungkinkan durasi penangkapan yang lebih panjang.

- Produktifitas penangkapan

Daya mesin yang sesuai berkontribusi pada peningkatan produksi ikan. Penelitian menunjukkan bahwa kapasitas armada dan kekuatan mesin secara persial berpengaruh terhadap hasil tangkapan nelayan *purse seine* (Alhuda et al ., 2016)

1.2.4 Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Mesin

Dalam konteks kapal *purse seine* skala kecil, penting juga untuk mempertimbangkan faktor-faktor seperti ukuran dan desain kapal, jenis dan kondisi mesin, serta metode operasi penangkapan ikan. Misalnya, penelitian menunjukkan bahwa kekuatan mesin berpengaruh signifikan terhadap hasil tangkapan, setiap penambahan 1 PK kekuatan mesin dapat meningkatkan hasil tangkapan sebesar 0.070 ton per tahun (Alhuda et al ., 2016). Selain itu, pemilihan mesin yang sesuai dengan spesifikasi kapal sangat penting. Pemilihan mesin pada kapal karena Kinerja mesin penggerak utama kapal dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan. Salah satunya adalah *system* pelumasan yang berfungsi untuk mengurangi gerakan gesekan antar komponen mesin. Kurangnya perawatan pada *system* pelumasan dapat menyebabkan peningkatan suhu mesin dan menurunnya kinerja mesin utama. Oleh karena itu, perawatan rutin seperti pembersihan filter dan pengecekan tekanan minyak lubas sangat penting untuk memastikan kinerja optimal mesin (Yonnata et al ., 2023).

kompresor udara memiliki peran vital dalam mendukung kinerja mesin penggerak utama. Implementasi perawatan preventif pada kompresor udara dapat mengurangi risiko gangguan operasional. Namun, tantangan kurangnya sumberdaya untuk perawatan terencana seringkali menjadi hambatan. Penggunaan teknologi pemantauan kondisi dan peningkatan pelatihan personel direkomendasikan untuk mendukung perawatan proaktif. Selain itu Variable putaran mesin (RPM) juga mempengaruhi temperatur gas buang mesin penggerak utama. Salah satu penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran mesin temperature gas buang cenderung meningkat, oleh karena itu penting untuk memperhatikan batas maksimum RPM mesin agar tidak terjadi kerusakan yang berlebihan yang dapat mempengaruhi kinerja mesin (Budiyanto &



forma governor pada mesin diesel juga menjadi faktor penting. governor dapat menyebabkan ketidakstabilan putaran mesin, yang mengurangi efisiensi operasional dan risiko kerusakan. Perawatan rutin, termasuk mengganti komponen yang aus, diperlukan untuk menjaga kinerja mesin (Alhuda et al ., 2024)

Tekanan minyak lumas yang menurun dapat berdampak *negative* pada kinerja mesin induk. Tanpa pelumasan yang memadai, komponen mesin akan mengalami gesekan langsung, menghasilkan panas, dan menyebabkan kausan. Perawatan berkala dan pengecekan *system* pelumasan sangat penting untuk mencegah terjadinya masalah pada mesin (Jauhari, 2022).

1.2.5 Analisis Kinerja Mesin Penggerak Utama Kapal

Salah satu pendekatan yang digunakan adalah observasi langsung terhadap parameter operasional mesin. Penelitian oleh Satria et al. (2024) menggunakan metode observasi untuk mengidentifikasi penyebab ketidakstabilan putaran mesin diesel akibat kegagalan governor. Data yang dikumpulkan meliputi pengukuran dan pengamatan langsung selama operasi mesin, riwayat perawatan, serta insiden kegagalan yang pernah terjadi. Hasilnya menunjukkan bahwa observasi langsung efektif dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi mesin.

Selain itu, beberapa metode yang umum digunakan dalam analisis kinerja mesin penggerak utama pada kapal yaitu:

- Pengukuran konsumsi bahan bakar (SFCe)
- Analisis *Air-Fuel Ratio* (AFR)
- Penghitungan Efisiensi *Thermal* (Nte)

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kinerja mesin penggerak utama pada kapal *purse seine* skala kecil di Kabupaten Takalar jika ditinjau dari parameter konsumsi bahan bakar (SFCe), efisiensi daya (Nte), dan rasio udara-bahan bakar (AFR)?
2. Faktor-faktor apa saja yang memengaruhi kinerja mesin kapal *purse seine* skala kecil di Kabupaten Takalar, seperti usia mesin, kualitas bahan bakar, dan tingkat perawatan?

1.4 Tujuan dan Kegunaan

1.4.1 Tujuan

Untuk menjawab rumusan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, maka penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai, yaitu:

1. Menganalisis kinerja mesin penggerak utama pada kapal *purse seine* skala kecil di Takalar berdasarkan parameter teknis seperti konsumsi bahan bakar (SFCe), efisiensi daya (Nte), dan rasio udara-bahan bakar (AFR).



Analisis faktor-faktor yang memengaruhi kinerja mesin kapal, seperti kualitas bahan bakar, dan tingkat perawatan mesin yang dilakukan

1.4.2 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik permesinan kapal perikanan, khususnya dalam memahami parameter kinerja mesin seperti konsumsi bahan bakar (SFCe), efisiensi daya (Nte), dan rasio udara-bahan bakar (AFR) pada kapal *purse seine* skala kecil.
3. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi nelayan, teknisi dan instansi terkait dalam mengevaluasi kondisi mesin kapal, dengan mengetahui faktor yang memengaruhi kinerja mesin, seperti perawatan, usia mesin, dan bahan bakar, maka dapat dilakukan langkah-langkah perbaikan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya bahan bakar.



BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Agustus 2025, pengumpulan data di lakukan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Beba, Kecamatan Galesong Utara, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Kegunaan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Kegunaannya

No	Alat	Kegunaan
1	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

2.3 Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus, dengan fokus pada analisis kinerja mesin penggerak utama pada kapal *purse seine* skala kecil di Kabupaten Takalar. Penelitian ini menggunakan empat unit kapal *purse seine* di sebagai sampel. Data yang diperoleh mencakup spesifikasi mesin, n , putaran per menit (RPM), serta parameter kinerja lainnya seperti n .



Optimized using
trial version
www.balesio.com

ng dikumpulkan adalah data primer dan sekunder. Data primer servasi langsung, wawancara dengan nelayan, dan pengukuran lapangan. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari literatur, n .

Tabel 2. Metode Pengumpulan data

Tujuan	Data	Teknis	Sumber	Analisis
Menganalisis kinerja mesin penggerak utama pada kapal <i>purse seine</i> skala kecil di Takalar	Konsumsi bahan bakar (SFCE). Efisiensi daya (Nte), Rasio udara-bahan bakar (AFR)	Observasi, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi	Pengamatan langsung, observasi lapangan	Analisis kuantitatif dan deskriptif
Mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja mesin kapal <i>purse seine</i> skala kecil	Usia mesin, jenis dan kualitas bahan bakar riwayat perawatan, beban kerja mesin	Observasi, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi	Wawancara dengan nelayan, pemilik kapal, dokumen kapal	Analisis deskriptif dan membandingkan

Data dikumpulkan sebanyak banyaknya sebagai faktor yang mendukung penelitian, pengumpulan data yang dibutuhkan melalui observasi, wawancara, studi pustaka dan dokumentasi.

2.3.1 Observasi Langsung

- Mengamati langsung kondisi mesin penggerak utama di dermaga atau tempat sandar kapal.

2.3.2 Wawancara

- Melakukan wawancara terstruktur dengan nahkoda dan mekanik kapal untuk memperoleh informasi tentang performa mesin selama pelayaran, konsumsi bahan bakar, dan kecepatan kapal.
- Menggali informasi tentang kendala teknis yang sering terjadi saat pelayaran, misalnya *overheating*, kehilangan tenaga, atau boros bahan bakar.
- Mendapatkan data tentang metode dan jadwal pemeliharaan mesin yang dilakukan.

2.3.3 Dokumentasi

- Mengumpulkan dokumen seperti spesifikasi teknis mesin, jadwal pemeliharaan, catatan operasional, dan riwayat perbaikan
- Mengambil foto dan video kondisi fisik mesin, proses perawatan, dan lasi komponen mesin.



rusun pertanyaan yang terstruktur dan relevan mengenai kinerja n penggerak utama, seperti efisiensi bahan bakar, keandalan n.

- Memberikan penjelasan yang jelas tentang tujuan dan cara pengisian kuisisioner agar responden memahami setiap pertanyaan dengan baik.
- Mengumpulkan kuisisioner yang telah diisi dan memverifikasi kelengkapan serta konsistensi jawaban.

2.3.5 Studi Literatur

- didapatkan berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya guna pengumpulan data dan informasi untuk menjawab permasalahan permasalahan yang ada dalam penelitian ini.

2.4 Analisis Data

Data analisis terkait kinerja mesin penggerak utama meliputi beberapa tahap :

- Analisis konsumsi bahan bakar spesifik efektif (*Specific Fuel Consumption Effective*– SFCe)

Kinerja mesin sangat terkait erat dengan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (*Specific Fuel Consumption Effective* atau SFCe), yang merupakan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya efektif selama 1 jam (Pranata, 2018).

Rumus perhitungan SFCe:

$$SFCe = \frac{Fc}{Ne}$$

Di mana:

- SFCe : Specific Fuel Consumption Effective (kg·jam-1)
- Fc : Konsumsi bahan bakar (kg·jam-1), jumlah bahan bakar yang digunakan oleh mesin dalam jangka waktu tertentu (biasanya dalam kg atau gram per jam).
- Ne : Daya efektif (HP), daya keluaran mesin, yang nilainya dihitung berdasarkan besarnya torsi dan kecepatan putar poros engkol

- Analisis Efisiensi Termal Efektif (*Termal Efficiency*)

Pada kapal perikanan, efisiensi termal mesin utama sangat penting karena berkaitan langsung dengan konsumsi bahan bakar dan biaya operasional. Efisiensi termal efektif yaitu kemampuan mesin untuk mengubah kalor yang i dalam ruang bakar menjadi daya efektif (Sumardiyanto & 2017) yang nilainya dapat diperoleh dari:

$$\eta_{te} = \frac{N_e \times 632}{G_{bb} \times H_b} \times 100\%$$



dimana :

- η_{te} = Efisiensi Termal Efektif, % mengukur seberapa baik mesin mengubah energi bahan bakar menjadi daya.
- G_{bb} = Jumlah bahan bakar yang dikonsumsi, kg/h
- H_b = Nilai kalor bawah bahan bakar, energi yang dihasilkan dari pembakaran sempurna bahan bakar tanpa memperhitungkan panas laten uap air dalam gas buang (biasanya dalam kJ/kg atau MJ/kg).
- N_e = Daya efektif, hp, daya keluaran mesin, yang nilainya dihitung berdasarkan besarnya torsi dan kecepatan putar poros engkol

Rumusnya :

$$N_e = \frac{T \cdot n}{716.2}$$

Dimana :

- N_e : Daya efektif, hp
 - T : Torsi
 - n : kecepatan putar poros engkol
- Rasio udara-bahan bakar (Air-Fuel Ratio – AFR)
Air-Fuel Ratio (AFR) adalah perbandingan antara massa bahan bakar dan udara yang dibutuhkan untuk mencapai pembakaran yang sempurna. Agar proses pembakaran dapat terjadi di dalam ruang bakar, diperlukan adanya bahan bakar dan udara. Keduanya dicampurkan dengan cara dikabutkan, sehingga partikel-partikel bahan bakar dan udara dapat tercampur secara merata, memungkinkan terjadinya pembakaran yang optimal (Pranata, 2018).

Rumusnya:

$$AFR = \frac{M_{udara}}{M_{bahan\ bakar}}$$

Dimana :



λ : Air-Fuel Ratio (Rasio udara-bahan bakar)

m_{ara} : Massa udara yang masuk ke ruang bakar (kg), Massa udara ini diukur dalam kilogram (kg) atau gram (g). Massa udara ini didapat dari sensor MAF (*Mass Air Flow*) atau dihitung dari ameter seperti tekanan, suhu, dan volume udara menggunakan hukum termodinamika.

- $M_{\text{bahan bakar}}$: Massa bahan bakar yang masuk ke ruang bakar (kg), Massa bahan bakar biasanya diukur dalam kilogram (kg) atau gram (g), dan bisa dihitung melalui konsumsi bahan bakar mesin atau data dari sistem injeksi bahan bakar.

- Analisis performa mesin berdasarkan wawancara operator kapal

Wawancara dilakukan dengan nahkoda dan teknisi kapal untuk mendapatkan *insight* terkait permasalahan mesin pada pemeliharaan serta kendala operasional. Melalui wawancara ini, diperoleh informasi yang mungkin tidak selalu tercatat dalam laporan teknis, seperti pengalaman langsung, pengamatan selama operasional, dan solusi praktis yang diterapkan di lapangan.

Parameter analisis yang bisa diukur langsung di lapangan berfokus pada performa nyata mesin dan bagaimana mesin tersebut mendukung operasional kapal

1. Parameter spesifikasi teknis mesin

- jenis dan merek mesin : mengetahui tipe mesin yang digunakan (contohnya diesel, dll) dan mereknya
- daya mesin (HP atau kW) : kapasitas tenaga mesin berdasarkan spesifikasi pabrikan.
- putaran mesin maksimum (RPM) : kecepatan putaran maksimum yang tertera pada spesifikasi mesin.
- Kapasitas silinder dan konfigurasi mesin : jumlah dan kapasitas silinder, konfigurasi mesin (*inline*, *V-type*).
- Sistem pendingin: apakah menggunakan pendingin air, udara, atau sistem lainnya.
- Sistem bahan bakar: jenis bahan bakar yang digunakan .

2. Parameter riwayat pemakaian dan perawatan

- umur mesin (tahun penggunaan): lama mesin telah digunakan sejak pembelian atau instalasi.
- Frekuensi perawatan berkala: jadwal servis (ganti oli, filter, pengecekan sistem pendingin).



jenis kerusakan dan perbaikan : jenis kerusakan yang pernah terjadi dan tindakan perbaikan yang dilakukan.

tersedia suku cadang: kemudahan mendapatkan spare part untuk mesin tersebut.

3. Parameter efisiensi operasional

- konsumsi bahan bakar rata-rata (liter/trip): berapa banyak bahan bakar yang dibutuhkan untuk satu kali perjalanan.
- Jarak tempuh rata-rata per trip (mil laut): seberapa jauh kapal biasanya berlayar dalam satu kali operasi.
- Durasi operasional per trip (jam): berapa lama mesin dinyalakan dalam satu kali perjalanan.
- Kecepatan kapal (knot): kecepatan rata-rata kapal beroperasi.

4. Parameter kapasitas dan beban kapal

- kapasitas muatan kapal (ton atau GT): beban maksimal yang dapat dibawa kapal.
- bobot kosong kapal (*lightweight*): berat tanpa muatan.
- beban kerja mesin (*load factor*): estimasi seberapa sering mesin bekerja pada beban penuh atau sebagian.

5. Parameter ekonomi dan biaya

- biaya bahan bakar per trip: estimasi pengeluaran untuk bahan bakar dalam satu kali perjalanan.
- Biaya perawatan mesin: biaya servis berkala dan penggantian suku cadang.
- Efisiensi biaya operasional (Rp/mil laut): perbandingan biaya bahan bakar dengan jarak yang ditempuh.

