



Pengaruh Putaran Mesin Dan Suhu Gas Buang Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Induk Kapal KM Sangiang

Rangga Pradana Parikesid^{1*}, Antonius Edy Kristiyono¹, Shofa Dai Robbi¹, Monika Retno Gunarti¹, Agus Prawoto¹

¹Teknologi rekayasa permesinan kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

*Corresponding author email: ranqqakesid@gmail.com

Article Info

Article history:

Received April 10, 2026

Approved May 15, 2026

Keywords:

Engine Speed (RPM), Fuel Consumption, Main Drive Engine

ABSTRACT

Efficient fuel use is a major focus of the shipping industry in reducing operational costs and environmental impacts. This study analyzes the effect of engine speed (X_1) and exhaust gas temperature (X_2) on fuel consumption (Y) in a ship's main propulsion engine. This study aims to determine the effect of engine speed and temperature on fuel consumption in a ship's main propulsion engine. The research method used is quantitative to determine the effect of engine speed and exhaust gas temperature on fuel consumption of a ship's main propulsion engine. The research data sources were obtained from ship's logbooks and engine manuals, the data were analyzed using statistical methods to determine the relationship between engine speed and exhaust gas temperature on ship's fuel consumption. The results of the study indicate a significant relationship between engine speed (RPM) and exhaust gas temperature variables on fuel consumption of the main propulsion engine. Where engine speed and exhaust gas temperature tend to increase fuel consumption of the ship's main propulsion engine. The implication of this study is the importance of controlling engine speed and exhaust gas temperature to optimize the efficiency of fuel consumption of the ship's main propulsion engine.

ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar yang efisien menjadi fokus utama industri pelayaran dalam mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan. Penelitian ini melakukan analisis terhadap pengaruh putaran mesin (X_1) dan suhu gas buang (X_2) terhadap konsumsi bahan bakar (Y) pada mesin penggerak utama kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh putaran mesin dan suhu terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin penggerak utama kapal. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif untuk mengetahui adanya pengaruh putaran mesin dan suhu gas buang terhadap konsumsi bahan bakar mesin penggerak utama kapal. Sumber data penelitian didapat dari logbook dan manual book mesin kapal, data dianalisis menggunakan metode statistik untuk mengetahui bagaimana hubungan antara putaran mesin dan suhu gas buang terhadap konsumsi bahan bakar kapal. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara variabel putaran mesin (RPM) dan suhu gas buang terhadap konsumsi bahan bakar mesin penggerak utama. Dimana putaran mesin dan suhu gas buang cenderung meningkatkan konsumsi bahan bakar mesin penggerak utama kapal. Implikasi dari penelitian ini adalah pentingnya pengendalian putaran mesin dan suhu gas buang guna mengoptimalkan efisiensi konsumsi bahan bakar mesin penggerak utama kapal.

Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Parikesid, R. P., Kristiyono, A. E., Robbi, S. D., Gunarti, M. R., & Prawoto, A. (2026). Pengaruh Putaran Mesin Dan Suhu Gas Buang Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Induk Kapal KM Sangiang. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 7(2), 1680–1698. <https://doi.org/10.55681/jige.v7i2.5954>

PENDAHULUAN

Industri pelayaran menjadi salah satu industri penting untuk dicermati, karena memiliki peran strategis dalam mendukung aktivitas perdagangan internasional. Industri pelayaran berpotensi untuk meningkatkan daya saing dan kemandirian Indonesia dalam bidang maritim. *International Chamber of Shipping* (ICS) memaparkan bahwa transportasi maritim menjadi tulang punggung dari aktivitas perdagangan internasional, karena sekitar 90% komoditas hasil produksi dari perdagangan dunia diangkut melalui jalur laut (Rajagukguk et al., 2024). Kapal merupakan salah satu moda transportasi utama untuk industri pelayaran, dan efisiensi operasionalnya memiliki dampak signifikan terhadap biaya dan lingkungan.

Menurut PP Nomor 31 Tahun 2021 Bidang Pelayaran menjelaskan Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dengan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah. Kapal sebagai alat transportasi laut memerlukan penggerak utama yang handal (Bidang Pelayaran, 2021). Industri transportasi laut, menjadikan mesin diesel pilihan utama sebagai mesin penggerak utama pada kapal (lilik budyanto, 2021). Diesel engine mendominasi penggerak kapal karena durability, reliability, dan efisiensi fuel yang unggul dibandingkan sistem propulsi lainnya (Robbi et al., 2025). Mesin diesel dalam industri transportasi laut memiliki tantangan unik. Mereka harus mampu mengatasi perjalanan jarak jauh, beroperasi dalam berbagai kondisi cuaca, dan tetap efisien dalam penggunaan bahan bakar untuk mengoptimalkan biaya operasional. Industri otomotif, khususnya pada sektor mesin diesel, tengah menunjukkan tren positif yang signifikan. Hal ini dipicu oleh integrasi teknologi mutakhir serta peningkatan kompetensi sumber daya manusia di bidangnya.

Saat ini, mesin diesel kian diminati karena efisiensi konsumsi bahan bakarnya yang unggul dibandingkan mesin bensin, sebuah keunggulan yang lahir dari penerapan rasio kompresi yang tinggi. (16-23:1). Operasi mesin bergantung pada temperatur hasil kompresi yang meningkatkan volume pembakaran di ruang bakar, menghasilkan efisiensi termal 38-45% (lebih tinggi dari Otto cycle). Efisiensi ini dicapai melalui panas adiabatik kompresi yang mencapai 500-700°C sebelum injeksi fuel (Riki Irawan, 2025). Mesin diesel menawarkan sejumlah keunggulan teknis, di antaranya adalah output tenaga yang besar, efisiensi bahan bakar yang tinggi, serta tingkat getaran dan rotasi per menit (RPM) yang rendah. Secara umum, mesin ini beroperasi menggunakan jenis bahan bakar seperti High-Speed Diesel (HSD), Marine Fuel Oil (MFO), maupun Fuel Oil (FO). Kendati demikian, di balik performanya, penggunaan bahan bakar fosil konvensional pada mesin diesel masih menjadi kontributor signifikan terhadap polusi udara. (Sudrajat et al., 2023). Pada konteks ini, pengembangan dan inovasi dalam teknologi mesin diesel untuk transportasi laut menjadi sangat penting. Perusahaan pelayaran terus berupaya mencari cara untuk meningkatkan efisiensi mesin, mengurangi emisi, dan memperpanjang masa pakai mesin untuk menjaga keberlanjutan operasional dan lingkungan.

Dengan latar belakang ini, studi dan pengembangan terus dilakukan untuk meningkatkan performa mesin diesel dalam industri transportasi laut, baik dari segi efisiensi bahan bakar, pengurangan emisi, maupun adaptasi terhadap regulasi lingkungan yang semakin ketat. Ini

adalah tantangan dan peluang bagi industri untuk terus berinovasi dalam menjaga keberlanjutan dan efisiensi dalam penggunaan mesin diesel pada kapal-kapal laut.

Energi dalam bentuk bahan bakar memegang peranan krusial bagi keberlangsungan aktivitas manusia modern. Bahan Bakar Minyak (BBM) telah menjadi komoditas mendasar, baik bagi penduduk di wilayah pedesaan maupun perkotaan, guna menunjang kebutuhan domestik hingga operasional korporasi. Selain itu, urgensi bahan bakar sangat terlihat pada sektor industri dan transportasi, di mana pada sektor terakhir, kebutuhan tersebut terus melonjak seiring dengan pertumbuhan volume kendaraan yang sangat pesat (Julianto et al., 2020) Efisiensi bahan bakar menjadi aspek krusial dalam operasi kapal, karena konsumsi bahan bakar yang tinggi tidak hanya berdampak pada biaya operasional, tetapi juga pada dampak lingkungan. Pada konteks ini, putaran mesin dan suhu merupakan faktor kunci yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar pada *main engine* kapal. Putaran mesin mengatur kecepatan dan tenaga yang dihasilkan, sementara suhu mesin memengaruhi efisiensi pembakaran bahan bakar. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang bagaimana putaran mesin dan suhu memengaruhi konsumsi bahan bakar dapat membantu pengoptimalan operasional kapal, meningkatkan efisiensi, dan mengurangi dampak lingkungan negatif yang dihasilkan oleh emisi kapal.

RPM (Revolutions Per Minute) merupakan parameter kunci yang berpengaruh signifikan terhadap performansi dan konsumsi bahan bakar mesin diesel. RPM adalah jumlah rotasi crankshaft per menit yang menentukan daya output dan efisiensi pembakaran (Isaining, 2024). Tingkat putaran mesin yang optimal dapat menghasilkan efisiensi yang lebih baik, sementara putaran yang tidak sesuai dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar dan memperpendek masa pakai mesin. Suhu gas buang mesin juga merupakan faktor kunci yang mempengaruhi efisiensi dan konsumsi bahan bakar. Suhu gas buang yang tidak terkendali atau tidak optimal dapat menyebabkan penurunan efisiensi pembakaran dan peningkatan konsumsi bahan bakar. Oleh karena itu, memahami bagaimana putaran mesin dan suhu gas buang mesin berkontribusi terhadap konsumsi bahan bakar pada *main engine* kapal menjadi penting dalam upaya meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi dampak lingkungan. *RPM (Revolutions Per Minute)* pada kapal dapat mencakup analisis efisiensi operasional dan penggunaan bahan bakar. Misalnya, sebuah perusahaan pelayaran ingin meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar pada kapal-kapal mereka. Mereka memutuskan untuk melakukan pemantauan dan analisis RPM mesin kapal selama perjalanan untuk memastikan mesin beroperasi pada putaran optimal yang menghasilkan tenaga yang dibutuhkan tanpa mengorbankan efisiensi bahan bakar.

Hal tersebut dapat melibatkan pemantauan dan pengumpulan data RPM selama perjalanan kapal, perbandingan data tersebut dengan rekomendasi produsen mesin, dan identifikasi pola atau kondisi operasional di mana RPM yang berbeda dapat menghasilkan efisiensi bahan bakar yang lebih baik. Dari kasus tersebut kemudian dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi kepada kru kapal mengenai praktik terbaik dalam mengoperasikan mesin pada RPM optimal untuk menghemat biaya bahan bakar dan mengurangi emisi. Pada penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh putaran mesin dan suhu terhadap konsumsi bahan bakar pada Mesin Utama Kapal. Dengan memahami interaksi antara faktor-faktor ini, diharapkan dapat dikembangkan strategi operasional yang lebih efisien dan ramah lingkungan untuk industri pelayaran.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode kuantitatif deskriptif. Metode kuantitatif merupakan pendekatan ilmiah yang berlandaskan filsafat positivisme dan digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu dengan pengumpulan data menggunakan instrumen objektif serta analisis statistik untuk menguji hipotesis (Sugiyono, 2021). Pendekatan deskriptif dipilih karena bertujuan memberikan gambaran sistematis, faktual, dan akurat mengenai fenomena yang diteliti tanpa melakukan manipulasi variabel (Aziza, 2023). Data yang dianalisis bersifat numerik, meliputi putaran mesin (RPM), suhu gas buang, dan konsumsi bahan bakar yang diperoleh dari logbook kapal, sehingga memungkinkan analisis hubungan antarvariabel secara objektif.

Penelitian dilaksanakan selama 12 bulan ketika peneliti menjalani praktik layar di atas kapal. Pemilihan waktu dan lokasi ini memungkinkan peneliti memperoleh data secara langsung melalui pengamatan operasional mesin kapal dalam kondisi nyata, sehingga hasil penelitian memiliki tingkat validitas yang tinggi. Sumber data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari objek penelitian melalui observasi dan keterlibatan langsung peneliti, sehingga data yang diperoleh bersifat asli dan aktual (Amanda Putri et al., 2022; Sugiyono, 2021). Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui dokumen teknis seperti logbook kapal dan manual book mesin, yang berfungsi sebagai sumber pendukung untuk melengkapi dan memverifikasi data primer (Sugiyono, 2021).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi partisipan dan studi dokumen. Observasi partisipan dilakukan dengan mengamati langsung parameter teknis mesin seperti RPM, suhu gas buang, dan konsumsi bahan bakar. Studi dokumen dilakukan dengan menganalisis catatan logbook dan manual book untuk memperoleh informasi teknis yang akurat (Priadana, 2021). Analisis data menggunakan statistik deskriptif, yaitu teknik analisis yang bertujuan menggambarkan dan menjelaskan data secara sistematis tanpa melakukan generalisasi populasi (Sugiyono, 2022). Teknik ini digunakan untuk menghitung daya mesin dan konsumsi bahan bakar serta menganalisis hubungan antara putaran mesin dan suhu gas buang terhadap konsumsi bahan bakar mesin utama kapal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Penelitian

1. Lokasi dan jenis kapal yang digunakan

Guna menunjang analisis data, penulis menyajikan gambaran umum mengenai obyek penelitian, yaitu KM Sangiang. Pengambilan data dilakukan selama periode Praktik Laut (Prala) yang berlangsung dari tanggal 7 Agustus 2024 hingga 21 Agustus 2025. Selama proses observasi di atas kapal, penulis memperoleh dukungan penuh dari seluruh kru departemen mesin KM Sangiang. Sebagai kapal penumpang di bawah naungan PT Pelayaran Nasional Indonesia (Persero), armada ini melayani rute pelayaran reguler yang mencakup sembilan pelabuhan, mulai dari Bitung hingga Fak-Fak. Berikut adalah gambar dari KM Sangiang:



Gambar 1 Kapal KM. Sangiang

Sumber: (Dokumen Peneliti)

2. Spesifikasi *Main Engine*

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, didapatkan data spesifikasi dari kapal KM Sangiang yakni sebagai berikut :

- Length Over All (Loa) : 74,00 meter
- Length Between Perpendiculars : 68,00 meter
- Breadth : 15,20 meter
- Draft : 2,85 meter
- Max speed : 14,00 knots

Peneliti juga melakukan observasi pada spesifikasi *main engine* yang terdapat pada kapal KM Sangiang, dan didapatkan hasil berikut:

- Merk / Type : Mak 8m20c
- Power Maksimal : 1360 KW
1824 HP
- Putaran Maksimal : 900 RPM

3. Jenis bahan bakar yang digunakan

Kapal KM Sangiang menggunakan bahan bakar jenis High Speed Diesel (HSD). Bahan bakar ini biasanya dipakai oleh kapal penumpang dan kapal niaga berukuran kecil hingga menengah yang menggunakan mesin diesel putaran tinggi. Penggunaan HSD memiliki keunggulan berupa kemampuan pembakaran yang lebih stabil, efisiensi energi yang baik, serta mendukung performa mesin agar tetap optimal dalam operasi pelayaran dengan intensitas tinggi. Selain itu, bahan bakar ini juga memiliki spesifikasi berupa nilai kalor yang relatif tinggi, viskositas rendah sehingga mudah dipompa, kandungan sulfur yang lebih terkontrol, serta titik nyala yang sesuai dengan standar keselamatan operasional kapal laut.

Hasil Penelitian

A. Deskripsi Variabel Penelitian

a. Variabel X1: Putaran Mesin (RPM)

Putaran mesin menunjukkan jumlah rotasi poros engkol dalam satu menit. Nilai RPM menentukan intensitas pembakaran dalam ruang bakar dan berpengaruh langsung terhadap daya mesin serta konsumsi bahan bakar. Semakin tinggi RPM, semakin besar kebutuhan energi dan konsumsi bahan bakar.

b. Variabel X2: Suhu Gas Buang

Suhu gas buang adalah temperatur gas sisa pembakaran yang keluar dari masing-masing silinder. Nilai suhu berfungsi sebagai indikator kualitas pembakaran. Suhu gas buang yang tinggi biasanya menunjukkan pembakaran intensif akibat beban mesin yang besar.

c. Variabel Y: Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar (Fuel Consumption) diukur dalam liter per jam (L/jam). Variabel ini menunjukkan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan mesin induk untuk menghasilkan daya dalam kondisi operasi tertentu.

B. Data Penelitian

1. Kebutuhan Bahan Bakar Kapal KM Sangiang dalam Satu Voyage

Perhitungan kebutuhan bahan bakar merupakan aspek penting dalam operasional kapal untuk memastikan efisiensi penggunaan bahan bakar serta mendukung kelancaran perjalanan kapal. Metode perhitungan konsumsi bahan bakar berdasarkan karakteristik mesin yang dipakai dikapal serta durasi pelayaran, kecepatan dan jarak tempuh. Metode perhitungan kebutuhan bahan bakar KM Sangiang dalam satu Voyage dihitung berdasarkan waktu yang ditempuh kapal dari pelabuhan Bitung sampai dengan pelabuhan Fak-Fak.

Tabel 1. Data perhitungan kebutuhan bahan bakar KM Sangiang dalam satu Voyage

| No | Parameter | Nilai |
|----|-------------------------|-------------------------|
| 1 | Nama Kapal | KM Sangiang |
| 2 | Merk / Tipe Main Engine | MaK 8M20 |
| 3 | Daya Maksimum Mesin | 1360 kW (1824 HP) |
| 4 | Putaran Maksimum Mesin | 900 RPM |
| 5 | Putaran Operasi Aktual | 540 RPM |
| 6 | Beban Kerja Mesin | 60% (MCR) |
| 7 | Konsumsi Bahan Bakar | ± 110 Liter/jam |
| 8 | Jenis Pelayaran | Voyage Bitung – Fak-Fak |

Data pada tabel tersebut menjadi dasar yang dipakai oleh masinis untuk perhitungan kebutuhan bahan bakar dikapal selama satu voyage berlayar. Data dari tabel tersebut terdapat kesamaan dengan hasil perhitungan peneliti pada perhitungan konsumsi bahan bakar mesin induk KM. Sangiang berdasarkan data yang didapat kemudian diolah dengan rumus yang ada.

Tabel 2. Perhitungan konsumsi bahan bakar mesin induk KM. Sangiang

| MCR (%) | RPM | Daya (kW) | Daya (HP) | SFOC (gr/kWh) | Konsumsi BBM (L/jam) |
|---------|-----|-----------|-----------|---------------|----------------------|
| 10% | 90 | 136 | 182 | 1860,3 | 18,31 |
| 20% | 180 | 272 | 365 | 930,1 | 36,63 |
| 30% | 270 | 408 | 547 | 620,1 | 54,94 |
| 40% | 360 | 544 | 730 | 465,1 | 73,25 |
| 50% | 450 | 680 | 912 | 372,1 | 91,57 |
| 60% | 540 | 816 | 1094 | 310,0 | 109,88 |
| 70% | 630 | 952 | 1277 | 265,8 | 128,19 |
| 80% | 720 | 1088 | 1459 | 232,5 | 146,50 |
| 90% | 810 | 1224 | 1641 | 206,7 | 164,82 |
| 100% | 900 | 1360 | 1824 | 186,0 | 183,13 |

Berdasarkan tabel tersebut didapatkan bahwa perhitungan masinis dan peneliti memiliki hasil yang sama. Tabel tersebut juga menunjukkan bahwa mesin induk KM. Sangiang tidak bekerja dengan kekuatan 100% dikarenakan RPM yang digunakan secara real selama berlayar pada 540 RPM, sedangkan yang tertera pada spesifikasi keadaan mesin baru berada pada 900 RPM. Dari data tersebut mesin induk KM. Sangiang bekerja pada 60% sehingga didapat konsumsi bahan bakar sekitar 110 liter per jam.

2. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar *Main Engine*

Perhitungan terhadap konsumsi bahan bakar mesin induk kapal KM Sangiang melalui beberapa tahapan, dengan data awal yang diketahui sebagai berikut:

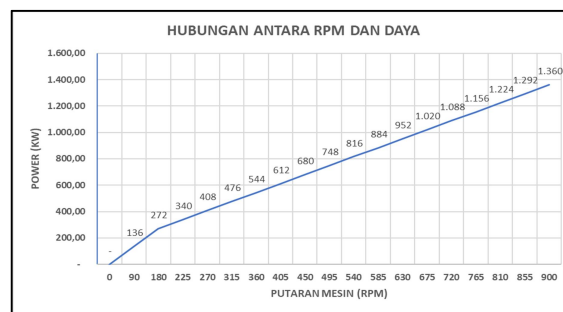
- a) Power maksimal yang dihasilkan oleh motor induk
- b) RPM maksimal motor
- c) Nilai MCR
- d) Nilai Laju bahan bakar
- e) Nilai SFOC bahan bakar
- f) Nilai Berat jenis bahan bakar

Berdasarkan data tersebut dilanjutkan dengan perhitungan nilai variasi dari daya KILOWATT yang dikeluarkan mesin Mak 8m20, untuk kemudian dikonversikan dalam bentuk HORSE POWER. Konversi satuan juga dilakukan untuk mengubah nilai SFOC pada MCR 100% yang telah diketahui dari buku manual dalam satuan gr/HP.h menjadi Kg/HP.h. Konversi ini dikarenakan perhitungan berikutnya menggunakan satuan Kg dan Ton.

C. Analisis Data Penelitian

1. Hubungan Putaran Mesin (RPM) dan Daya Mesin

Putaran mesin (RPM) sebagai parameter utama untuk menentukan poros engkol berputar dalam satuan waktu. Seiring dengan peningkatan putaran mesin, jumlah pembakaran dalam silinder juga meningkat, sehingga mesin dapat menghasilkan output daya yang lebih besar. Secara teoritis, daya mesin memiliki hubungan yang linier terhadap putaran mesin dalam rentang



kerja optimal.

Gambar 2 Grafik hubungan antara putaran mesin dan daya mesin

Tabel 3. hubungan antara putaran mesin dan daya mesin

| No | Putaran Mesin (RPM) | Daya Mesin (kW) | Daya Mesin (HP) |
|----|---------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 90 | 136 | 182 |
| 2 | 180 | 272 | 365 |
| 3 | 270 | 408 | 547 |

| | | | |
|----|-----|------|------|
| 4 | 360 | 544 | 730 |
| 5 | 450 | 680 | 912 |
| 6 | 540 | 816 | 1094 |
| 7 | 630 | 952 | 1277 |
| 8 | 720 | 1088 | 1459 |
| 9 | 810 | 1224 | 1641 |
| 10 | 900 | 1360 | 1824 |

Berdasarkan tabel 3 dan gambar 2 yang telah disajikan, terlihat bahwa kenaikan putaran mesin dari 0 hingga mendekati angka 900 RPM menunjukkan peningkatan daya yang linier hingga mendekati angka 1360 KW. Kenaikan putaran mesin dan daya selalu berpengaruh pada konsumsi bahan bakar kapal. Dengan adanya pernyataan tersebut dan didukung oleh data yang telah diambil peneliti berikut tabel dan grafik.

Tabel 4. hubungan antara putaran mesin dan daya terhadap konsumsi bahan bakar kapal KM. Sangiang

| RPM | Daya (kW) | Konsumsi Bahan Bakar (L/jam) |
|-----|-----------|------------------------------|
| 90 | 136 | 18,31 |
| 180 | 272 | 36,63 |
| 270 | 408 | 54,94 |
| 360 | 544 | 73,25 |
| 450 | 680 | 91,57 |
| 540 | 816 | 109,88 |
| 630 | 952 | 128,19 |
| 720 | 1088 | 146,50 |
| 810 | 1224 | 164,82 |
| 900 | 1360 | 183,13 |

Berdasarkan tabel 4 yang disajikan, menunjukkan bahwa semakin tinggi RPM dan semakin besar daya mesin, semakin banyak bahan bakar yang harus masuk ke ruang bakar untuk memenuhi kebutuhan RPM dan Daya yang semakin tinggi. Dengan begitu RPM dan Daya memiliki pengaruh besar terhadap efisiensi bahan bakar di atas kapal. Dapat dilihat bahwa pada putaran mesin rendah pada angka 90 RPM menghasilkan daya sebesar 136 KW dan konsumsi bahan bakar sekitar 18,31 liter/jam, berbanding lurus dengan putaran mesin yang lebih tinggi pada angka 900 RPM menghasilkan daya sekitar 1360 KW dan konsumsi bahan bakar sekitar 183 liter/jam. Dengan adanya data tersebut memudahkan masinis di kapal menentukan kebutuhan bahan bakar dan pengoperasian kapal secara efisien.

2. Hubungan Putaran Mesin (RPM) dan Specific Fuel Oil Consumption (SFOC)

Putaran mesin (RPM) berperan penting dalam menentukan efisiensi konsumsi bahan bakar atau Specific Fuel Oil Consumption (SFOC). SFOC sendiri memiliki arti sebagai ukuran kuantitatif dari seberapa efisien mesin menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan daya, biasanya dinyatakan dalam gram bahan bakar per kilowatt-jam (g/kWh).

Tabel 5. Hubungan antara putaran mesin dengan SFOC pada mesin induk KM. Sangiang

| Putaran Mesin (RPM) | SFOC (gr/kWh) |
|---------------------|---------------|
| 90 | 1860,3 |
| 180 | 930,1 |
| 270 | 620,1 |
| 360 | 465,1 |
| 450 | 372,1 |
| 540 | 310,0 |
| 630 | 265,8 |
| 720 | 232,5 |
| 810 | 206,7 |
| 900 | 186,0 |

Berdasarkan data yang disajikan oleh peneliti dengan dilakukan pengamatan pada mesin induk KM. Sangiang bahwa putaran mesin memiliki pengaruh besar terhadap efisiensi konsumsi bahan bakar diatas kapal. Berdasarkan tabel dan grafik yang disajikan menunjukkan bahwa pada putaran mesin sekitar 90 RPM memiliki nilai efisiensi konsumsi bahan bakar yang tinggi berkisar 1860 gram per kilowatt. Berbanding terbalik dengan putaran mesin yang optimal menunjukkan angka pada 900 RPM memiliki nilai efisien konsumsi bahan bakar yang rendah berkisar 186 gram per kilowatt pada kondisi mesin baru. Sedangkan mesin induk KM. Sangiang mengalami penurunan daya sekitar 40% sehingga putaran mesin berada diangka 540 RPM yang memiliki efisiensi bahan bakar sebesar 310 gram per kilowatt.

3. Hubungan Suhu Gas Buang terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Suhu gas buang adalah salah satu parameter penting yang mencerminkan efisiensi proses pembakaran pada main diesel kapal. Pada pembakaran yang sempurna, sebagian besar energi dari bahan bakar dikonversikan menjadi energi mekanik yang menggerakkan piston dari TMA ke TMB, sehingga sisa energi dalam bentuk panas pada gas buang relatif rendah.

Tabel 6. hubungan antara suhu gas buang terhadap konsumsi bahan bakar

| SUHU GAS BUANG CYL 1 | SUHU GAS BUANG CYL 2 | SUHU GAS BUANG CYL 3 | SUHU GAS BUANG CYL 4 | SUHU GAS BUANG CYL 5 | SUHU GAS BUANG CYL 6 | SUHU GAS BUANG CYL 7 | SUHU GAS BUANG CYL 8 | FUEL COMSUMPTION (Ltr/h) |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| 180 | 170 | 170 | 180 | 110 | 150 | 210 | 250 | 92 |
| 360 | 310 | 310 | 240 | 240 | 310 | 320 | 330 | 100 |
| 330 | 310 | 370 | 330 | 340 | 340 | 380 | 390 | 105 |
| 350 | 380 | 400 | 380 | 360 | 410 | 390 | 390 | 110 |
| 350 | 360 | 380 | 360 | 340 | 370 | 370 | 365 | 110 |

Berdasarkan tabel 6 yang disajikan, menunjukkan bahwa pada suhu gas buang yang sangat rendah (110-250 derajat Celcius) dengan konsumsi bahan bakar sekitar 92 liter/jam, pada gas buang rendah ini biasanya menandakan mesin belum mencapai temperatur kerja optimal. Pada kondisi kedua suhu gas buang mengalami kenaikan pada sebagian silinder menjadi 240-390 derajat celius. Konsumsi bahan bakar juga meningkat menjadi 100-110 liter/jam dan pada pola

ini menunjukkan bahwa mesin bekerja pada rentang suhu kerja normal di tiap silinder menandakan peningkatan kebutuhan energi untuk membangkitkan daya yang lebih besar. Pada kondisi ketiga menunjukkan bahwa cyl 3,6,7, dan 8 mengalami kenaikan suhu gas buang mencapai 400-410 derajat celcius. Konsumsi bahan bakar tetap pada 110 liter/jam, menandakan bahwa pola ini stabil saat mesin beroperasi pada beban tinggi dan seluruh silinder berada dalam kondisi panas yang mirip. Suhu gas buang yang tinggi dan konsisten pada semua silinder menunjukkan proses pembakaran secara efisien pada beban maksimal. Data yang telah disajikan menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara peningkatan suhu gas buang tiap silinder mesin diesel dengan konsumsi bahan bakar kapal. Korelasi ini mendukung teori bahwa meningkatnya suhu gas buang adalah indikator pembakaran lebih intens dan konsumsi bahan bakar yang lebih besar untuk menghasilkan daya yang lebih besar pada mesin kapal.

D. Hasil Uji Hipotesis

1. Regresi Linear Sederhana Putaran Mesin (X_1) terhadap Konsumsi Bahan Bakar (Y)

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|--------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | 1.000 ^a | 1.000 | 1.000 | .00343 |

a. Predictors: (Constant), X1

Berdasarkan tabel model summary, diperoleh nilai koefisien korelasi (R) sebedar 1.000, yang menunjukkan bahwa hubungan antara variabel X_1 dan variabel Y sangat kuat dan sempurna. Nilai R Square (R^2) yang diperoleh adalah 1.000. hal ini mengindikasikan bahwa variabel independen (X_1) mampu menjelaskan variasi pada variabel dependen (Y) sebesar 100%.

ANOVA^a

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|---------------|-------------------|
| 1 | Regression | 20121.958 | 1 | 20121.958 | 1713085826.87 | .000 ^b |
| | Residual | .000 | 7 | .000 | 1 | |
| | Total | 20121.958 | 8 | | | |

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), X1

Melalui tabel ANOVA, diketahui bahwa F_{hitung} adalah sebesar 1.713.085.826,871 dengan tingkat signifikansi sebesar .000 karena nilai signifikansi jauh lebih kecil dari 0,05 maka model regresi dinyatakan layak (fit) untuk digunakan dalam memprediksi pengaruh variabel X_1 terhadap Y.



Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|--------------|-----------|------|
| | | B | Std. Error | Coefficients | | |
| 1 | (Constant) | .001 | .002 | | .223 | .830 |
| | X1 | .203 | .000 | 1.000 | 41389.441 | .000 |

a. Dependent Variable: Y

Berdasarkan tabel Coefficients, maka dapat disusun persamaan regresi linear sederhana sebagai berikut:

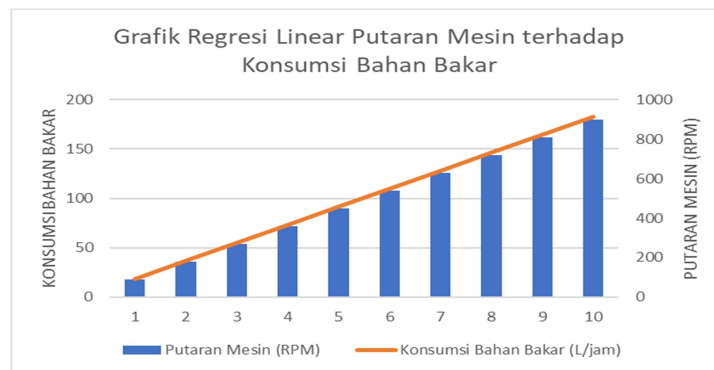
$$Y = 0,001 + 0,203X_1$$

Interpretasi persamaan:

- Konstanta (.001): Nilai variabel Y diprediksi sebesar 0,001 jika variabel X₁ bernilai nol. Namun, karena nilai Sig. Sebesar .830 > 0,05, maka konstanta ini tidak berpengaruh signifikan secara statistik.
- Koefisien Regresi X₁ (.203): Nilai koefisien yang positif menunjukkan hubungan searah. Setiap kenaikan satu satuan pada variabel X₁ (RPM), maka variabel Y (Konsumsi bahan bakar) akan meningkat sebesar 0,203.
- Signifikansi X₁ (RPM): Nilai t_{hitung} sebesar 41389,441 dengan Sig. .000 < 0,05 menunjukkan bahwa variabel X₁ (RPM) memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap variabel Y.

Tabel 1. Hasil Analisis Regresi Linear Putaran Mesin terhadap Konsumsi Bahan Bakar

| Variabel | Koefisien Regresi | Arah Hubungan |
|---------------------------------|-------------------|---------------|
| Konstanta (a) | Positif | - |
| Putaran Mesin (X ₁) | Positif | Searah |



Gambar 3 Grafik Regresi Linear Putaran Mesin terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Grafik scatter menunjukkan titik data RPM dan konsumsi bahan bakar yang membentuk garis regresi dengan kemiringan positif. Berdasarkan hasil analisis regresi, koefisien regresi putaran mesin bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan putaran mesin diikuti oleh peningkatan konsumsi bahan bakar. Pola hubungan yang terbentuk bersifat linier dan konsisten dengan data operasional mesin induk KM Sangiang. Dengan demikian, hipotesis H₁ yang menyatakan bahwa putaran mesin berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar dinyatakan diterima.

2. Regresi Linear Sederhana Suhu Gas Buang (X₂) terhadap Konsumsi Bahan Bakar (Y)

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | .939 ^a | .882 | .865 | 18.44247 |

a. Predictors: (Constant), X₂

Berdasarkan tabel Model Summary, nilai koefisien korelasi (R) yang diperoleh adalah sebesar 0,939. Angka ini menunjukkan bahwa hubungan antara variabel X₂ (suhu gas buang) dan variabel Y (konsumsi bahan bakar) berada dalam kategori sangat kuat, sementara itu, nilai koefisien determinasi (R Square) menunjukkan angka 0,882. Hal ini berarti X₂ (suhu gas buang) memberikan kontribusi sebesar 88,2% terhadap perubahan variabel Y (konsumsi bahan bakar), sedangkan sisanya sebesar 11,8% dipengaruhi oleh faktor luar.

ANOVA^a

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1 | Regression | 17741.084 | 1 | 17741.084 | 52.161 | .000 ^b |
| | Residual | 2380.874 | 7 | 340.125 | | |
| | Total | 20121.958 | 8 | | | |

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), X₂

Berdasarkan hasil uji ANOVA menunjukkan nilai F_{hitung} sebesar 52,161 dengan tingkat signifikansi sebesar 0,000. Karena nilai signifikansi jauh dibawah 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa model regresi ini layak (fit) digunakan untuk memprediksi pengaruh X₂ (suhu gas buang) terhadap Y (konsumsi bahan bakar)



Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|----------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | -108.004 | 28.308 | | -3.815 | .007 |
| | X ₂ | .602 | .083 | .939 | 7.222 | .000 |

a. Dependent Variable: Y

Berdasarkan tabel coefficients didapatkan persamaan regresi linear sebagai berikut:

$$Y = -108,004 + 0,602 X_2$$

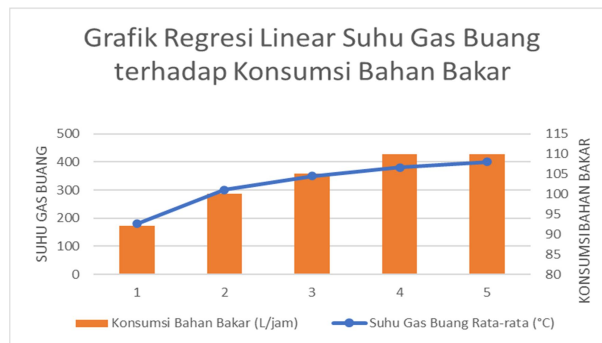
Interpretasi dari persamaan tersebut adalah:

- Konstanta (-108,004): Secara statistik bernilai signifikan (Sig. 0,007 < 0,05). Nilai negatif ini menunjukkan bahwa jika variabel X₂ (suhu gas buang) bernilai nol, maka variabel Y (konsumsi bahan bakar) diprediksi akan berada pada angka dasar tersebut.
- Koefisien Regresi X₂ (suhu gas buang) (0,602): Nilai positif ini menunjukkan arah hubungan yang searah. Artinya, setiap terjadi peningkatan satu satuan pada variabel X₂ (suhu gas buang), maka variabel Y (konsumsi bahan bakar) akan mengalami peningkatan sebesar 0,602 satuan.

- Signifikansi: Nilai t_{hitung} sebesar 7,222 dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$. Hal ini membuktikan bahwa hipotesis yang menyatakan adanya pengaruh signifikan X_2 (suhu gas buang) terhadap Y (konsumsi bahan bakar) diterima.

Tabel 2. Hasil Analisis Regresi Linear Suhu Gas Buang terhadap Konsumsi Bahan Bakar

| Variabel | Koefisien Regresi | Arah Hubungan |
|--------------------------|-------------------|---------------|
| Konstanta (a) | Negatif | - |
| Suhu Gas Buang (X_2) | Positif | Searah |



Gambar 4 Grafik Regresi Linear Suhu Gas Buang terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Grafik menunjukkan hubungan linier antara kenaikan suhu gas buang dan peningkatan konsumsi bahan bakar. Hasil analisis menunjukkan bahwa koefisien regresi suhu gas buang bernilai positif. Artinya, peningkatan suhu gas buang yang merepresentasikan intensitas pembakaran akan diikuti oleh peningkatan konsumsi bahan bakar. Temuan ini menegaskan bahwa suhu gas buang memiliki pengaruh langsung terhadap konsumsi bahan bakar. Oleh karena itu, hipotesis H_2 diterima.

3. Regresi Linear Berganda Putaran Mesin dan Suhu Gas Buang terhadap Konsumsi Bahan Bakar



| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|--------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | 1.000 ^a | 1.000 | 1.000 | .00356 |

a. Predictors: (Constant), X_2 , X_1

Berdasarkan tabel Model Summary, nilai koefisien determinasi ($R Square$) yang diperoleh adalah sebesar 1,000. Hal ini menunjukkan bahwa gabungan variabel X_1 (RPM) dan X_2 (suhu gas buang) mampu menjelaskan variasi pada variabel Y (konsumsi bahan bakar) secara sempurna sebesar 100%.

ANOVA^a

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|----|-------------|---------------|-------------------|
| 1 | Regression | 20121.958 | 2 | 10060.979 | 792069800.025 | .000 ^b |
| | Residual | .000 | 6 | .000 | | |
| | Total | 20121.958 | 8 | | | |

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), X2, X1

Kelayakan model ini diperkuat melalui tabel ANOVA, di mana nilai F_{hitung} sebesar 792.069.800,025 dengan tingkat signifikansi sebesar 0,000. Karena nilai signifikansi jauh lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa model regresi yang melibatkan X_1 (RPM) dan X_2 (suhu gas buang) sangat layak (*fit*) untuk memprediksi variabel Y (konsumsi bahan bakar)

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized | t | Sig. |
|-------|------------|-----------------------------|------------|--------------|-----------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | -.006 | .010 | | -.604 | .568 |
| | X1 | .203 | .000 | 1.000 | 13690.830 | .000 |
| | X2 | 3.219E-5 | .000 | .000 | .688 | .517 |

a. Dependent Variable: Y

Berdasarkan tabel *Coefficients* untuk model gabungan, diperoleh nilai:

- Constant (a): -0,006
- Koefisien X_1 (RPM) (b_1): 0,203
- Koefisien X_2 (suhu gas buang) (b_2): $3,219 \times 10^{-5}$ (atau hampir nol)

Persamaan regresi:

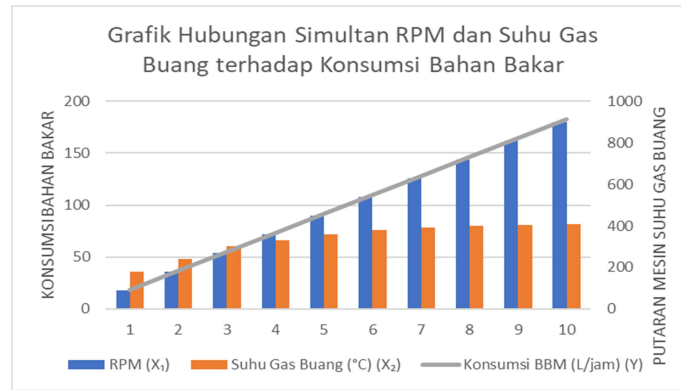
$$Y = -0,006 + 0,203X_1 + 0,00003219X_2$$

Interpretasi Penting:

- Dalam model gabungan ini, hanya variable X_1 (RPM) yang memiliki pengaruh signifikan (Sig. 0,000).
- Variabel X_2 (suhu gas buang) memiliki nilai signifikansi 0,517 ($> 0,05$), sehingga dalam model bersama ini, suhu gas buang dianggap tidak memberikan kontribusi pengaruh yang nyata terhadap Y (konsumsi bahan bakar). Hal ini dikarenakan variasi Y (konsumsi bahan bakar) sudah dijelaskan secara sempurna (100%) oleh variabel X_1 (RPM) atau kalah dominan.

Tabel 3 Hasil Analisis Regresi Linear Berganda

| Variabel | Koefisien Regresi | Arah Hubungan |
|--------------------------|-------------------|---------------|
| Putaran Mesin(X_1) | Positif | Searah |
| Suhu Gas Buang (X_2) | Positif | Searah |



Gambar 4 Grafik Hubungan Simultan RPM dan Suhu Gas Buang terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Hasil analisis regresi linear berganda menunjukkan bahwa putaran mesin dan suhu gas buang secara bersama-sama berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar, sehingga hipotesis H3 tetap diterima. Namun, hasil pengujian mendalam mengindikasikan adanya dominasi variabel tertentu. Meskipun diuji secara simultan, peningkatan konsumsi bahan bakar jauh lebih sensitif terhadap perubahan putaran mesin dibandingkan suhu gas buang. Suhu gas buang ditemukan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variasi konsumsi bahan bakar apabila diuji bersamaan dengan putaran mesin. Hal ini menunjukkan bahwa suhu gas buang berperan sebagai indikator hasil pembakaran daripada faktor penggerak utama konsumsi bahan bakar. Nilai R2 tetap menunjukkan kontribusi yang kuat, namun sebagian besar variasi tersebut dijelaskan oleh variabel putaran mesin. Kondisi paling efisien tetap berada pada kisaran 540 RPM, dimana konsumsi bahan bakar berada pada titik optimal, terlepas dari fluktuasi suhu gas buang dalam batas wajar.

PEMBAHASAN

1. Pengaruh Putaran Mesin terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan RPM dari 90 menjadi 900 meningkatkan konsumsi bahan bakar dari 18,31 L/jam menjadi 183 L/jam, menunjukkan hubungan linier positif antara putaran mesin dan konsumsi bahan bakar. Fenomena ini disebabkan oleh meningkatnya frekuensi siklus pembakaran dan kebutuhan energi untuk mempertahankan daya mesin.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Utomo dalam Jurnal Rekayasa Mesin, yang melaporkan bahwa peningkatan putaran mesin sebesar 9,86% menyebabkan kenaikan konsumsi bahan bakar secara signifikan karena peningkatan kecepatan piston meningkatkan laju suplai bahan bakar (Utomo, 2020).

Selain itu, (Tumigolung et al., 2017) menemukan hubungan positif antara RPM dan konsumsi bahan bakar pada kapal kecil, di mana efisiensi puncak terjadi pada rentang RPM menengah sebelum konsumsi meningkat secara non-linear pada RPM tinggi.

Penelitian (Made et al., 2024) juga memperkuat hasil ini dengan menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan propulsi yang dihasilkan oleh kenaikan RPM berbanding lurus dengan kebutuhan bahan bakar, terutama pada beban operasi menengah hingga tinggi.

Dengan demikian, data KM Sangiang yang menunjukkan efisiensi optimal pada 540 RPM (sekitar 60% beban kerja) sesuai dengan teori efisiensi mesin diesel modern yang mencapai konsumsi bahan bakar spesifik terendah pada 60–80% beban (load factor).

2. Pengaruh Suhu Gas Buang terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Hasil penelitian menunjukkan:

- Suhu gas buang rendah → pembakaran tidak sempurna → konsumsi lebih kecil tapi daya rendah
- Suhu gas buang normal → konsumsi ideal pada operasi mesin stabil
- Suhu gas buang tinggi → konsumsi meningkat dan cenderung stabil saat beban penuh

Suhu gas buang merefleksikan tingkat efisiensi pembakaran. Pada penelitian KM Sangiang, peningkatan suhu gas buang dari 110°C menjadi 400°C berbanding lurus dengan kenaikan konsumsi bahan bakar dari 92 menjadi 110 L/jam. Kondisi ini menandakan bahwa pembakaran lebih intens terjadi seiring peningkatan beban mesin.

Menurut (Farhan & Dzafran, 2024) dalam studi di kapal MV DK02, kenaikan suhu gas buang merupakan indikator langsung meningkatnya beban mesin akibat suplai bahan bakar lebih besar untuk mempertahankan daya torsi. Suhu gas buang yang tinggi menunjukkan efisiensi pembakaran optimal, namun pada kondisi ekstrem dapat menandakan overfueling yang justru menurunkan efisiensi termal.

Selain itu, (ALDI SAPUTRA, 2025) dalam studinya tentang warna gas buang hitam pada kapal MV HI-03 mengonfirmasi bahwa peningkatan suhu gas buang akibat pembakaran tidak sempurna dapat menjadi indikator kelebihan suplai bahan bakar dan kondisi mesin yang tidak efisien.

Dengan demikian, hasil penelitian KM Sangiang yang menunjukkan kestabilan konsumsi pada suhu gas buang tinggi (400–410°C) menandakan kondisi operasi optimal dan keseimbangan termal antar-silinder yang baik.

3. Pengaruh RPM dan Suhu Gas Buang Secara Bersama-sama

Analisis gabungan menunjukkan bahwa peningkatan RPM meningkatkan suhu gas buang, yang secara simultan menaikkan konsumsi bahan bakar. Hasil ini didukung oleh Saragih et al. (2020) yang menemukan hubungan linier positif antara RPM, suhu gas buang, dan konsumsi bahan bakar pada sistem hybrid engine kapal tugboat, di mana kedua variabel tersebut menjadi indikator utama efisiensi daya keluaran (Saragih, 2020).

Ronodipuro (2023) juga melaporkan bahwa perubahan beban mesin yang memengaruhi RPM berpengaruh langsung terhadap suhu gas buang dan konsumsi bahan bakar, dengan korelasi positif kuat ($R^2 > 0,9$) (RONODIPURO, 2023).

Hasil serupa ditemukan oleh Fahyuddin (2025) yang meneliti hubungan antara kerusakan injektor dan konsumsi bahan bakar pada MV Gesit, di mana perubahan kecil pada bukaan bahan bakar memengaruhi suhu gas buang dan konsumsi secara bersamaan (FAHYUDIN, 2025)

Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini menguatkan hasil observasi pada KM Sangiang bahwa RPM dan suhu gas buang memiliki pengaruh positif simultan terhadap konsumsi bahan bakar serta titik operasi optimal berada pada rentang 540 RPM dengan suhu gas buang 350–400°C, di mana efisiensi pembakaran dan konsumsi bahan bakar mencapai keseimbangan terbaik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh putaran mesin dan suhu gas buang terhadap konsumsi bahan bakar mesin induk kapal KM Sangiang, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: (1) Hasil penelitian menunjukkan bahwa putaran mesin berpengaruh positif terhadap konsumsi bahan bakar. Kenaikan RPM dari 90 RPM menjadi 900 RPM (meningkat sebesar 900%) menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat dari 18,31 L/jam menjadi 183,13 L/jam atau mengalami peningkatan sebesar $\pm 900\%$. Selain itu, setiap kenaikan beban mesin sebesar 10% (± 90 RPM) menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat rata-rata sebesar ± 18 liter/jam atau sekitar 20%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran mesin, semakin besar pula kebutuhan bahan bakar yang digunakan untuk proses pembakaran. (2) Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu gas buang memiliki pengaruh positif terhadap konsumsi bahan bakar. Peningkatan suhu gas buang dari sekitar 110°C menjadi 400°C menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat dari ± 92 L/jam menjadi ± 110 L/jam atau meningkat sebesar $\pm 19,5\%$. Setiap kenaikan suhu gas buang sekitar 10% diikuti oleh peningkatan konsumsi bahan bakar rata-rata sebesar $\pm 2-3\%$. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya suhu gas buang merupakan indikator meningkatnya intensitas pembakaran dan beban mesin yang berpengaruh langsung terhadap konsumsi bahan bakar. (3) Hasil analisis regresi linear berganda menunjukkan bahwa putaran mesin dan suhu gas buang secara simultan berpengaruh positif terhadap konsumsi bahan bakar. Peningkatan RPM diikuti oleh kenaikan suhu gas buang yang secara bersama-sama menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat secara signifikan. Kondisi operasi paling efisien mesin induk KM Sangiang berada pada putaran sekitar 540 RPM (60% beban) dengan suhu gas buang $350-400^{\circ}\text{C}$, di mana konsumsi bahan bakar berada pada kisaran ± 110 L/jam. Pada kondisi ini, mesin bekerja secara optimal dengan keseimbangan antara daya yang dihasilkan dan penggunaan bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- ALDI SAPUTRA. (2025). *ANALISIS PENYEBAB GAS BUANG PADA MESIN DIESEL GENERATOR BERWARNA HITAM DI KAPAL MV.HI 03 ALDI SAPUTRA*.
- Amanda Putri, D., Qomariah, A., Hodijahtun Nisa, N., & Gustian Nugraha, R. (2022). AKTUALISASI NILAI-NILAI PANCASILA DALAM KONTEKS KEKINIAN. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(1).
- Ardiyani Wicaksono, Moh. A., Gunarti, M. R., Ratnaningsih, D., Prawoto, A., Robbi, S. D., & Nugroho, A. (2025). Analisis Perawatan Dan Perbaikan F.O Purifier Terhadap Bahan Bakar Pada Kapal KM. Ciremai. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(2), 2489–2495. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.862>
- Aziza, N. (2023). Metodologi penelitian 1 : deskriptif kuantitatif. *ResearchGate*, (July).
- Bidang Pelayaran, P. (2021). *PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA, batrwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 5T dan Pasal 185 huruf b Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja, perlu menetapkan Peraturan Pemerintah tentang*.
- Dai Robbi, S., Monika Retno Gunarti, M., & Prima Yudha Yudianto, Mp. (2024). *ANALISIS PEMANFAATAN SHORE SIDE ELECTRICITY DALAM MENGURANGI EMISI GAS BUANG PADA KN MASALEMBO*.
- DINA MUTIA. (2023). *ANALISA DAMPAK TURUNNYA TEKANAN INJECTOR PADA MESIN DIESEL PENGGERAK UTAMA JENIS 2 TAK TIPE SULZER 6RTA58T DI KAPAL MV, URMILA*.

- Dwiana, A. S., Hendrawan, A., & Nusantara, A. M. (2023). *Analisa Kinerja Tiga Buah Mesin Induk Penggerak Utama Kapal di AHTS Christos LVII*. 7(1).
- Fadly, E. R., & Pakan, Y. (2021). *LPPM Politeknik Saint Paul Sorong 33* (Vol. 6, Number 1). <https://www.>
- FAHYUDIN. (2025). *ANALISIS KERUSAKAN INJECTOR DAN PENGARUHNYA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DI KAPALMV.GESIT*.
- Farhan, M., & Dzafran, D. (2024). *ANALISIS KENAIKAN SUHU GAS BUANG MESIN INDUK DISESEL SULZER TYPE 6RTA48T DI MV. DK02 SKRIPSI Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang*.
- Galih Agimnastiar Putra. (2022). Identifikasi Tingginya Suhu Gas Buang pada Mesin Diesel Penggerak Utama Di KM. NGGAPULU. *Identifikasi Tingginya Suhu Gas Buang Pada Mesin Diesel Penggerak Utama Di KM. NGGAPULU*.
- Isaining. (2024). *ANALISIS+VARIASI+BEBAN+TERHADAP+PERFORMANSI+MESIN+DIESEL*.
- Julianto, E., Studi Teknik Mesin, P., Teknik, F., Muhammadiyah Pontianak Jl Ahmad Yani, U., Pontianak, K., Sains Al-Qur, U., Jln Raya Kalibeber, an K., & Artikel, R. (2020). ANALISIS PENGARUH PUTARAN MESIN PADA EFISIENSI BAHAN BAKAR MESIN DIESEL 2DG-FTV INFO ARTIKEL ABSTRAK. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7(3), 225–231.
- lilik budiyanto. (2021). *pengaruh putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar*.
- Made, I., Nugraha, A., Luthfiani, F., Idrus, M. A., Tes, R. B., Kelautan, P., & Kupang, P. (2024). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Kapal Phinisi Natural 001 Analysis of Fuel Consumption on the Phinisi Natural 001. *Jurnal Airaha*, 13(01).
- Muhammad Musa. (2023). *IDENTIFIKASI TINGGINYA SUHU GAS BUANG PADA MAIN ENGINE DI MT. SAMBU*.
- Mulyono, S., Gunawan, G., & Maryanti, B. (2020). Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 2(1). <https://doi.org/10.32487/jtt.v2i1.38>
- Prof. DR. H.M. SIDDIK PRIADANA MS. (2021). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF*.
- Prof sugiyono. (2022). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF*.
- Putra Ekanto, S. (2024). Analisa Sistem Kerja Motor Bakar Diesel Terhadap Fenomena Exhaust Flame In *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* (Vol. 12, Number 1). <https://jurnal.unismabekasi.ac.id>
- Rajagukguk, J. T. N., Kuncoro, R. S., Setianingrum, H., & Aprayuda, R. (2024). Apakah Industri Pelayaran Menjadi Pilihan yang Menarik untuk Investor? Studi Kasus PT Samudera Indonesia Tbk. *E-Jurnal Akuntansi*, 34(3), 674. <https://doi.org/10.24843/eja.2024.v34.i03.p09>
- Riki Irawan. (2025). JURNAL PATRIA BAHARI ANALISIS PENYEBAB KENAIKAN TEMPERATUR GAS BUANG PADA MESIN DIESEL DUA LANGKAH DI MT. MUTIARA GLOBAL. In *Jurnal Patria Bahari* | (Vol. 5, Number 2). www.ejournal.poltekpel-sorong.ac.id
- Robbi, S. D., Lao, R. I. A., Darwis, M., Putri, I. A. J., Nugroho, A., & Kristiyono, A. E. (2025). Analisis Pengaruh Kinerja Turbocharger pada Daya Mesin Induk Pada Kapal LPG/C Cipta Diamond. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 5455–5462. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.4259>

- RONODIPURO. (2023). *ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR SAAT MARINE OPERATION RIG DI AHTS LOGINDO DESTINY*.
- Saragih. (2020). *Desain Konseptual Hybrid Engine System pada Kapal Tugboat 1636 HP dengan Kombinasi Diesel Engine dan Electric Motor Yang di Suplai Tenaga Baterai*. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Sudrajat, D., Susanto, I., & Tumigolung, S. S. (2023). Redesain Knalpot Perahu Pakura 13 HP terhadap Tingkat Konsumsi Bahan Bakar. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 17(2), 165–178. <https://doi.org/10.33378/jppik.v17i2.409>
- Sugiyono, D. (2021). Metode penelitian kuatintatif , kualitatif dan R & D / Sugiyono. In *Bandung: Alfabeta* (Vol. 15, Number 2010).
- Tumigolung, S. S., Pangalila, F. P. T., & Kaparang, F. E. (2017). Studi tentang pengaruh perbedaan daya mesin terhadap kecepatan dan konsumsi bahan bakar minyak pada perahu pakura (Study of the effect of engine power difference on speed and fuel consumption of pakura boats). *JURNAL ILMU DAN TEKNOLOGI PERIKANAN TANGKAP*, 2(5). <https://doi.org/10.35800/jitpt.2.5.2017.15943>
- Utomo, B. (2020). Hubungan Antara Konsumsi Bahan Bakar dengan Berbagai Perubahan Kecepatan pada Motor Diesel Penggerak Kapal. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2). <https://doi.org/10.32497/jrm.v15i2.1957>