

ANALISA EFISIENSI MOTOR BAKAR DIESEL TRAKNUS TYPE PL 500 P UNTUK MENGGERAKKAN GENERATOR DI PT UNKINDO BLANKAHAN OIL MILL

Antonius Batubara¹, Supriadi², Suardi³

^{1,2,3} Fakultas Sains Dan Teknologi, Teknik Mesin, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 16 Maret 2026
Revisi Akhir: 19 Maret 2026
Diterbitkan Online: 23 Maret 2026

KATA KUNCI

mesin, daya indikator, daya efektif, efisiensi mekanis, efisiensi termal

Keywords:

engine, indicated power, effective power, mechanical efficiency, thermal efficiency

KORESPONDENSI

E-mail: antoniusbatubara0@gmail.com

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja mesin melalui parameter daya indikator, daya efektif, efisiensi mekanis, dan efisiensi termal pada variasi beban dan putaran. Pengujian dilakukan dengan beban antara 355,95 kW hingga 370,54 kW dan putaran 1489 rpm hingga 1550 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi mekanis mesin relatif stabil pada kisaran 84,9% - 85%, yang menandakan kerugian mekanis tergolong kecil. Sementara itu, efisiensi termal meningkat seiring dengan menurunnya beban, yaitu dari 49,30% pada beban tertinggi hingga 64,27% pada beban terendah. Hal ini membuktikan bahwa pada kondisi beban rendah, pemanfaatan energi bahan bakar lebih optimal. Selain itu, mesin yang telah beroperasi cukup lama cenderung mengalami kenaikan suhu meskipun beban yang diterapkan rendah, akibat akumulasi panas selama proses kerja. Secara keseluruhan, mesin bekerja cukup baik dari sisi efisiensi mekanis dan termal, meskipun pengaturan beban diperlukan untuk mencapai kinerja optimal.

A B S T R A C T

This research aims to analyze engine performance through parameters of indicated power, effective power, mechanical efficiency, and thermal efficiency under various loads and speeds. The tests were carried out with load variations ranging from 355.95 kW to 370.54 kW and engine speeds from 1489 rpm to 1550 rpm. The results show that the mechanical efficiency of the engine remains relatively stable at around 84.9% - 85%, indicating that mechanical losses are relatively small. Meanwhile, thermal efficiency increases as the load decreases, from 49.30% at the highest load to 64.27% at the lowest load. This indicates that fuel energy utilization is more optimal at lower loads. In addition, the engine that has been operating for a long time tends to experience an increase in temperature even at low loads, due to heat accumulation during operation. Overall, the engine performs well in terms of mechanical and thermal efficiency, although proper load management is required to achieve optimal performance.

PENDAHULUAN

Pembangkit tenaga listrik sangatlah dibutuhkan di dunia industri untuk menunjang keberhasilan proses produksi salah satunya pada PT. Ukindo Blankahan Oil Mill. Motor bakar diesel merupakan penggerak utama pada pembangkit listrik tenaga diesel yang pada prinsipnya adalah

mengubah energi kimia menjadi energi panas dan diubah menjadi energi mekanis. Analisa Efisiensi Motor Bakar Diesel menjadi krusial untuk menilai seberapa besar energi dari bahan bakar yang dapat dikonversi menjadi energi listrik yang berguna. Pengamatan mengenai Efisiensi pada motor bakar diesel sangat penting dilakukan untuk mengetahui kinerja dari motor bakar diesel serta dapat mengetahui apa saja parameter yang mempengaruhi efisiensi motor bakar diesel baik perawatan maupun kerusakan pada komponen motor bakar diesel tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Tekanan Efektif Rata-Rata

Tekanan efektif rata-rata didefinisikan sebagai tekanan efektif dari fluida kerja terhadap torak atau piston sepanjang langkahnya untuk menghasilkan kerja persiklus, yang dapat dirumuskan pada persamaan seperti berikut:

$$P_e = \frac{W_{net}}{V_d} \text{ (kPa)}$$

Dimana:

P_e = Tekanan efektif rata-rata (kPa)

W_{net} = Kerja satu siklus (Kw)

V_d = Volume Langkah (m^3)

2. Daya Indikator

Daya indikator merupakan daya yang dihasilkan dalam silinder mesin diesel. Pada mesin empat langkah, satu siklus kerja diselesaikan dalam dua putaran poros engkol. Sedangkan pada mesin dua langkah satu siklus kerja diselesaikan dalam satu putaran poros engkol. Maka jika poros engkol berputar dengan kecepatan n (rotasi per menit), daya N yang dihasilkan mesin dinyatakan dalam PS, untuk motor bakar torak empat langkah adalah:

$$N_i = \frac{P_e \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L \cdot \frac{n}{60} \cdot \frac{1}{2}}{75 \cdot 10^2}$$

Dimana:

N_i = Daya Indikator (HP)

P_e = Tekanan Efektif Rata-Rata (Kg/cm^2)

D = Diameter Silinder (Cm)

n = Putaran Mesin (Rpm)

3. Daya Efektif

Daya yang dihasilkan suatu mesin pada poros keluarannya disebut sebagai daya poros (biasa dikenal dengan *brake horse power*) sehingga dapat dihitung daya poros dengan persamaan sebagai berikut

$$N_e = \frac{T \cdot N}{9550}$$

Dimana:

N_e = Daya Efektif (KW)

T = Torsi (Nm)

N = Putaran Mesin (Rpm)

4. Efisiensi Thermal

Adalah rasio antara energi kerja yang dihasilkan oleh motor dengan energi panas yang disalurkan dari bahan bakar. Dengan kata lain ini menunjukkan seberapa baik motor dapat mengubah panas pembakaran menjadi kerja mekanis.

$$\eta_{th} = \frac{Ne}{m_f \cdot LHV} \cdot 100\%$$

η_{th} = Efisiensi Thermal (%)

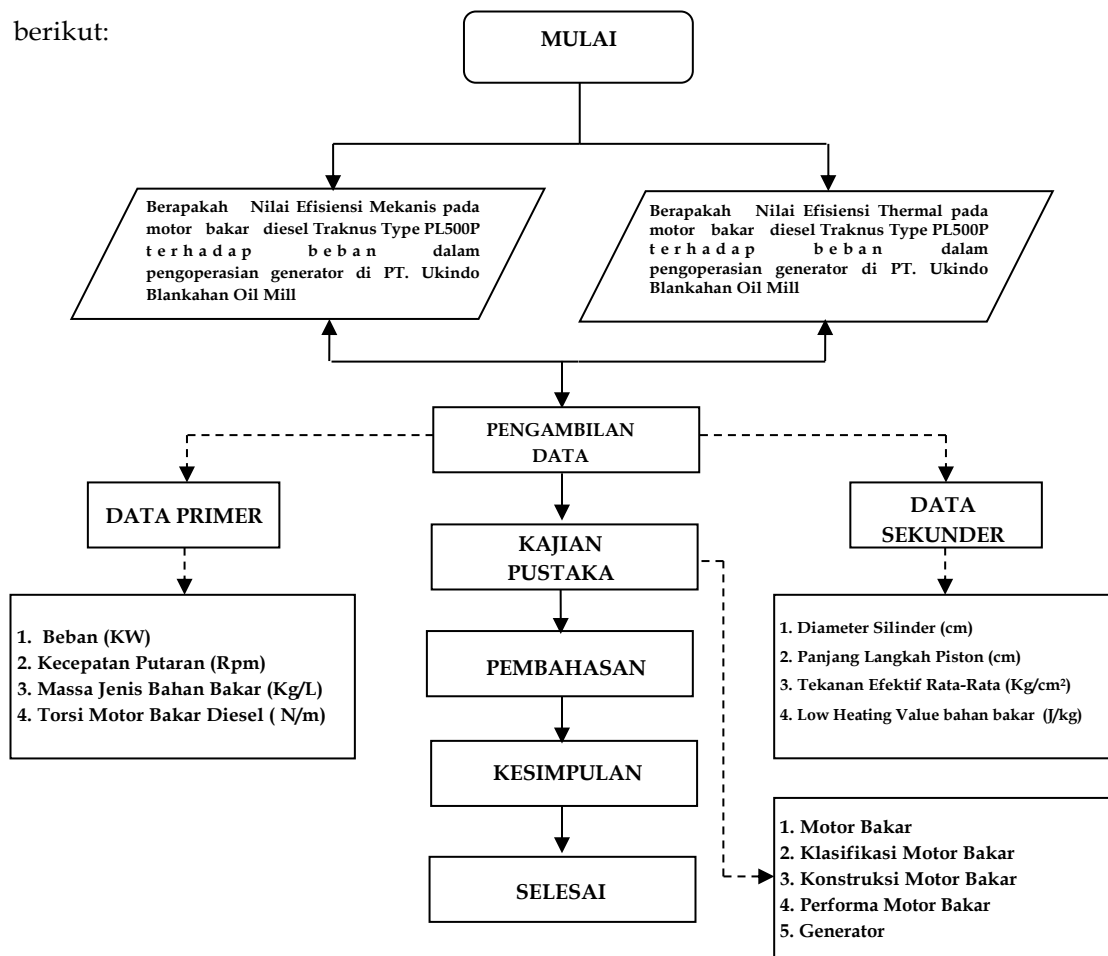
Ne = Daya efektif atau Daya keluaran mesin (Watt)

m_f = Laju aliran massa bahan bakar (Kg/s)

LHV = Low Heating Value bahan bakar (J/kg)

METODOLOGI

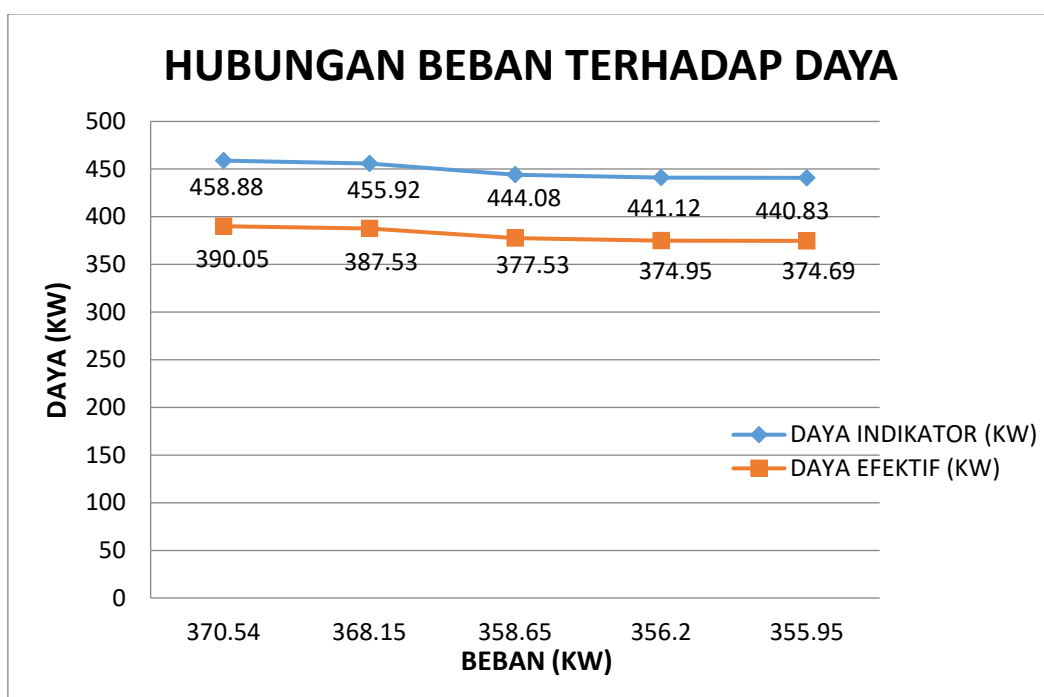
Data yang dikumpulkan dan digunakan dalam penelitian ini adalah data yang merupakan informasi yang diperoleh penulis melalui pengamatan langsung dari sumber-sumber diperoleh sebagai berikut:



HASIL DAN PEMBAHASAN

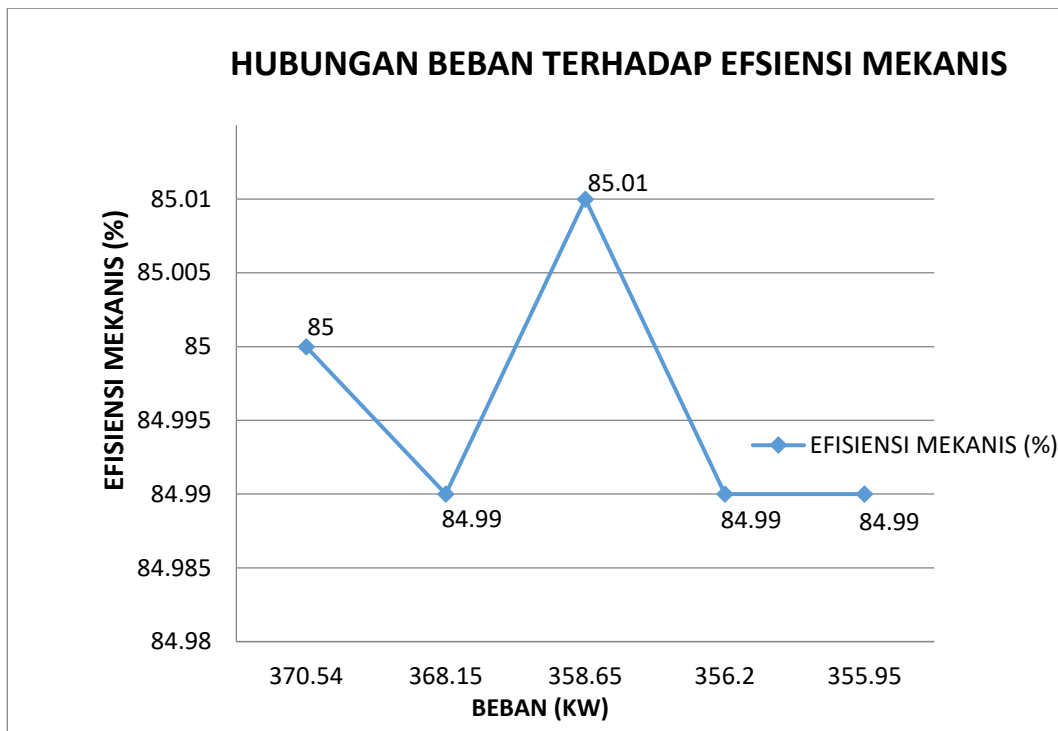
Tabel 1. Hasil Penelitian

BEBAN (KW)	PUTARAN (Rpm)	DAYA INDIKATOR (KW)	DAYA EFEKTIF (KW)	EFISIENSI MEKANIS (%)	EFISIENSI THERMAL (%)
370,54	1550	458,88	390,05	85	49,30
368,15	1540	455,92	387,53	84,99	54,75
358,65	1500	444,08	377,53	85,01	56,67
356,20	1490	441,12	374,95	84,99	60,03
355,95	1489	440,83	374,69	84,99	64,27



Grafik 1. Daya vs Beban

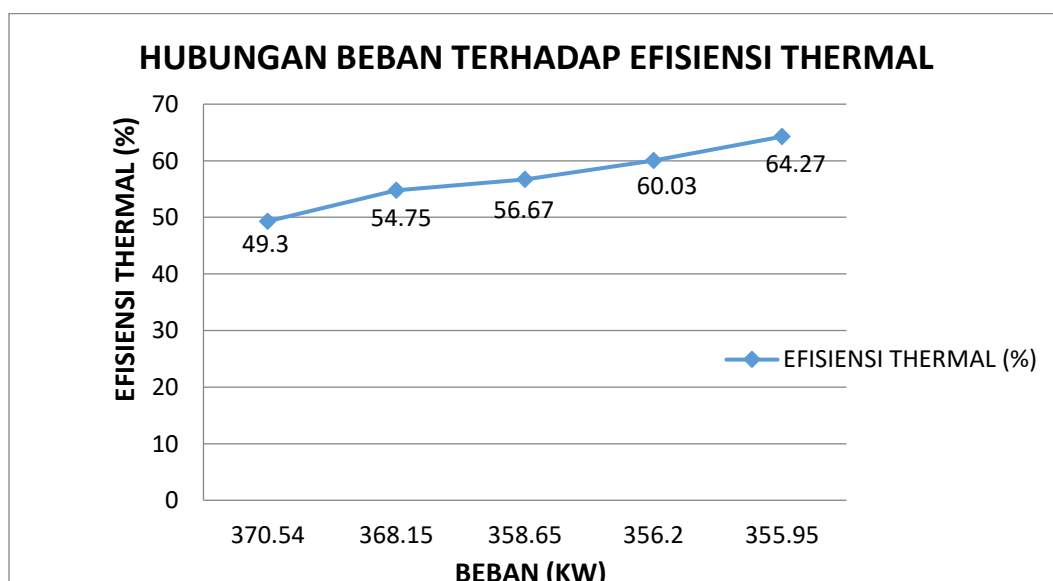
Grafik hubungan beban terhadap daya menunjukkan bahwa daya indikator selalu lebih tinggi dibandingkan dengan daya efektif pada setiap kondisi beban. Hal ini sesuai dengan teori motor bakar, di mana daya indikator merupakan daya teoritis hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder, sedangkan daya efektif adalah daya nyata yang dapat digunakan pada poros setelah dikurangi rugi-rugi mekanis akibat gesekan, pendinginan, dan kehilangan energi lainnya. Dari data terlihat bahwa pada beban 370,54 kW, daya indikator mencapai 458,88 kW sedangkan daya efektif sebesar 390,05 kW. Seiring penurunan beban hingga 355,95 kW, daya indikator juga menurun menjadi 440,83 kW dan daya efektif menjadi 374,69 kW. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan beban berbanding lurus dengan penurunan daya, baik indikator maupun efektif. Dan hal ini menandakan bahwa sebagian energi yang dihasilkan dari proses pembakaran motor bakar diesel tidak sepenuhnya dikonversi menjadi daya poros, melainkan hilang akibat rugi-rugi mekanis.



Grafik 2. Efisiensi Mekanis VS Beban

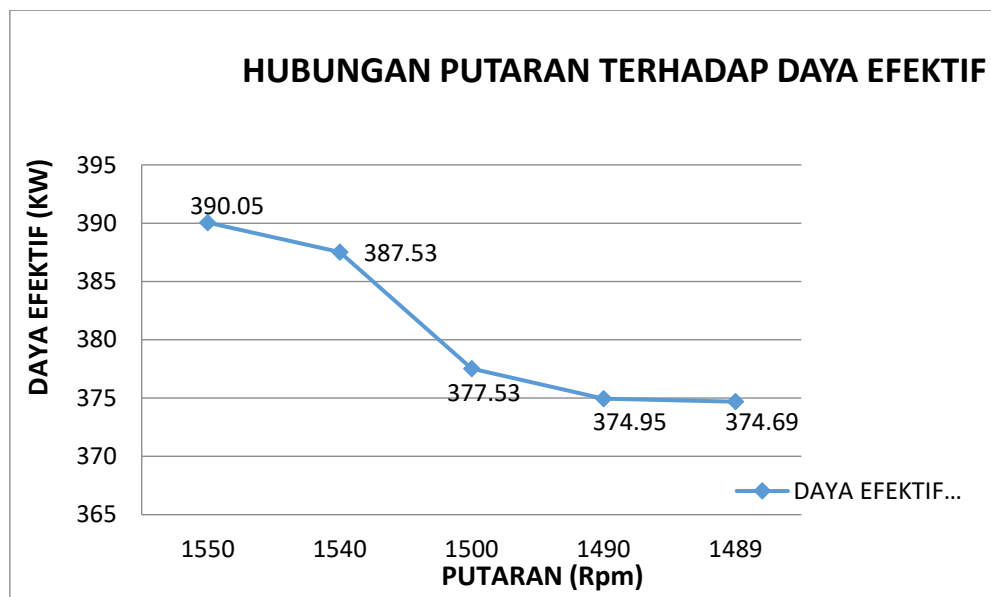
Grafik hubungan beban terhadap efisiensi mekanis menunjukkan bahwa nilai efisiensi mekanis berada pada kisaran yang relatif stabil, yaitu sekitar 84,99% hingga 85,01%. Pada beban 370,54 kW, efisiensi mekanis tercatat sebesar 85%, kemudian sedikit menurun pada beban 368,15 kW menjadi 84,99%. Selanjutnya, efisiensi meningkat pada beban 358,65 kW hingga mencapai titik maksimum 85,01%, sebelum kembali menurun ke 84,99% pada beban 356,2 kW dan 355,95 kW.

Perubahan nilai efisiensi mekanis ini relatif kecil, hanya berkisar 0,02%, sehingga dapat dikatakan bahwa efisiensi mekanis mesin berada dalam kondisi stabil pada berbagai variasi beban. Hal ini menunjukkan bahwa rugi-rugi mekanis pada mesin relatif konstan meskipun beban mengalami perubahan. Dengan demikian, grafik ini memperlihatkan bahwa mesin memiliki performa mekanis yang baik dan efisien, dengan efisiensi mekanis rata-rata berada di sekitar 85%.



Grafik 3. Efisiensi vs Beban

Grafik hubungan beban terhadap efisiensi thermal menunjukkan bahwa nilai efisiensi thermal cenderung meningkat ketika beban menurun. Pada beban 370,54 kW efisiensi thermal tercatat 49,3%, kemudian meningkat menjadi 54,75% pada beban 368,15 kW. Selanjutnya, efisiensi terus naik menjadi 56,67% pada beban 358,65 kW, 60,03% pada beban 356,2 kW, dan mencapai nilai tertinggi 64,27% pada beban 355,95 kW. Pola ini dapat dijelaskan karena pengujian dilakukan dalam rentang waktu tertentu, di mana mesin sudah semakin lama beroperasi. Seiring dengan lamanya waktu pemakaian, kondisi mesin menjadi lebih stabil (temperatur ruang bakar, sistem pelumasan, dan pembakaran lebih optimal), sehingga konsumsi bahan bakar relatif lebih efisien. Akibatnya, meskipun beban sedikit menurun, efisiensi thermal justru terlihat meningkat. Dengan demikian, kenaikan efisiensi thermal pada grafik ini tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya beban, tetapi juga oleh faktor kestabilan mesin akibat waktu pengoperasian yang lebih lama



Grafik 4. Daya Effektiv vs Putaran

Grafik tersebut menunjukkan adanya kecenderungan penurunan daya efektif seiring dengan berkurangnya putaran mesin. Pada putaran tertinggi, yaitu sekitar 1550 rpm, daya efektif yang dihasilkan mencapai 390,05 kW. Namun, ketika putaran menurun ke 1540 rpm, daya efektif juga ikut turun menjadi 387,53 kW. Penurunan ini semakin signifikan pada putaran 1500 rpm, di mana daya efektif berkurang menjadi 377,53 kW. Selanjutnya, pada putaran 1490 rpm daya efektif hanya 374,95 kW dan pada 1489 rpm hampir tidak berubah yaitu 374,69 kW. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah putaran mesin, maka kemampuan mesin dalam menghasilkan daya efektif juga semakin berkurang. Dengan demikian, grafik ini menggambarkan hubungan linier menurun antara putaran dan daya efektif, yang dapat dijadikan acuan untuk mengetahui titik kerja optimal mesin agar tetap menghasilkan daya maksimum

KESIMPULAN DAN SARAN

Efisiensi Mekanis pada variasi beban dan putaran relatif stabil, berada di sekitar 84,9% – 85%, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem mekanis mesin bekerja dengan baik dan tidak banyak mengalami kerugian mekanis. Efisiensi Termal mengalami peningkatan seiring dengan penurunan beban dan putaran mesin, dari 49,30% pada

beban 370,54 kW menjadi 64,27% pada beban 355,95 kW. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi beban lebih rendah, pemanfaatan energi bahan bakar lebih optimal. Daya Indikator lebih besar daripada Daya Efektif, yang wajar karena adanya kerugian mekanis. Selisih keduanya menggambarkan rugi-rugi gesekan dan faktor mekanis lainnya. Mesin yang sudah beroperasi cukup lama menunjukkan bahwa meskipun beban yang diterapkan rendah, suhu operasi tetap meningkat. Hal ini disebabkan akumulasi panas selama proses kerja, sehingga walaupun beban rendah, temperatur mesin cenderung tetap tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah. 2022. *Buku Penuntun Praktikum Konversi Energi*. Medan: Politeknik Teknologi Kimia Industri.
- Adnyana, I. M. 2016. *Pembangkit Listrik Tenaga Termal*. Bali: Universitas Udayana.
- Ali Masyud, S. 2019. *Memelihara / Servis Sistem Injeksi Bahan Bakar Diesel*. Jakarta: Indocamp.
- H. Darmadi, M. Mustakim, Irwansyah, J. V. A. Wawuru, M. Ginting, and A. B. Prasetya, "Variation of Agitator Blades in Continous Settling Tank to Reduce Oil Losses in Oil Refining Process in Palm Palm Factories", *JL*, vol. 9, no. 2, pp. 267-274, Jul. 2024.
- Hidayatullah, A. 2019. *Mengenal Sistem Bahan Bakar Mesin Diesel (p. 8)*. Jakarta: PT. Sunda Kelapa Pustaka.
- Kristanto, I. P. 2018. *Motor Bakar Torak Teori dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Maryono, B. 2018. *Dasar-Dasar Mesin Diesel*. Jakarta: PT. Sunda Kelapa Pustaka.
- Moran, M. J., & N. H. 2003. *Termodinamika Teknik Jilid 2 (p. 56)*. Jakarta: Erlangga.
- Wahyudi, Mochamad S. M. 2019. *Teori dan Reparasi Mesin Diesel*. Malang: Gava Media.
- Rabiman, M. 2017.. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta. *Pengetahuan Dasar Teknik Otomotif (pp. 27-28)*
- Supari Muslim, J. P. 2008. *Teknik Pembangkit Tenaga Listrik*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Susilo, J. 2015. *Jurnal Teknik Mesin UBL. Modifikasi Cylinder Head Terhadap Unjuk Kerja Sepeda Motor*, 6.
- Wardoyo, H. S. 2011. *Generator AC. In H. S. Wardoyo, Generator AC*. Jakarta: Sekolah Mitra Kompetensi.