

Analisis Daya Guna Motor Diesel Menggunakan Bahan Bakar Marine Fuel Oil

Angga Ginanjar

¹Program Studi Teknik Mesin, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

anggaginanjar@gmail.com

Abstrak

Konsumsi bahan bakar merupakan permasalahan dalam penggunaan mesin diesel. Sehingga penggunaan bahan bakar selain bahan bakar minyak diesel Oil (Solar). Dan Marine Fuel Oil direkomendasikan sebagai bahan bakar alternatif dengan beberapa alasan, diantaranya jumlahnya melimpah, harga lebih murah. Mesin diesel adalah mesin yang paling banyak digunakan di dunia maritime maupun pembangkit listrik tenaga diesel. Dan di sini membandingkan performa dari mesin, bagaimana jika menggunakan bahan bakar Solar dan mfo tujuannya mengetahui performa mesin diesel jika menggunakan Solar dan mfo. Metode penelitian antara beban yang di hasilkan dengan jumlah bahan bakar yang di konsumsumsi. Hasil perhiungan parameter kerja mesin diesel bahan bakar solar dan mfo menunjukkan daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) pada mfo nilai sfc nya antara lain 0,238 0,237 0,256 dan 0,284 . Terlihat bahwa penggunaan bahan bakar lebih besar saat menggunakan bahan bakar solar di bandingkan menggunakan bahan bakar mfo. Penggunaan bahan bakar solar lebih baik di bandingkan mfo terlihat dari nilai efesiensi mesin saat menggunakan bahan bakar solar.

Kata Kunci : Motor bakar, Efesiensi, Bahan bakar.

1. PENDAHULUAN

Menyikapi krisis energi di Indonesia, pada pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) PT.PLN (persero) melakukan penggantian bahan bakar dari Solar (High Speed Diesel / HSD) ke MFO sebagai sumber energinya. Untuk menekan biaya operasional yang terus meningkat, maka perlu ada upaya yang serius untuk pengembangan sumber energi serta dapat memanfaatkan renewable energy yang sudah ada seperti Marine Fuel Oil (MFO).

Bagi masyarakat umum, nama Marine Fuel Oil atau MFO mungkin masih asing terdengar. Namun bagi pengusaha industri bahan bakar jenis ini sudah banyak dikenal, terutama bagi mereka yang sering bergubungan dengan perusahaan karena ekonomis. Marine Fuel Oil atau biasa disingkat dengan MFO merupakan salah satu jenis bahan bakar minyak. Meski memiliki kata "marine" dalam namanya, namun bukan berarti bahan bakar ini hanya digunakan pada kapal laut saja.

Bahan bakar ini juga digunakan untuk industri, Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), bahan bakar mesin Boiler, furnace, dan Heating. Motor diesel yang merupakan sistem pembakaran dalam yang menggunakan Marine Fuel Oil (MFO) sebagai bahan bakar tidak bisa langsung digunakan namun harus melalui proses system penyaringan dan pemanasan yang bertujuan untuk menurunkan viskositas atau kekentalan dan penyeragaman ukuran partikel bahan bakar (untuk menghindari sumbatan pada nozzle).

Bahan Bakar yang digunakan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) PT.Berkat Bima sentana Belawan yaitu Solar (High Speed Diesel/ HSD) yang di peruntukan untuk start awal mesin serta saat proses mesin stop, sedangkan Marine Fuel Oil (MFO) digunakan secara terus-menerus.

Tujuan dalam penelitian unjuk kerja motor diesel menggunakan bahan bakar Marine Fuel Oil (MFO) adalah Untuk mengetahui Efisiensi motor diesel dengan menggunakan bahan bakar Marine Fuel Oil (MFO).

2. METODE PENELITIAN

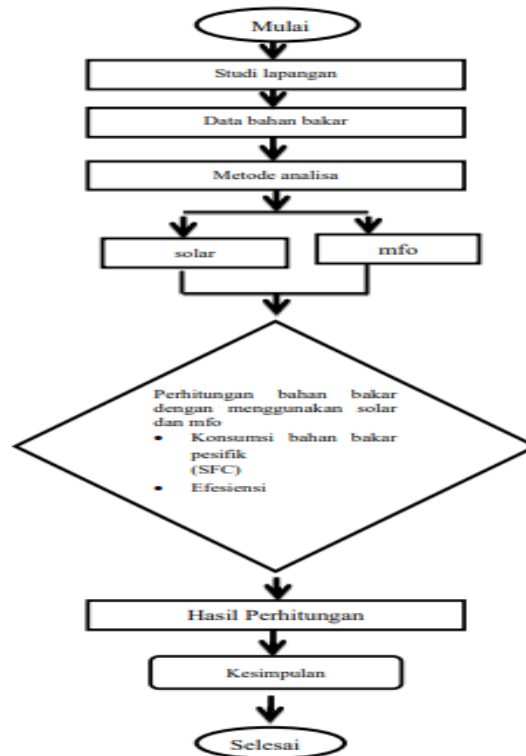
Pada penelitian ini penulis menganalisis efisiensi dari sistem kerja motor bakar diesel pembangkit listrik (PLTD) berkapasitas 8 Mw Yang menggunakan dua jenis bahan bakar yaitu solar (HSD) dan Marine fuel Oil (MFO). Pengumpulan data-data, spesifikasi mesin, performance dan keunggulan mesin diesel tersebut serta meminta bimbingan dari karyawan, supervisor, dan Manager di perusahaan ini. Suatu unit mesin terdiri dari peralatan utama yang akan menjadi satu kesatuan, Data utama mesin yang di PT.Berkat Bima Sentana adalah sebagai berikut :

Merk	: MAN DIESEL & TURBO
Type / Tahun Test	: 18v48-60TS
Diameter Silinder	: 580 mm
Panjang Langkah	: 480 mm
Jumlah Silinder	: 18
Daya Output	: 6000 - 35000 KW
Putaran Nominal	: 500 RPM

Langkah-Langkah Pengoprasian Desin Diesel

- Pastikan pressure starting air atau udara start 25-30 bar dan valve inlet outlet dalam posisi terbuka

- Pastikan pressure steam mencapai 5-6 bar dan valve inlet outlet supply ke modul booster, LOFX, dan nozzle cw terbuka
- Pastikan expansion tank pada level 65%-80% dan valve inlet outlet terbuka
- Pastikan lt cw tank level pada 65%-80% dan valve inlet outlet terbuka
- Pastikan air dalam tanki cooling nozzle pada level 90% dan valve inlet outlet terbuka
- Pastikan tank oli pada level 120 cm dan temperature pada 40°C - 50° °C
- Pastikan pressure ringline mfo 6 bar - 7 bar dan hsd 4 bar - 5 bar Jika bahan bakar yang akan di gunakan mfo Pastikan pada fuel module booster bahan bakar pada pressure 7 bar -8 bar pada temperature 100 °C – 110 °C dan viscosity 12 cst
- Jika bahan bakar yang akan di gunakan hsd pstikan pressure 6 bar – 7 bar pada temperature 30 °C - 45 °C dan viscosity 3,5 cst – 6 cst
- Patikan valve inlet dan outlet modul booster (mixing tank, heater, viscosity control, filter, phe, dan damping tank) keadaan terbuka
- Setelah di pastikan semua auxiliary sesuai dengan SOP, tekan tombol request start tunggu sampai lampu indikasi berwarna hijau
- Posisikan fuel limiter pada 50 %
- Tekan dan tahan tombol start pada panel sampai pembacaan speed mencapai 120 rpm dan lepas tombol start
- Atur tuas fuel limiter secara perlahan sampai speed nominal 420 rpm
- Proses sinkron akan dimulai sara otomatis setelah speed engine tercapai dan menyamakan frekuensi dan tegangan
- Kemudian set load sesuai permintaan kemudian monitoring dan pengambilan data.



Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL

Proses Pengoprasian Mesin Diesel

Proses pengoprasian di lakukan dengan menggunakan bahan bakar Solar dan Marine fuel oil (MFO), setiap bahan bakar dilakukan pengetesan selama 4 jam tanpa henti dengan pola pembebanan persatu jam dari 25%,50%,75%, dan beban maximal di 100%. Selama pengoprasian dilakukan pengambilan data terhadap setiap 30 menit :

- Unit yang di operasikan dan data kinerja mesin pada parameter operasi mesin seperti temperature oli, exhaust temperature, cooling water temperature, dan flow bahan bakar dan yang terbaca di panel auxiliary.
- pengambilan data bahan bakar menggunakan flowmeter yang terpasang di line input bahan bakar.
- Pengambilan data KWH menggunakan kwh meter substandard yang terpasang di panel kwh meter groos.
- sample bahan bakar yang digunakan hsd dan mfo
- data yang didapat di gunakan sebagai dasar perhitungan

Data Teknis Solar

No	Properties	Limit	
		Min	Max
1.	Sulphur content % wt	-	0.5
2.	Specific Gravity at 60/60°F	0.82	0.87
3.	Cetane Number	45	48
4.	Viscosity Kinematic at cSt	1.6	5.8
5.	Sulphur Content % wt	-	0.5
6.	Lhv kj/kg	42.200	-
7.	Water content % vol	-	0.05
8.	Density kg/m3	0.845	-
9.	Flash point P. M. c. c. °F	150	-

Tabel 1 Tabel spesifikasi solar

Data teknis Marine Fuel Diesel (MFO)

No	Properties	Limit	
		Min	Max
1.	Sulphur content % wt	-	0.5
2.	Specific Gravity at 60/60°F	0.90	0.84
3.	Cetane Number	45	-
4.	Viscosity Kinematic at cSt mm ² /s	2.0	5.0
5.	Sulphur Content % m/m	-	0.35
6.	Lhv kg/m ³	40.888	-
7.	Water content % vol mg/kg	-	500
8.	Density kj/kg	0,991	-
9.	Flash point P. M. c. c. °F	167	183

Tabel 2. Mfo (Marine Fuel Diesel)

Adapun hasil test performance sebagai berikut
 Tes performance menggunakan solar
 Produksi Enegi Listrik

No	Uraian	Load 100%	Load 75%	Load 50%	Load 25%	Satuan
1	kWh Produksi Bruto	35.305,00	27.044,00	17,712.00	8.856,00	kWh
2	kWh Produksi After Travo	34.304,00	26.836,00	17,078.00	8.539,00	kWh
3	kWh Auxiliary	802,00	804,00	773,00	743,00	kWh
4	Total kWh Netto	34.503,00	26.240,00	16.939,00	8.113,00	kWh

Bahan Bakar Minyak

No	Uraian	Load 100%	Load 75%	Load 50%	Load 25%	Satuan
1	Flowmeter Supply	13.512,80	12.048,90	10.887,00	10.027,00	Liter/h
2	Flowmeter Return	5.320,80	5.985,80	6.623,80	7.621,80	Liter/h
3	Fuel Oil Leakage	62,00	60,00	52,00	50,00	Liter/h
4	Pilot oil Consumption	100,80	83,16	79,49	75,09	Liter/h
5	Total pemakaian BBM	8,23	6,08	4,29	2,43	m ³ /h

Specific Fuel Oil Consumption

No	Uraian	Load 100%	Load 75%	Load 50%	Load 25%	Satuan
1	SF Brutto	0,233	0,225	0,242	0,274	Liter/kWh
2	SFC Netto	0,239	0,232	0,253	0,300	Liter/kWh

Heat Rate

No	Uraian	Load 100%	Load 75%	Load 50%	Load 25%	Satuan
1	Gross Heat Rate Generator	8.313,33	8.025,07	8.638,31	9.785,65	KJ/kWh
2	Nett Heat Rate Generator	8.506,57	8.270,96	9.032,51	10.681,83	KJ/kWh
3	Density	0,845				kg/m ³
4	LHV	42.200				KJ/Kg

Tabel 3 Performance Test Solar

Tes performance menggunakan Marine Fuel Oil (MFO) Produksi Energi Listrik

No	Uraian	Load 100%	Load 75%	Load 50%	Load 25%	Satuan
1	kWh Produksi Bruto	35.601,00	27.321,00	17.805,00	8.902,50	kWh
2	kWh Produksi After Travo	34.381,00	26.518,00	12.007,00	6.003,50	kWh
3	kWh Auxiliary	807,00	804,00	804,00	801,00	kWh
4	Total kWh Netto	34.794,00	26.517,00	17.001,00	8.101,50	kWh

Bahan Bakar Minyak

No	Uraian	Load 100%	Load 75%	Load 50%	Load 25%	Satuan
1	Flowmeter Supply	13.621,00	12.265,00	10.967,00	9.553,00	Liter/h
2	Flowmeter Return	5.397,00	6.019,00	6.651,00	7.293,00	Liter/h
3	Fuel Oil Leakage	49,66	49,81	43,22	40,02	Liter/h
4	Pilot oil Consumption	100,30	85,71	81,69	79,60	Liter/h
5	Total pemakaian BBM	8,27	6,28	4,35	2,29	m ³ /h

Specific Fuel Oil Consumption

No	Uraian	Load 100%	Load 75%	Load 50%	Load 25%	Satuan
1	SF Brutto	0,232	0,230	0,245	0,258	Liter/kWh
2	SFC Netto	0,238	0,237	0,256	0,284	Liter/kWh

Heat Rate

No	Uraian	Load 100%	Load 75%	Load 50%	Load 25%	Satuan
1	Gross Heat Rate Generator	9.417,95	9.316,74	9.909,75	10.466,61	KJ/kWh
2	Nett Heat Rate Generator	9.636,39	9.599,22	10.378,40	11.501,45	KJ/kWh
3	Density	0,991				Kg/m ³
4	LHV	40.888				KJ/Kg

Tabel 4 Performance Test MFO

4. PEMBAHASAN

Efisiensi menggunakan pola pembebanan (kwh) dan sfc yang dihasilkan pada masing masing bahan bakar :

- Beban 25% Selama 1 Jam
- Beban 50% Selama 1 Jam
- Beban 75 % Selama 1 Jam
- Beban 100% Selama 1 Jam

Pembebanan mesin menggunakan bahan bakar Solar

Beban 25%

$$\begin{aligned}
 - P_{in} &= \rho \cdot Q \cdot LHV \\
 &= 0,845 \text{ kg/m}^3 \cdot 2,43 \text{ m}^3/\text{Jam} \cdot 42.200 \text{ kj/kg} \\
 &= 86.651,37 \text{ kj/jam} \\
 &= 86.651,37 \text{ kj/jam} / 3.600 \\
 &= 24,069 \text{ kw} \\
 \eta &= Q_{out}/Q_{in} \times 100\% \\
 \eta &= 2,25 \cdot 24,069 \times 100\% \\
 &= 0,09 \times 100\% \\
 &= 9\%
 \end{aligned}$$

Beban 50%

$$- P_{in} = \rho \cdot Q \cdot LHV$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,845 \text{ kg/m}^3 \cdot 4,29 \text{ m}^3/\text{Jam} \cdot 42.200 \text{ kJ/kg} \\
 &= 152.977,11 \text{ kJ/jam} \\
 &= 152.977,11 \text{ kJ/jam} / 3.600 \\
 &= 42,493 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta &= Q_{out}/Q_{in} \times 100\% \\
 \eta &= 4,70 \cdot 42,493 \times 100\% \\
 &= 0,11 \times 100\% \\
 &= 11\%
 \end{aligned}$$

Beban 75%

$$\begin{aligned}
 - P_{In} &= \rho \cdot Q \cdot LHV \\
 &= 0,845 \text{ kg/m}^3 \cdot 6,08 \text{ m}^3/\text{Jam} \cdot 42.200 \text{ kJ/kg} \\
 &= 216.806,72 \text{ kJ/jam} \\
 &= 216.806,72 \text{ kJ/jam} / 3.600 \\
 &= 60,224 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta &= Q_{out}/Q_{in} \times 100\% \\
 \eta &= 7,28 \cdot 60,224 \times 100\% \\
 &= 0,12 \times 100\% \\
 &= 12\%
 \end{aligned}$$

Beban 100%

$$\begin{aligned}
 - P_{In} &= \rho \cdot Q \cdot LHV \\
 &= 0,845 \text{ kg/m}^3 \cdot 8,23 \text{ m}^3/\text{Jam} \cdot 42.200 \text{ kJ/kg} \\
 &= 293.473,57 \text{ kJ/jam} \\
 &= 293.473,57 \text{ kJ/jam} / 3.600 \\
 &= 81,52 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta &= Q_{out}/Q_{in} \times 100\% \\
 \eta &= 9,58 \cdot 81,52 \times 100\% \\
 &= 0,11 \times 100\% \\
 &= 11\%
 \end{aligned}$$

Pembebanan mesin menggunakan bahan bakar mfo

Beban 25%

$$\begin{aligned}
 - P_{In} &= \rho \cdot Q \cdot LHV \\
 &= 0,991 \text{ kg/m}^3 \cdot 2,29 \text{ m}^3/\text{Jam} \cdot 40.888 \text{ kJ/kg} \\
 &= 92.790,81 \text{ kJ/jam} \\
 &= 92.790,81 \text{ kJ/jam} / 3.600 \\
 &= 25,77 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta &= Q_{out}/Q_{in} \times 100\% \\
 \eta &= 2,25 \cdot 25,77 \times 100\% \\
 &= 0,08 \times 100\% \\
 &= 8\%
 \end{aligned}$$

Beban 50%

$$\begin{aligned}
 - P_{In} &= \rho \cdot Q \cdot LHV \\
 &= 0,991 \text{ kg/m}^3 \cdot 4,34 \text{ m}^3/\text{Jam} \cdot 40.888 \text{ kJ/kg} \\
 &= 175.856,83 \text{ kJ/jam} \\
 &= 175.856,83 \text{ kJ/jam} / 3.600 \\
 &= 48,84 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta &= Q_{out}/Q_{in} \times 100\% \\
 \eta &= 4,72 \cdot 48,84 \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 0.09 \times 100\%$$

$$= 9 \%$$

Beban 75%

$$- P_{In} = \rho \cdot Q \cdot LHV$$

$$= 0.991 \text{ kg/m}^3 \cdot 6.28 \text{ m}^3/\text{Jam} \cdot 40.888 \text{ kJ/kg}$$

$$= 254.465.65 \text{ kJ/jam}$$

$$= 254.465.65 \text{ kJ/jam} / 3.600$$

$$= 70.68 \text{ kw}$$

$$\eta = Q_{out} / Q_{in} \times 100\%$$

$$\eta = 7.33 \cdot 70.68 \times 100\%$$

$$= 0.10 \times 100\%$$

$$= 10 \%$$

Beban 100%

$$- P_{In} = \rho \cdot Q \cdot LHV$$

$$= 0.991 \text{ kg/m}^3 \cdot 8.27 \text{ m}^3/\text{Jam} \cdot 40.888 \text{ kJ/kg}$$

$$= 335.100.46 \text{ kJ/jam}$$

$$= 335.100.46 \text{ kJ/jam} / 3.600$$

$$= 93.083 \text{ kw}$$

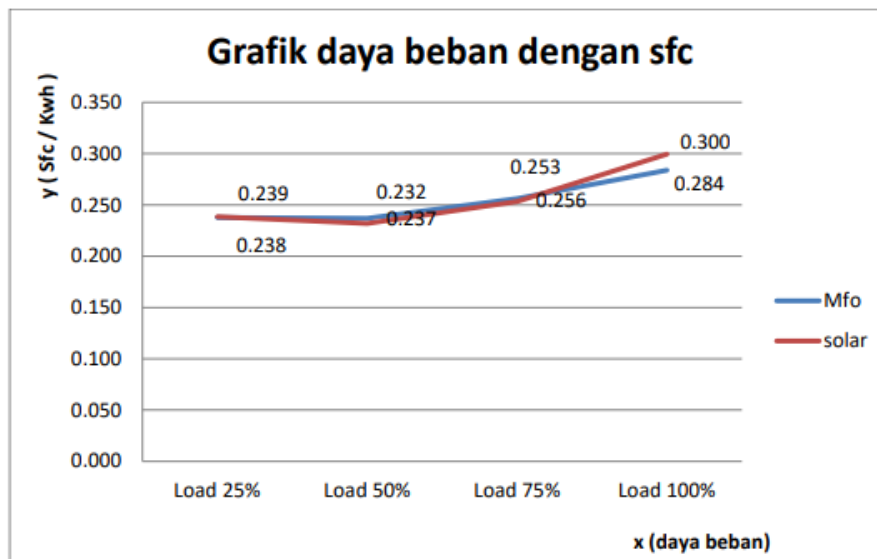
$$\eta = Q_{out} / Q_{in} \times 100\%$$

$$\eta = 9.66 \cdot 93.083 \times 100\%$$

$$= 0.10 \times 100\%$$

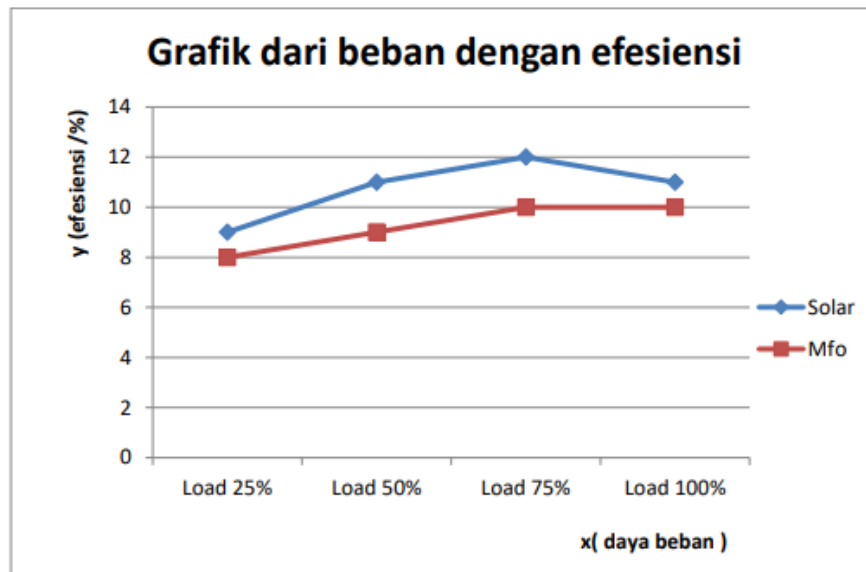
$$= 10 \%$$

Grafik



Gambar 5 Grafik daya beban dengan Sfc

Dari gambar 4.5 di atas terlihat beban rendah di load 25% sedangkan Sfc nya 0,239 liter / kwh, beban bertambah di 50% Sfc mengalami penurunan di 0,232 , dan kenaikan sfc di load 75% dan 100% hingga 0.293 baik solar maupun Mfo. Hal ini di sebabkan nilai kalor yang berbeda (heating value) peningkatan konsumsi bahan bakar yang bertujuan untuk menaikkan daya.



Gambar 6 Grafik beban dan efesiensi

Dari gambar 4.6 di atas bisa di lihat grafik efesiensi solar dan mfo mempunyai nilai efesiensi yang relative berbeda pada tingkat daya efesiensi penggunaan bahan bakar. Hal ini di sebabkan semakin besar daya atau beban yang di hasilkan seemakin tinggi temperature pembakaran di ruang bakar.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian maka di dapat data dari beberapa variasi pembebanan pada mesin yang berbeda-beda yaitu beban minimal hingga pembebanan maksimal menunjukan perbedaan efesiensi dan konsumsi bahan bakar , dari setiap pengujian di dapat data Pengujian pada variable beban seperti yang terdapat pada tabel 4.1 dan 4.2. serta efesiensi pada setiap pola pembebanan sebagi berikut :

- Solar
 - Beban 25 % $\eta = 9$ %
 - Beban 50 % $\eta = 11$ %
 - Beban 75 % $\eta = 12$ %
 - Beban 100 % $\eta = 11$ %
- Mfo
 - Beban 25 % $\eta = 8$ %
 - Beban 50 % $\eta = 9$ %
 - Beban 75 % $\eta = 10$ %
 - Beban 100 % $\eta = 10$ %

Hasil perhitungan parameter kerja mesin diesel bahan bakar solar dan mfo menunjukan daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) pada mfo nilai sfc nya antara lain 0,238 0,237 0,256 dan 0,284 .Terlihat bahwa penggunaan bahan bakar lebih besar saat menggunakan bahan bakar solar di bandingkan menggunakan bahan bakar mfo. Penggunaan bkar solar lebih baik dari segi

efisiensi di bandingkan dengan bahan bakar mfo akan tetapi dari segi harga mfo jauh lebih murah.

REFERENSI

- Affandi, A., Umurani, K., & Siregar, C. A. P. (2020). Perancangan Mesin Pengaduk Bumbu Kripik Ubi Untuk Peningkatan Produksi Industri Rumah Tangga Di Desa Sidodadi Ramunia Kecamatan Beringin. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 123-128.
- Gunawan, F. E. et al. 2019. a study of sensitivity of the fuel consumption. *Procedia computer science*.
- Eko julianto .2020. analisis Pengruh putaran mesin pada efesiensi bahan bakar, Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Gunawan, S., Hasan, H., & Lubis, R. D. W. (2020). Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 38-47.
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Harahap, P., Damanik, W. S., Siregar, R. S., Siregar, M. A., ... & Batubara, S. S. (2020). Pelatihan Penggunaan Sensor HMC 5883L Sebagai Petunjuk Arah Kiblat Sumatera Utara. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 229-237.
- Lubis, S. (2018). Analisa Tegangan Keluaran Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif. *RELE: Rekayasa Elektrikal dan Energi Jurnal Teknik Elektro* <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE>.
- Lubis, S. (2019). Analisis Pengaruh Besar Gesekan Terhadap Tegangan Thermal Pada Sepatu Rem Mobil Ketebalan 8 mm Menggunakan Perangkat Lunak Msc. Nastran V. 9. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 44-53.
- Lubis, S., Siregar, I., & Siregar, A. M. (2020). Karakteristik Unjuk Kerja 2 Pompa Sentrifugal Dengan Susunan Seri Sebagai Turbin Pat. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(2), 85-92.
- Nasution, A. R., Affandi, A., & Fuadi, Z. (2020). Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 16-22.
- Rahmatullah, R., Umurani, K., & Siregar, M. A. (2021). Pengembangan Lintasan Pahat Pada Pengefraisan "Umsu" Menggunakan Cnc Tu-3a. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 8-15.
- Rohana, R., & Zulfikar, Z. (2018). OPTIMALISASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS DAYA LISTRIK. *Kumpulan Penelitian dan Pengabdian Dosen*, 1(1).
- Siregar, M. A. (2020). Pengaruh Variasi Sudut Keluar Impeler Terhadap Performance Pompa Sentrifugal. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(2), 166-174.
- Siregar, M. A., & Riawansyah, R. (2018). Simulasi Perpindahan Panas Pada Heater Injection Molding Menggunakan Software Solidworks. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 1(1), 39-46.
- Siregar, A. M., & Siregar, C. A. (2019). Rekayasa Saluran Gas Buang Sepeda Motor Guna Mengurangi Pencemaran Udara. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 171-179.
- Suroso, B., & Prayogi, D. (2019). Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle Dan Kedalaman Penggerindaan Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St 37 Menggunakan Mesin Bubut Bergerinda. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 24-33.
- Suroso, B., & Rajali, R. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 74-83.
- Syukran dan suryadi .2007 . Estimasi penghematan biaya operasi PLTU dengan cara penggantian bahan bakar jurnal teknik mesin.

- Tanjung, I., Affandi, A., Huzni, S., & Fonna, S. (2020). Investigasi pengaruh jumlah elemen anoda terhadap distribusi potensial korosi pada beton bertulang menggunakan BEM 3D. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 57-64.
- Umurani, K., Nasution, A. R., & Irwansyah, D. (2021). Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat Dengan Rusuk V 90 Derajat. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 37-46.