

Analisis Pemakaian Bahan Bakar Solar (HSD) dan Biosolar (B20) Terhadap Performance Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) Kastela

Moh Almin Wahid¹, Iwan Gunawan², M. Fadly Hi. Abbas³
Universitas Khairun, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Indonesia
mind.kit87@gmail.com

Abstract

Minyak solar adalah suatu produk destilasi minyak bumi yang khusus digunakan untuk bahan bakar mesin Compression Ignition (udara yang dikompresi menimbulkan tekanan dan panas tinggi sehingga membakar solar yang disemprotkan (injektor) dan di Indonesia minyak solar ditetapkan dalam Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 978.K/10/DJM.S/2013. Biodiesel atau biosolar adalah jenis bahan bakar alternatif yang terbuat dari minyak nabati yang berasal dari berbagai jenis biji-bijian. Tujuan utama pengembangan biodiesel ini adalah untuk mensubstitusi bahan bakar fosil yang suatu saat akan habis dan menciptakan energi hijau (green fuel) yang ramah lingkungan dan peduli terhadap lingkungan.

Penelitian ini menggunakan dua bahan bakar. Yaitu bahan bakar Solar dan biosolar (B20). Proses performance test masing – masing jenis bahan bakar dilakukan selama 2 jam pada beban 7500 kW (75%) selama 1 jam dan 9680 kW (100%) selama 1 jam setelah itu dilakukan pengambilan data produksi kWh, pemakaian bahan bakar, Pengambilan data emisi gas buang pada sistem pemantauan emisi kontinue (CEMS). Hal ini dilakukan untuk mengetahui tekanan efektif rata-rata (mep), pemakaian bahan bakar spesifik (SFC), efisiensi thermal dan emisi yang dihasilkan.

Hasil pengujian performance mesin menunjukkan bahwa tekanan efektif rata-rata tidak berbeda yaitu pada beban 75% selisih 0,132 bar dan beban 100% selisih 0,132 bar, perbedaan yang cukup signifikan terjadi pada pemakaian bahan bakar spesifik (SFC) menunjukkan perbedaan yaitu pada beban 75% selisih 0,0088 kg/kW dan pada beban 100% selisih 0,0084 kg/kW, untuk efisiensi thermal juga menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan yaitu pada beban 75% selisih 2,75 % dan beban 100% selisih 2,69 %. Sedangkan hasil emisi gas buang yang dihasilkan menunjukkan bahan bakar B20 lebih tinggi dari bahan bakar Solar namun masih masuk dalam nilai parameter baku mutu emisi yang diijinkan sehingga masih dalam parameter aman terhadap lingkungan sekitar.

Kata kunci: Bahan bakar, Mesin Diesel, Solar, biosolar (B20)

PENDAHULUAN

Berkembang pesatnya ilmu pengetahuan dan Kebutuhan energi listrik merupakan kebutuhan primer manusia saat ini, kebutuhan listrik hampir menjadi kebutuhan baik dari kalangan industri, perkantoran, maupun masyarakat umum.

Program pembangunan pembangkit listrik 35.000 Megawatt (MW) merupakan program strategis pemerintahan pusat untuk mendukung pembangunan infrastruktur dan pertumbuhan ekonomi nasional. Termasuk juga Kota Ternate dengan adanya perkembangan penduduk serta peningkatan konsumsi tenaga listrik dibangun pembangkit listrik PLTMG MPP Ternate dengan kapasitas 30 MW yang berlokasi di kecamatan Pulau Ternate kelurahan Kastela.

Di awal operasionalnya pada bulan maret 2018 PLTMG Kastela beroperasi menggunakan Bahan bakar jenis solar (HSD), namun berdasarkan Permen ESDM No.12 Tahun 2015 Tentang penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata niaga Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai bahan bakar lain serta ketersediaan BBM yang di supply dari PT. Pertamina TBBM Ternate, maka mulai November 2018 operasional

PLTMG beralih menggunakan bahan bakar Biosolar (B20). Sedangkan untuk penggunaan bahan bakar LNG sedang dalam proses pengembangan sarana peralatannya. BBM B-20 merupakan pencampuran bahan bakar solar 80% dengan Fatty Acid Methyl Eter (FAME) / Nabati 20%.

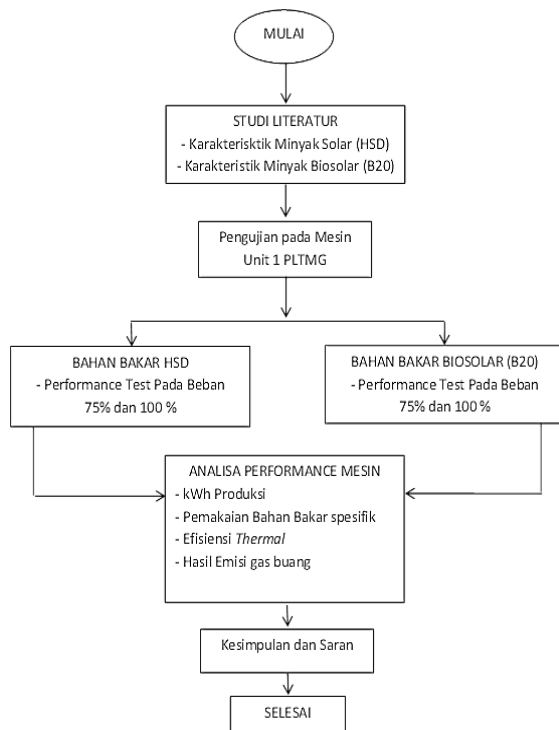
URAIAN PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Pembangkit Listrik tenaga Mesin dan Gas (PLTMG) Kastela. Dilakukan pada saat proses performance test menggunakan BBM HSD dan juga menggunakan BBM Biosolar (B20). Pengujian dilakukan pada mesin unit 1 type 20V34DF. Mesin saat pengujian di beban 7500 kW (75%) selama 1 jam dan 9680 kW (100%) selama 1 jam. Untuk tahap pengujian pertama dilakukan menggunakan jenis BBM HSD dan untuk pengujian kedua menggunakan BBM B20. Pengambilan data pada sistem pemantauan emisi kontinue (CEMS) yang beracuan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.15/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 TENTANG BAKU MUTU EMISI PEMBANGKIT LISTRIK THERMAL.

Setelah dilakukan performance test dilakukan perhitungan untuk mengetahui tekanan efektif rata-rata (mep), pemakaian bahan bakar spesifik (SFC), efisiensi thermal dan emisi yang dihasilkan.

MESIN	
Jenis Mesin	W20V34DF
Jumlah silinder	20
Lubang bor silinder	340 mm
Langkah	400 mm
Putaran	750 rpm
Output ternilai	10.000 kW
Voltase Utama	400 V ; 50 Hz
Voltase Sekunder	24 VDC
Jenis Karter Oli	Basah
Arah Putaran	Searah Jarum Jam
GENERATOR	
Jenis Generator	AMG 1120 LT08 DSE
Output	12.225 kVA
Faktor Daya	0,8
Voltase	11.000 V
Arus	642 A
Frekuensi	50 Hz
Daya pemanas anti Kondensasi	1,6 kW

Gambar 1 Spesifikasi Mesin Wartsila 20V34DF



Gambar 2 Diagram alir penelitian

HUBUNGAN MATEMATIS

Berbagai persamaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tekanan efektif rata-rata (mep) , (ρ_{me})

$$\rho_{me} = \frac{P}{0,655.D^2.S.N} \quad (1)$$

$$P = \frac{P.gen}{Pf}$$

Dimana :

- ρ_{me} = Tekanan efektif rata-rata (bar)
- P = Power output mesin (kW)
- P.gen = Power output generator (kW)
- Pf = Power Faktor
- D = Diameter piston (mm)
- S = stroke (mm)
- N = engine speed (rpm)

Konsumsi Bahan Bakar atau SFC (*Specific Fuel Consumption*)

$$Sfc = \frac{m.f}{wb} \quad (2)$$

Dimana :

- SFC = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kwh)
- m.f = Massa bahan bakar (kg)
- Wb = daya output mesin (kW)

Efisiensi Thermal

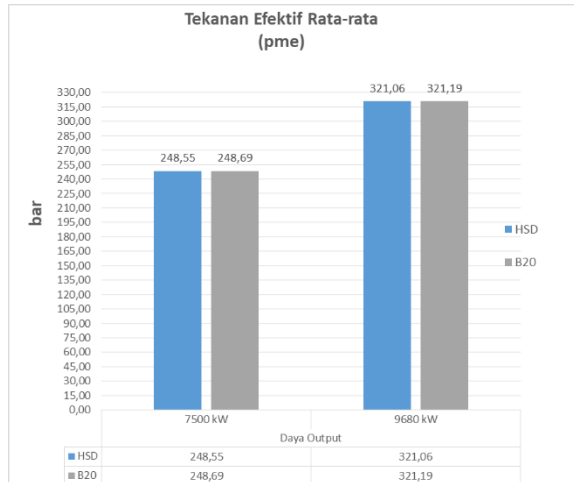
$$\eta_b = \frac{P}{m.f.CV} .3600 \quad (3)$$

Dimana :

- P = Power output (kW)
- η_b = efisiensi thermal
- CV = nilai kalor bahan bakar (kj/kg)
- m.f = Massa bahan bakar (kg)

PEMBAHASAN

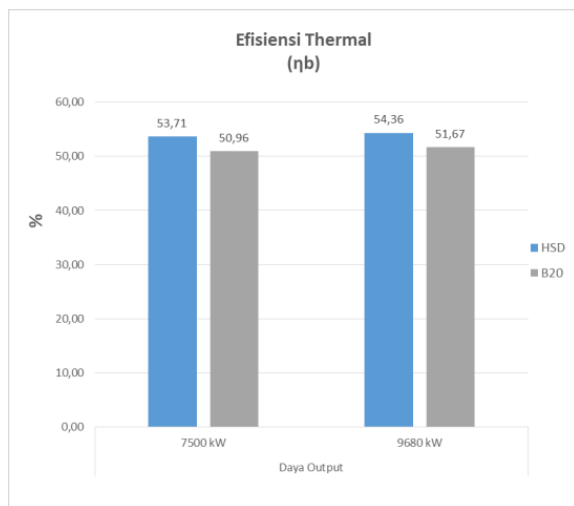
Grafik Perbandingan Performance Mesin Wartsila 20V34DF menggunakan BBM Solar dengan Bahan bakar B20 terhadap tekanan Efektif Rata-rata :



Gambar 3 Grafik Performance terhadap tekanan Efektif Rata-rata

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa semakin bertambahnya beban (daya output) yang diberikan , maka akan terjadi peningkatan tekanan efektif rata-rata (pme) pada tiap silinder. Besarnya tekanan efektif rata-rata menunjukkan tidak terlalu berbeda signifikan pada jenis solar dengan B20.

Grafik Perbandingan Performance Mesin Wartsila 20V34DF menggunakan Bahan bakar Solar dengan Bahan bakar B20 terhadap Komsumsi Bahan Bakar (SFC) :

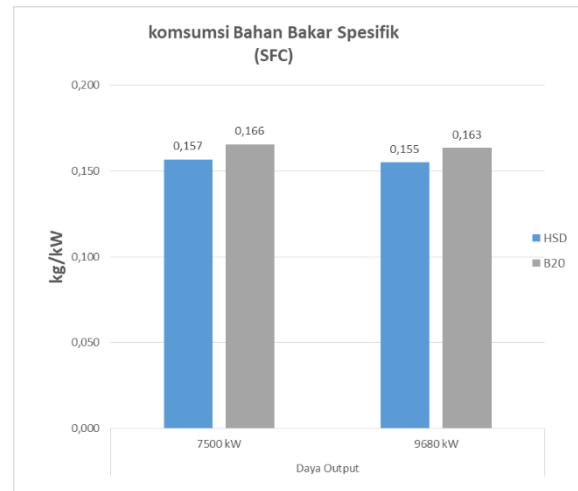


Gambar 4 Grafik Performance Mesin terhadap SFC terhadap laju perpindahan panas, (Q)

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa semakin bertambahnya beban (daya output) yang diberikan , maka konsumsi bahan bakar (SFC) lebih

efisien. Namun besarnya konsumsi bahan bakar menunjukkan perbedaan yang signifikan pada jenis Biosolar (B20) lebih tinggi dibandingkan menggunakan Solar. Hal ini disebabkan nilai kalor bahan bakar pada hasil laboratorium untuk bahan bakar Biosolar (B20) lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar Solar.

Grafik Perbandingan Performance Mesin Wartsila 20V34DF menggunakan BBM Solar dengan Bahan bakar B20 terhadap Efisiensi Thermal Mesin Diesel :



Gambar 5 Grafik Performance Mesin terhadap Efisiensi Thermal

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa semakin bertambahnya beban (daya output) yang diberikan , maka efisiensi thermal (η_b) persentasenya lebih besar. Namun besarnya efisiensi thermal (η_b) menunjukkan perbedaan yang signifikan pada jenis Solar persentasenya lebih besar dibandingkan menggunakan Biosolar (B20). Hal ini disebabkan nilai kalor bahan bakar (LHV) pada hasil laboratorium untuk bahan bakar solar lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar Biosolar (B20).

Hasil Emisi gas buang berdasarkan data yang diambil pada CEMS Mesin Wartsila 20V34DF dengan menggunakan bahan bakar Solar pada beban 75% dan 100 % :

No	Parameter	Kadar Maksimum			Hasil Pengukuran
		Minyak (mg/Nm ³)	Gas (Dual Fuel) (mg/Nm ³)	Gas (Single Fuel) (mg/Nm ³)	
1	Sulfur Dioksida (SO ₂)	300	150	150	1.3
2	Nitrogen Oksida (NO _x)	1500	400	200	1141.1
3	Karbon Monoksida (CO)	250	220	220	108.7
4	Partikulat (PM)	30	30	30	0

Tabel 1. Hasil pengukuran Baku Mutu Emisi Mesin 1 beban 75% dan 100 %

Berdasarkan tabel hasil pengukuran rata-rata beban 75 % dan 100 % diatas menunjukkan bahwa emisi yang dihasilkan oleh Mesin Unit 1 menggunakan bahan bakar solar dalam kadar baku mutu yang di ijinakan sehingga masih dalam parameter aman terhadap lingkungan sekitar.

Component	NOx (ppm)	SO2 (ppm)	O2 (vol. %)	CO (ppm)	Opacity (%)	NOx Corrected (mg/Nm³)	CO Corrected (mg/Nm³)	SO2 Corrected (mg/Nm³)	Engine Load (%)
Nov 21, 09:00 PM	623.3	0.2	13.87	89.9	36.44	1028.0 LFD	93.7 LFD	0.29 LFD	75.2
Minimum	520.0	0.2	13.34	82.9	7.66	1004.5	92.4	0.29	75.2
Maximum	696.1	6.5	15.35	94.8	34.59	1277.7	125.0	2.31	97.2
Average	566.0	0.4	15.15	87.2	19.15	1141.1	108.7	1.3	89.2
Valid Records	519	698	519	519	701	519	519	519	720
Over ELV	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operating Time	29.02:00:00	29.02:00:00	29.02:00:00	29.02:00:00	29.05:00:00	29.02:00:00	29.02:00:00	29.02:00:00	30.00:00:00
Data Availability	74.36 %	100.00 %	74.36 %	74.36 %	100.00 %	74.36 %	74.36 %	74.36 %	100.00 %

Gambar 5 Emisi Gas buang Mesin 1 beban 75 % dan 100 %

Hasil Emisi gas buang berdasarkan data yang diambil pada CEMS Mesin Wartsila 20V34DF dengan menggunakan bahan bakar B20 pada beban 75% dan 100 % :

No	Parameter	Kadar Maksimum			Hasil Pengukuran
		Minyak (mg/N m³)	Gas (Dual Fuel) (mg/Nm³)	Gas (Single Fuel) (mg/Nm³)	Minyak (mg/Nm³)
1	Sulfur Dioksida (SO ₂)	300	150	150	12.78
2	Nitrogen Oksida (NO _x)	1500	400	200	1287.1
3	Karbon Monoksida (CO)	250	220	220	140.9
4	Partikulat (PM)	30	30	30	0

Tabel 2. Hasil pengukuran Baku Mutu Emisi Mesin 1 beban 75% dan 100 %

Berdasarkan tabel hasil pengukuran rata-rata beban 75 % dan 100 % diatas menunjukkan bahwa emisi yang dihasilkan oleh Mesin Unit 1 menggunakan bahan bakar B20 dalam kadar baku mutu yang di ijinakan sehingga masih dalam parameter aman terhadap lingkungan sekitar.

Component	NOx (ppm)	SO2 (ppm)	O2 (vol. %)	CO (ppm)	Opacity (%)	NOx Corrected (mg/Nm³)	CO Corrected (mg/Nm³)	SO2 Corrected (mg/Nm³)	Engine Load (%)
Nov 26,09:00 PM	520.3	0.0	16.19	83.1	8.77	1225.8 LFD	119.2 LFD	0.00	75.3
Minimum	519.4	0.0	11.56	82.9	0.01	1161.8	114.2	0.00	75.3
Maximum	1059.1	13.5	16.40	200.8	30.10	1412.4	167.6	27.57	97.2
Average	756.0	6.6	14.31	123.4	4.29	1287.1	140.9	12.78	86.4
Valid Records	152	152	152	152	155	152	152	152	744
Over ELV	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operating Time	6.08:00:00	6.08:00:00	6.08:00:00	6.08:00:00	6.11:00:00	6.08:00:00	6.08:00:00	6.08:00:00	31.00:00:00
Data Availability	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %

Gambar 6 Emisi Gas buang Mesin 1 beban 75 % dan 100 %

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan maka dapat disimpulkan:

1. Perbandingan *performance* mesin menggunakan Bahan bakar Solar dengan bahan bakar B20 terhadap tekanan efektif rata-rata menunjukkan tidak berbeda yaitu pada beban 75% selisih 0,132 bar dan beban 100% selisih 0,132 bar
2. Perbandingan *performance* mesin menggunakan Bahan bakar Solar dengan bahan bakar B20 terhadap pemakaian bahan bakar spesifik (SFC) menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan yaitu pada beban 75% selisih 0,0088 kg/kW dan pada beban 100% selisih 0,0084 kg/kW.
3. Perbandingan *performance* mesin menggunakan Bahan bakar Solar dengan bahan bakar B20 terhadap efisiensi thermal menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan yaitu pada beban 75% selisih 2,75 % dan beban 100% selisih 2,69 %.
4. Hasil emisi gas buang yang dihasilkan menunjukkan bahwa kandungan Emisi yang dihasilkan oleh Bahan bakar B20 lebih tinggi dari bahan bakar Solar namun masih masuk dalam nilai parameter baku mutu emisi yang diijinkan sehingga masih dalam parameter aman terhadap lingkungan sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Setiadi. 2008. *Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah dan Solar Didalam Mesin Diesel*. Vol 18
2. Setiawan, Andi.2014. Jurnal. *Analisa Performansi Pada Mobil Toyota Fortuner Mesin Diesel Tipe 2KD-FTV VN Turbo Intercooler*. Volume 10,No 2 September
3. Pusdiklat PLN. 2014. *Mesin Diesel*. Udiklat Makassar
4. Wartsila34DF. *Handout.2016. Engine W34DF Operation Advanced*
5. Waluyo, Agus, dkk. 2017. *Analisis perbandingan penggunaan bahan bakar solar dan biodiesel b20 terhadap performansi engine volvo d9b 380 Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah dan Solar Didalam Mesin Diesel*.
6. Pertamina. 2018. *Workshop Quality Product Konsumen Industri*. Merauke

7. Tomadi, Muhlis. 2018. *Analisis Perbandingan Pemakaian Minyak Diesel Dan Biodiesel Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel*. Skripsi Mahasiswa Fakultas teknik Mesin universitas Khairun.
8. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/54667/chapterII.pdf> Bab II Tinjauan Pustaka 2.1 minyak Solar