

## EVALUASI UNJUK KERJA MESIN DIESEL CUMMINS KTA50 G3 SEBAGAI PENGGERAK GENERATOR DI PPSDM MIGAS CEPU

Risa Masrizah<sup>1\*</sup>, Hafid Suharyadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No.38, Cepu, 58315

\*E-mail: risamasrizah2@gmail.com

### ABSTRAK

Mesin diesel Cummins KTA50 G3 merupakan salah satu jenis mesin diesel yang ada di PPSDM Migas Cepu yang berfungsi sebagai penggerak generator. Dilihat dari waktu pengoperasiannya, maka kinerja dari mesin diesel dapat mengalami penurunan dari waktu ke waktu, karena mesin diesel ini beroperasi terus menerus maka kehandalan performanya perlu dijaga. Untuk menjaga performa dari mesin diesel ini agar selalu dalam kondisi baik, maka perlu dilakukan perawatan dan memantau kondisinya setiap saat untuk mengetahui kinerjanya. Untuk memantau kondisi dari mesin diesel tersebut perlu dilakukan evaluasi unjuk kerja dengan mengambil data operasi dan data design, kemudian melakukan perhitungan sehingga diperoleh data kinerja mesin diesel tersebut. Dengan perhitungan unjuk kerja mesin diesel dan data saat beroperasi, diperoleh efisiensi thermal sebesar 32,37 % hal ini mengidentifikasi Mesin Diesel Cummins KTA50 G3 masih dalam keadaan baik bila dibandingkan dengan efisiensi thermal design yang seharusnya berkisar 30-41%. Serta jika dilihat dari pemakaian bahan bakar spesifik 330 liter/jam dengan jumlah pemakaian bahan bakar sekarang adalah 179 liter/jam menunjukkan bahwa mesin diesel ini cukup irit. Namun perlu untuk selalu mengingat jam operasi mesin agar tidak melewati jam operasional yang seharusnya.

**Kata kunci:** Mesin Diesel, Evaluasi Unjuk Kerja, Efisiensi Thermal

### 1. PENDAHULUAN

Di PPSDM Migas Cepu dilengkapi dengan berbagai peralatan pendukung baik *rotating equipment* maupun *stationary equipment*. Diantara peralatan tersebut keberadaan mesin diesel sangat penting fungsinya untuk menyediakan kebutuhan listrik di PPSDM Migas, dikarenakan sangat pentingnya fungsi dari mesin diesel ini, serta jam kerja (*running hours*) yang harus mencapai 24000 jam operasi, maka dilakukan *overhaul* dan perlu dilakukan evaluasi unjuk kerja dari alat tersebut [1].

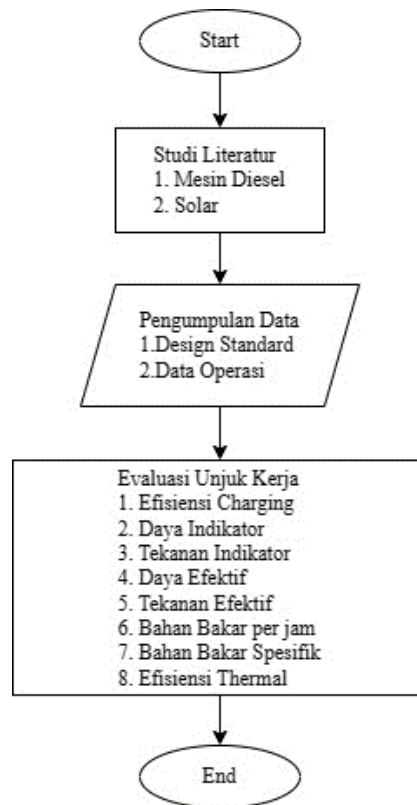
Mesin Diesel merupakan salah satu mesin jenis pembakaran dalam yang proses pembakaran atau sistem penyalaannya dilakukan dengan suhu atau hasil kompresi udara dalam silinder [2]. Kemudian bahan bakar disemprotkan kedalam ruang bakar bertekanan. Energi yang dihasilkan oleh mesin diesel diantaranya dapat digunakan untuk menggerakkan generator yang berfungsi untuk menghasilkan energi listrik. Energi listrik inilah yang akan digunakan untuk kebutuhan operasi pengolahan minyak dan gas di industri kilang lainnya [3].

Pentingnya pengawasan pada saat operasi mengenai parameter operasi mesin diesel harus diperhatikan secara berkala. Dilihat dari waktu pengoperasiannya, maka kinerja dari mesin diesel dapat mengalami penurunan dari waktu ke waktu, karena mesin diesel ini beroperasi terus menerus maka kehandalan performanya perlu dijaga [4]. Pada penelitian ini dilakukan evaluasi terhadap unjuk kerja mesin diesel guna memperoleh pemahaman terhadap pengoperasian dan kinerja mesin, meningkatkan efisiensi, daya efektif mesin dan pemakaian bahan bakar.

### 2. METODE

### A. Metode Kerja

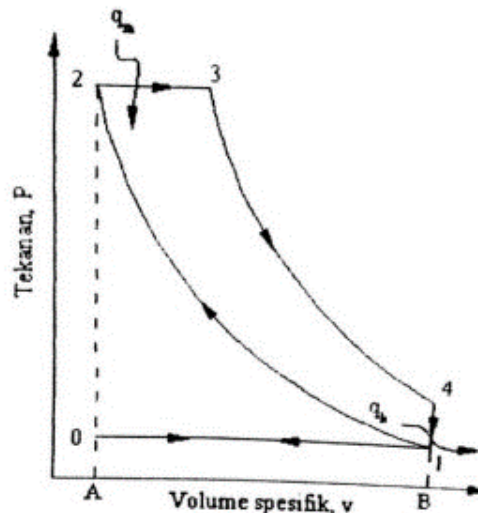
Penelitian dilakukan dalam periode waktu satu bulan selama pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan di PPSDM Migas Cepu. Alur metode penelitian dapat dilihat pada gambar 2 yang menunjukkan *flowchart* penelitian. Proses pengambilan data diperoleh dari studi literatur yaitu membaca manual book dari mesin diesel, studi lapangan yaitu pengenalan peralatan dan melakukan pengumpulan data operasi alat dilapangan dan memperoleh dokumen design standard mesin dari perusahaan.



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

### B. Diagram P-V Siklus Mesin Diesel

Proses ini sering terjadi dalam motor diesel 4 langkah, dimana proses pembakarannya menggunakan *Nozzle* dan proses pembakaran terjadi dengan volume tetap. Setiap proses yang dilakukan piston dalam silinder selalu menimbulkan perubahan tekanan (p) dan volume (v), diagram P-V dapat dilihat pada gambar 3 berikut [5]:



Gambar 3. Diagram P-V Siklus Mesin Diesel[6]

Keterangan :

1. Langkah Hisap (0 - 1) Torak bergerak dari TMA ke TMB, tekanan dalam silinder lebih rendah dari tekanan atmosfer. Volume udara yang masuk lebih besar meningkatkan densitas udara, yang penting untuk pembakaran efisien.
2. Langkah Kompresi (1 - 2) Piston bergerak dari TMB ke TMA, dimana volume semakin kecil, tekanan dan volume udara naik. Kompresi yang lebih tinggi meningkatkan efisiensi pembakaran karena suhu yang lebih tinggi.
3. Proses Pembakaran (2 - 3) Pada proses ini terjadi penyemprotan bahan bakar sehingga terjadi proses pembakaran dimana tekanan tetap dan volume udara naik. Efisiensi pembakaran berpengaruh langsung pada daya keluaran, pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan emisi yang lebih tinggi dan daya yang lebih rendah.
4. Langkah Ekspansi (3 - 4) Piston bergerak dari TMA ke TMB, kedua katup masih menutup, dimana tekanan turun dan volume udara naik.
5. Langkah Buang (4 - 1) dimana akan membuang sisa pembakaran yang belum keluar, piston bergerak TMA, katub buang tetap membuka tekanan dan volume udara berkurang. Efisiensi pembuangan gas sisa sangat penting, jika gas sisa tidak sepenuhnya dikeluarkan akan mengganggu siklus berikutnya, dan dapat mengurangi efisiensi.

### C. Data Penelitian

- **Data Spesifikasi Teknis Mesin Diesel, Data Spesifikasi Teknis Generator**  
 Spesifikasi mesin diesel memiliki informasi teknis tentang mesin diesel yang digunakan di PPSDM Migas Cepu. Mesin diesel yang dirancang untuk menghasilkan *brake power* yang lebih tinggi biasanya memiliki efisiensi thermal yang lebih baik. Tabel 1. menunjukkan spesifikasi teknis dari mesin diesel cummins KTA50 G3. Sedangkan Tabel 2 berisi data yang menunjukkan spesifikasi teknis dari generator 1030 kva.

Tabel 1. Data Spesifikasi Teknis Mesin Diesel Cummins KTA50 G3

Deskripsi	Spesifikasi
<i>Manufacture</i>	<i>Cummins</i>
<i>Type</i>	KTA50 G3

<i>Cycle</i>	4 Stroke
<i>Number /type of cylinder</i>	16 cylinder / V – type
<i>Engine displacement</i>	50 liter (3067 cu in)
<i>Brake power</i>	1635
<i>Serial number</i>	33139464
<i>Speed</i>	1800 rpm
<i>Bore x stroke</i>	159 mm x 159 mm (6.25 in x 6.25in)
<i>Compression ratio</i>	13.9 : 1
<i>Rotation</i>	Clockwise
<i>Firing order</i>	1R-1L-3R-3L-2R-2L-5R-4L-8R-8L-6R-6L2R-2L4R-4L
<i>Weight (dry)</i>	5.200 kg
<i>Fuel</i>	Solar
<i>Lubrication</i>	Sae 0

**Tabel 2. Spesifikasi Teknis Generator 1030 kva**

<b>Deskripsi</b>	<b>Spesifikasi</b>
Merek	NEWAGE STAMFORD
Type	X07H326534
Kapasitas	1030 kva
Voltas	400 Volt
Frekuensi	50 Hz
Phase	3
Power factor	0,8

- **Data Analisis Komposisi Bahan Bakar**

Komposisi bahan bakar mesin diesel *Cummins* KTA50 G3 menggunakan 100% solar (C16H30). Pemilihan bahan bakar solar untuk mesin diesel memberikan banyak keuntungan, mulai dari efisiensi pembakaran, penghematan biaya hingga dampak lingkungan yang lebih rendah [6]. Komposisi bahan bakar yang dipakai oleh mesin diesel *Cummins* KTA50 G3 dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

**Tabel 3. Parameter Bahan Bakar**

Komponen	Nilai
Nilai Kalor Bawah Bahan Bakar (QL)	18.225 BTU/lb
Volume Theoretical Air (a)	190,6 ft <sup>3</sup> /lb
Volume Spesifik Bahan Bakar (Vf)	1,7 ft <sup>3</sup> /lb

• **Data Operasional Motor Diesel Cummins KTA50 G3**

Berdasarkan pengamatan di lapangan pada tanggal 9 Maret 2023 pada beban 250 KW. Dari parameter diambil rata-rata nilai pada tanggal tersebut. Tabel 4 menunjukkan data operasi dari Mesin Diesel *Cummins* KTA50 G3, data ini menggunakan persamaan kinerja mesin, dimana kita dapat mengetahui data aktual mesin diesel saat ini dan membandingkannya dengan kondisi desain. Tekanan tinggi memungkinkan pembakaran yang lebih efisien dan pembentukan daya yang lebih besar, dan temperatur tinggi (dalam batas optimal) mendukung pembakaran yang lebih sempurna, meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi emisi[7].

**Tabel 4. Data Operasi Mesin Diesel Cummins KTA50 G3**

Parameter	Nilai
Putaran Mesin	1800 rpm
Tekanan Oli	59 psi
Temperatur Udara Luar (Ta)	31,8°C = 548,91°R
Temperatur Udara Masuk Silinder (Td)	36,5°C = 557,37°R
Tekanan Udara Keluar Silinder (Pc)	0,1 kg / cm <sup>2</sup> = 16,122 psi
Tekanan Udara Masuk Silinder (Pd)	15,2 psia
Tekanan Udara Luar Ruangan (Pa)	14,7 psia
Temperatur Air	80 °C
Temperatur Keluar Silinder (Tc)	480°C = 1355,67°R

**D. Parameter Unjuk Kerja Mesin Diesel**

**1. Efisiensi Charging ( $\eta_{ch}$ )**

Efisiensi charging menunjukkan seberapa baik pemanfaatan perpindahan piston dari mesin diesel. Efisiensi charging dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut [8] :

$$\eta_{ch} = \frac{\left\{ \left( \frac{r \times P_d}{T_d} \right) - \left( \frac{P_c}{T_c} \right) \left( \frac{n_1}{n_2} \right) \right\}}{P_a(r-1)} \times 100\% \tag{1}$$

**2. Tekanan Indikator (Pi)**

Tekanan indikator dihitung dengan mempertimbangkan berbagai kerugian dikalikan dengan efisiensi . Tekanan indikator dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut [8] :

$$P_i = \frac{5,4 \times QL \times \eta_{id} \times \eta_r \times \eta_{ch}}{V_f + \alpha (1+e)} \quad (2)$$

### 3. Daya Indikator (Ni)

Daya indikator adalah tenaga mesin di dalam silinder yang diperoleh dari perubahan energi panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dengan udara ke dalam energi mekanik. Daya indikator dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut [8] :

$$N_i = \frac{P_i \times L \times A \times i \times n}{33000 \times 12 \times Z} \quad (3)$$

### 4. Tekanan Efektif (Pe)

Tekanan efektif adalah tekanan rata-rata yang terjadi pada waktu langkah-langkah kerja dikurangi tekanan rata-rata pada langkah lainnya saat berbeban. Tekanan efektif dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [8] :

$$P_e = P_i \times \eta_m \quad (4)$$

### 5. Daya Efektif (Ne)

Daya efektif adalah daya yang digunakan untuk menggerakkan beban. Daya efektif dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [8] :

$$N_e = \frac{P_e \times L \times A \times i \times n}{33000 \times 12 \times Z} \quad (5)$$

### 6. Pemakaian Udara Persiklus (Gu)

Perhitungan jumlah pemakaian udara persiklus berfungsi untuk mengetahui jumlah udara yang dibutuhkan mesin diesel, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [8] :

$$G_u = \frac{144 \times P_d \times V_s}{Z \times R \times T_d} \quad (6)$$

### 7. Perbandingan Udara dan Bahan Bakar (RAF)

Perbandingan udara dan bahan bakar dibutuhkan dalam pembakaran, maka dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [8] :

$$RAF = \frac{137,6 \times (n+0,25 m)(1+e)}{12 n+m} \quad (7)$$

### 8. Perbandingan Bahan Bakar Perjam (Gf)

Perbandingan bahan bakar perjam dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [9] :

$$G_f = \frac{G_u}{raf} \times \frac{n}{z} \times i \times 60 \quad (8)$$

### 9. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (B<sub>sfc</sub>)

Konsumsi bahan bakar spesifik yaitu perbandingan banyaknya pemakaian bahan bakar tiap jam dengan daya efektif yang dihasilkan. Dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [9] :

$$B_{sfc} = \frac{Gf}{Ne} \tag{9}$$

### 10. Efisiensi Thermal ( $\eta_{the}$ )

Efisiensi thermal yaitu perbandingan antara tenaga indikator yang dihasilkan dari panas hasil pembakaran dengan panas dari bahan bakar yang digunakan. Efisiensi Therma dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [9] :

$$\eta_{the} = \frac{2545 \times Ne}{Gf \times QL} \times 100\% \tag{10}$$

## 3. PEMBAHASAN

Perhitungan daya efektif dapat dihitung menggunakan persamaan (5). Hasil perhitungan daya efektif didapat sebesar 795,565 HP dapat dilihat pada Tabel 5, dimana daya efektif mengalami penurunan dari standar desainnya, hal ini dapat dipengaruhi oleh sistem pembakaran, mekanik dan efisiensi mesin secara keseluruhan. Perawatan dan pemantauan yang tepat terhadap kondisi mesin secara rutin dapat membantu meminimalkan penurunan daya efektif pada mesin diesel [10].

Perhitungan pemakaian bahan bakar perjam dihitung menggunakan persamaan (8). Hasil perhitungan pemakaian bahan bakar perjam didapat sebesar 179 liter/jam dapat dilihat pada tabel 5, dimana pemakaian bahan bakar pada mesin diesel tersebut masih dalam rentang standar, dapat disimpulkan bahwa pemakaiannya lebih hemat dari standar desainnya.

Perhitungan efisiensi thermal dapat dihitung menggunakan persamaan (10). Hasil perhitungan efisiensi thermal didapat sebesar 32,37% dapat dilihat pada tabel 5, dimana efisiensi termal operasi masih dalam rentang standar desain dan proses pembakaran bahan bakar dalam kondisi baik [11]. Berikut merupakan tabel hasil perhitungan unjuk kerja mesin diesel Cummins KTA50 G3.

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Unjuk Kerja Mesin Diesel Cummins KTA50 G3**

Performance	Hasil Evaluasi	
	Standard Design 1380 kW	Beban Operasi 250 kW
Daya Efektif Mesin (HP)	1850 HP	795,565 HP
Pemakaian Bahan Bakar Per Jam (liter/jam)	330 liter/jam	179 liter/jam
Efisiensi Termal Efektif ( $\eta_{the}$ )	30 – 41 %	32,37 %

## 4. SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dengan spesifikasi mesin diesel didapatkan daya efektif mesin sebesar 795,565 HP dari daya efektif maksimal yang direncanakan yaitu 1850 HP. Efisiensi thermal mesin yang dihitung adalah 32,37% dalam rentang standar desain sebesar 30-41% menunjukkan bahwa sistem pembakaran dalam kondisi baik. Mesin diesel ini juga menunjukkan pemakaian bahan bakar yang cukup kecil yaitu sebesar 179 liter/jam, dibandingkan dengan standar desain yang seharusnya 330 liter/jam. Secara keseluruhan mesin diesel Cummins KTA50 G3 ini menunjukkan performa yang cukup baik dan dapat diandalkan

untuk mendukung operasional. Namun, untuk menjaga kinerja dan memperpanjang masa pakai mesin, diperlukan pemeliharaan yang rutin dan optimalisasi penggunaan bahan bakar.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ichsan R. Putra, R. Fajar Rizky “Sistem Proteksi dan Pemeliharaan Generator di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM Migas) Cepu”, Universitas Islam Indonesia, 2022.
- [2] Andre. A.M and Ferdinan S, "Analisa performa efisiensi mesin diesel dengan eksperimen variasi pembebanan daya di pt pln uptld mg nunukan”, Jurnal elementer vol. 8, No.2, 2022.
- [3] W. Saputro, J. Sentanuhady, dkk, “Karakteristik Unjuk Kerja Mesin Diesel menggunakan Bahan Bakar B100 dan B20 Dalam Jangka Panjang” Jurnal of Mechanical Design and Testing, 2020, pp.125-136.
- [4] Yolanda J. L, Marlon H, “Analisis Efisiensi Thermal Mesin Diesel Menggunakan Cyclepad” Jurnal Voering Vol.7, 2022.
- [5] Tria Purpa Sari “Siklus – Siklus Kalor” Universitas Pembangunan Nasional Veteran, 2022.
- [6] U. Surya Dharma, dkk, “Analisa Kinerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Solar dan Minyak Plastik”, Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro vol.7 No.1, 2018.
- [7] A. S. Ahmad, “ Studi Eksperimen Unjuk Kerja Mesin Diesel Sistem Dual Fuel Dengan Variasi Tekanan Penginjeksian Pada Injektor Mesin Yanmar TF 55R-DI” Institut Teknologi Sepuluh November, 2017.
- [8] Maleev. V.L, “Internal Combustion Engine Theory and Design,” Book Company Inc. California, America, 1945.
- [9] Wiranto, Arismunandar, “Motor Diesel Putaran Tinggi,” Institut Teknologi Badung, 1997.
- [10] Rasdy Y, Abrar Steven, “Unjuk Kerja Mesin Diesel Terhadap Penambahan Turbocharge” Jurnal Syntax Admiration Vol.2, 2021.
- [11] Ireri Oraile, Totok W, “Optimalisasi Unjuk Kerja Mesin Diesel Caterpillar C32 Sebagai Penggerak Generator di PT. PLN (Persero) ULP Gwamar Dobo” SNTEM Vol.2, 2022.

### Daftar Simbol

$\eta_{ch}$	=	Efisiensi Charge, %
$P_a$	=	Tekanan udara luar, psi
$T_a$	=	Temperatur udara luar, °R
$r$	=	Perbandingan kompresi
$P_d$	=	Tekanan udara masuk silinder, psi
$T_d$	=	Temperatur udara masuk silinder, °R
$Q$	=	Low heating value, BTU/lb
$\eta_{id}$	=	Efisiensi ideal, %
$\eta_r$	=	Efisiensi relatif, %
$V_f$	=	Volume spesifik bahan bakar, ft <sup>3</sup> /lb
$a$	=	Kebutuhan udara pembakaran teoritis, ft <sup>3</sup> /lb
$e$	=	Excess air, %
$N_i$	=	Daya indikator
$P_i$	=	Tekanan indikator, psi
$L$	=	Panjang langkah torak, inch
$A$	=	Luas penampang silinder, inch <sup>2</sup>
$i$	=	Jumlah silinder
$n$	=	Putaran mesin diesel, rpm
$Z$	=	Siklus motor
$\eta_m$	=	Efisiensi mekanik, %
$N_e$	=	Daya efektif, HP
$P_e$	=	Tekanan efektif rata-rata
$G_u$	=	Jumlah pemakaian udara persiklus, lb/siklus
$V_s$	=	Volume silinder, ft <sup>3</sup>
$R$	=	Konstanta udara, ft/lb°R
$G_f$	=	Pemakaian bahan bakar perjam, lb/jam



Bsfc = Pemakaian bahan bakar spesifik, lb/HP-jam  
 $\eta_{th}$  = Efisiensi thermal, %  
QL = Nilai kalor bahan bakar, BTU/lb