

ANALISIS PENERAPAN *MIDLIFE ENGINE* TERHADAP PERFORMANSI DAN FUEL CONSUMPTION ENGINE CUMMINS QSK 45 C

Puji Saksono*, Gunawan, Nizar Fitriansyah

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan

Jl. Pupuk Raya Balikpapan. Telp./Fax. 0542-764205

Email : saksono_puji@yahoo.co.id

ABSTRACT

The engine midlife is represented the replacement action of several spare parts done by keeping the performance of heavy equipment engine remaining to be maximal.

The object of this research that is Cummins QSK engine 45 attached C for unit of dump Komatsu HD truck 1500-7

The result of examination after doing for process natural engine midlife is experiences the increase of equal to; engine speed 1.1 %, coolant pressure 4.5 %, fuel pump output pressure 2.8 %, intake manifold of pressure 2.6 % and intake manifold temperature can be told to be stabilized. Moreover, the yielded energy (power) experiences the improvement; before process of midlife equal to 1460.6 HP to 1462.71 HP, or experience the increase 0.145 %. While the natural fuel consumption experiences the degradation from 113.84 liters/hour to 98.14 liters/hour.

Keywords: *Midlife Engine, Testing, Performance, Fuel consumption*

ABSTRAK

Midlife engine merupakan tindakan penggantian beberapa komponen spare part yang dilakukan untuk menjaga agar performansi engine alat berat tetap maksimal.

Obyek dari penelitian ini yaitu engine Cummins QSK 45 C yang dipasang pada unit dump truck Komatsu HD 1500-7.

Hasil pengujian setelah dilakukan proses midlife engine mengalami peningkatan sebesar; engine speed 1,1 %, coolant pressure 4,5 %, fuel pump output pressure 2,8 %, intake manifold pressure 2,6 % dan intake manifold temperature dapat dikatakan stabil. Adapun daya (power) engine yang dihasilkan mengalami peningkatan; sebelum proses midlife sebesar 1460,6 HP menjadi 1462,71 HP, atau mengalami kenaikan 0,145 %. Sedangkan fuel consumption mengalami penurunan dari 113,84 liters/hour menjadi 98,14 liters/hour.

Kata kunci : *Midlife Engine, Pengujian, Performansi, Fuel consumption*

PENDAHULUAN

Kerusakan pada komponen-komponen *engine* baik itu yang elektrik maupun komponen mekanikal merupakan hal yang tidak dapat diketahui dengan pasti. Setiap komponen *engine* yang berbeda jenisnya memiliki keandalan dan laju kerusakan yang juga berbeda. Apalagi ditambah oleh kondisi lingkungan pertambangan batu bara yang tandus, kering dan berdebu juga merupakan salah satu faktor pendukung yang dapat mengakibatkan komponen dari *engine* cepat mengalami kerusakan. Kondisi tersebut menyebabkan diperlukannya kebijakan perawatan yang baik serta memadai pada saat dibutuhkan, dan salah satu bentuk aktifitas perawatan tersbut adalah penggantian (*replacement*) komponen pada saat *engine* tersebut telah mencapai setengah dari

masa hidup (*midlife*) dari *engine* tersebut. Masa hidup (*lifetime*) atau jam operasi maksimal dari *engine* sebelum di *overhaul* dari masing-masing jenis atau seri dari *engine* Cummins itu berbeda-beda. Dalam hal ini, salah satu contoh jenis atau seri *engine* Cummins yaitu QSK 45 C yang diaplikasikan pada *dump truck* Komatsu HD 1500-7 memiliki *lifetime* yaitu 18.000 jam operasional. Jadi, *midlife engine* pada *engine* QSK 45 C dilakukan pada saat *engine* tersebut mencapai setengah dari *lifetime*-nya yaitu pada saat 9.000 jam operasional.

Penggantian komponen atau *sparepart engine* pada alat-alat berat tentunya memerlukan biaya yang tidak sedikit. Apalagi komponen yang dilakukan penggantian adalah komponen yang sifatnya *major* atau komponen besar. Dengan

kondisi industri pertambangan batu bara yang bisa dikatakan tidak berjaya seperti era 2000-an dahulu, tentunya para *user* ataupun *customer* dari *engine Cummins* akan berpikir untuk mengeluarkan biaya yang tidak sedikit tersebut. Oleh karena itu, peneliti di sini akan menganalisa mengenai penerapan *midlife engine* terhadap performansi dan *fuel consumption* pada *engine Cummins QSK 45 C* yang diaplikasikan pada unit *dump truck* Komatsu HD 1500-7.

TINJAUAN PUSTAKA

Hubungan Antara Daya (Power) dan Torsi (Torque)

Daya adalah kemampuan melakukan suatu usaha atau kerja dalam setiap satuan waktu tertentu. Sedangkan torsi adalah kemampuan melakukan suatu gerak putar yang besarnya sama dengan perkalian antara gaya dan jaraknya dari sumbu putar. Daya mekanik suatu *engine* diawali oleh gerak lurus *piston* dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) selama langkah usaha dengan perantara *connecting rod* dirubah menjadi gerak putar *crankpin* pada *crankshaft*.

Di dalam sebuah *engine*, tentu saja berlaku usaha efektif total *piston* sama dengan usaha total *crankpin* (Altrak, 2011)

$$\text{Jadi: } W_p = W_{cp} \\ \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i}{2} = 2 \pi \times T_q$$

Karena:

$$\text{BHP} = \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i \times n}{2 \times 60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = \frac{\pi/4 \times D^2 \times \text{BMEP} \times S \times i}{2} \times \frac{n}{60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = 2 \pi \times T_q \times \frac{n}{60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = \frac{2 \pi \times T_q \times n}{60 \times 550}$$

$$\text{BHP} = \frac{2 \times 3,1416}{60 \times 550} \times T_q \times n \\ = 0,0001904 \times T_q \times n$$

$$\text{BHP} = \frac{T_q \times \text{putaran engine (rpm)}}{5252}$$

$$\text{BHP} = \text{Dalam satuan ft-lb/detik}$$

Keterangan:

W_p = Usaha Efektif *Piston*

W_{cp} = Usaha Total *Crankpin*

D = Diameter *Piston*

BMEP = *Break Mean Effective Pressure*

BHP = *Break Horse Power*

1 HP = 550 ft-lb/dtk

S = Langkah *Torak*

n = Putaran *engine* (rpm)

Fuel Consumption

Dalam menentukan pemilihan alat untuk menunjang operasional untuk banyak faktor yang harus dipertimbangkan. Dua hal utama yang wajib menjadi bahan pertimbangan agar unit dapat bernilai ekonomis dan menghasilkan *revenue* yang maksimal adalah kesiapan suku cadang dan konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*).

Fuel consumption merupakan hal utama yang selalu jadi pertimbangan untuk pemilihan suatu alat berat karena secara umum *fuel consumption* penyumbang *cost* operasional yang paling besar. *Fuel consumption* per jam dapat kita kalkulasikan sehingga kita dapat menghitung perkiraan *operating cost* per jam unit. Selain itu *fuel consumption* juga dapat kita jadikan data pendukung untuk analisis jika terjadi problem atau penurunan performansi *engine*. Berikut cara menghitung *fuel consumption* (Saksono & Utomo, 2011)

$$\text{Fuel Consumption} = \frac{N_e \times G \times \eta}{0,83 \times 1000}$$

Keterangan:

0,83 = Berat jenis diesel *fuel* (kg/liter)

N_e = *Rated HP output* dari *engine* (kiloWatt)

G (BSFC) = *Break Spesific Fuel Consumption* (g/kW.h)

$$H = \frac{\text{Maximum Fuel Consumption Acceptable}}{\text{Fuel Consumption Per Hour}} (\%)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelian

Tempat penelitian di *workshop* alat-alat berat MIA 2 milik PT. Sapta Indra Sejati (PT. SIS) kabupaten Tanjung Tabalong provinsi Kalimantan Selatan tepatnya di kawasan areal pertambangan batu bara PT. Adaro Indonesia. Untuk waktu penelitian yaitu dilaksanakan pada bulan Juli 2017 s/d Juni 2018.

Objek Penelitian

Spesifikasi *engine Cummins QSK 45 C* adalah sebagai berikut [Cummins, 2010; Hendriarto et al, 2016)

Komatsu (*Cummins*) : SDA12V160 (QSK45C)

Number of Cylinders : V-12

Operating Cycle (diesel) : 4-Stroke

Bore and Stroke : 159 x 190 mm

Rated (Engine power) : 1109 kW (1487 SAE

Brake HP) @1.900 rpm

Peak Torque : 5042 lbft @ 1300 rpm

Flywheel : 1.048 kW (1.406 SAE
HP) @ 1.900 rpm
Weight (dry) : 5.813 kgs (12,815 lbs)



Gambar 1. Engine Diesel Cummins QSK 45 C

Peralatan Yang Digunakan

1. Laptop/notebook berisikan aplikasi khusus yaitu Cummins Insite Tool
2. Inline adapter & cable
3. Engine control module & instrumen sensor



Gambar 2. Inline adapter dan kabel

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas (Putaran engine; Midlife engine)
2. Variabel Terikat (Performansi engine; Fuel Consumption)
3. Variabel Kontrol (Temperatur ruang uji = 28-30 °C)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Data Log Monitor Pemeriksaan Performansi Mesin/engine (ppm)

Pengujian yang telah dilakukan diperoleh data untuk dianalisa apakah proses *midlife engine* memberikan pengaruh atau tidak terhadap performansi dan *fuel consumption engine* yang beroperasi. Data didapatkan berasal dari hasil pengujian yang ada pada *data log monitor* yang dilakukan pada saat *midlife engine* belum diterapkan dan setelah diterapkan. Data pengujian diambil pada tiga putaran engine yang telah ditentukan yaitu *idle speed rpm*, *high speed rpm* & *stall speed rpm*. *Midlife engine* dilakukan pada 10.480 jam operasi setelah engine tersebut di *overhaul*.

Tabel 1 dan 2 merupakan hasil dari *data log monitor* pemeriksaan performansi mesin/engine (ppm) yang menggunakan aplikasi *cummins insite* dari DT 036 A.

Hasil Data Fuel Consumption Monitor

Data *fuel consumption monitor* yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi *cummins insite tools* yang bertujuan untuk melihat perubahan penggunaan bahan bakar yang dipakai ketika unit belum dilakukan *midlife engine* dengan yang telah dilakukan *midlife engine*. *Cummins insite tools* hanya dapat menyimpan data 40 jam sebelum ECM data dilakukan proses *download* (*short term data*). Tabel 3 berisi data *fuel consumption monitor* DT 036 A HD 1500-7:

Perhitungan data

Hasil data pemeriksaan performansi mesin/engine (ppm) menunjukkan adanya perbedaan pada kedua kondisi berbeda dari engine tersebut. Pada poin ini, peneliti menekankan pada kondisi *stall speed* dikarenakan kondisi itu sesuai dengan kondisi dimana unit beroperasi di daerah tambang. Tabel 4 berisi rangkuman hasil data ppm kedua engine pada kondisi *stall speed*:

Tabel 1. Hasil Data Log Monitor Engine DT 036 A Sebelum Dilakukan Midlife Engine

No	Item	Idle Speed	High Speed	Stall Speed
		(600-700 rpm)	(2.000-2.150 rpm)	(1.700-1.800 rpm)
1	Engine Speed (RPM)	650	2.101	1.717
2	Coolant Pressure (psi)	6,95	41.01	29,37
3	Fuel Pump Output Pressure (psi)	117,9	311,5	277
4	Intake Manifold Pressure (psi)	0,29	7,65	23,4
5	Intake Manifold Temperature (°C)	46,9	46,3	46,4

Tabel 2. Hasil *Data Log Monitor Engine* DT 036 A Setelah Dilakukan *Midlife Engine*

No	Item	Idle Speed	High Speed	Stall Speed
		(600-700 rpm)	(2.000-2.150 rpm)	(1.700-1.800 rpm)
1	Engine Speed (RPM)	654	2.102	1.736
2	Coolant Pressure (psi)	8,4	44,2	30,7
3	Fuel Pump Output Pressure (psi)	124,7	308,1	285
4	Intake Manifold Pressure (psi)	0,56	8	24
5	Intake Manifold Temperature (°C)	46,5	46,1	46,6

Tabel 3. Data *Fuel Consumption Monitor* DT 036 A

No	Unit Hour Meter (HM)	Fuel Consumption/Hour
1	26.248	113,84 Liters
2	27.025	102,86 Liters
3	27.297	107,2 Liters
4	27.472	102,12 Liters
5	27.737	98,14 Liters

Tabel 4. Rangkuman perbandingan data hasil ppm sebelum dan sesudah *midlife engine*

No	Item	Stall Speed (Operation)	
		Before Midlife Engine	After Midlife Engine
1	Engine Speed (rpm)	1.717	1.736
2	Coolant Pressure (psi)	29,37	30,7
3	Fuel Pump Output Pressure (psi)	277	285
4	Intake Manifold Pressure (psi)	23,4	24
5	Intake Manifold Temperature (°C)	46,4	46,6

Dilihat dari tabel-tabel di atas, dari beberapa aspek mengalami peningkatan nilai performansi tetapi tidak terlalu signifikan. Dan jika dipersentasekan rata-rata besaran kenaikannya yaitu *engine speed* 1,1 %, *coolant pressure* 4,5 %, *fuel pump output pressure* 2,8 %, *intake manifold pressure* 2,6 % dan nilai *intake manifold temperature* dapat dikatakan stabil.

Hasil data *fuel consumption monitor* yang telah diperoleh, maka akan didapat jumlah *fuel consumption* tertinggi dan terendah yang tersimpan. Yaitu pada *hourmeter* 26.248, besaran nilai *fuel consumption* yang di-record oleh *cummins insite tools* yaitu 113,84 liters/hour yang mana hasil tersebut merupakan yang tertinggi pada sampel data. Dan pada *hourmeter* 27.737 *fuel consumption* berada pada angka 98,14 liters/hour yang mana merupakan nilai yang terendah. *Midlife engine* DT 036 A sendiri dilakukan yaitu pada *hourmeter* 27.297, yang artinya besaran nilai pada hm 26.248 yaitu kondisi *engine* belum diterapkan *midlife* dan hm 27.737 kondisi *engine* telah diterapkan *midlife*. Jika kedua data tersebut dimasukkan ke dalam rumus *fuel consumption* akan didapat hasil berikut :

- 1) Langkah pertama yaitu menentukan *load factor* masing-masing pada kedua sampel data tersebut, dimana diketahui :

BSFC Engine QSK 45 C = 0,342 lb/HP.hr
 BHP Engine QSK 45 C = 1.487 HP
Fuel Consumption sebelum *midlife engine* = 113,84 liters/hour
Fuel Consumption sesudah *midlife engine* = 98,14 liters/hour

Jika :

Maximum Fuel Consumption Acceptable:

$$\frac{BSFC \times BHP \times 4,54 \text{ ltrs}}{8,46 \text{ lbs}}$$

Dan,

$$\text{Load Factor: } \frac{\text{Maximum Fuel Consumption Acceptable}}{\text{Fuel Consumption Per Hour}}$$

Maka Maximum Fuel Consumption Acceptable Engine QSK 45 C:

$$\begin{aligned} &= \frac{BSFC \times BHP \times 4,54 \text{ ltrs}}{8,46 \text{ lbs}} \\ &= \frac{0,342 \text{ lb/HP.hr} \times 1487 \text{ HP} \times 4,54 \text{ ltrs}}{8,46 \text{ lbs}} \\ &= 272,912 \text{ liters/hour} \end{aligned}$$

Jadi, Load Factor:

Sebelum *midlife engine* hm 26.248:

$$= \frac{113,84 \text{ liter/hari}}{272,912 \text{ liter/hari}}$$

$$= 0,417$$

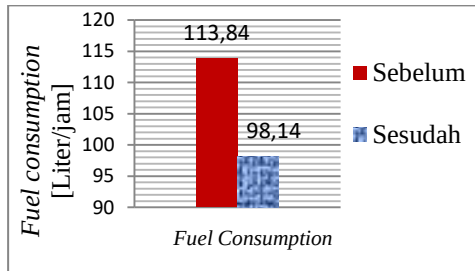
$$= 41,7 \%$$

Sesudah *midlife engine* hm 27.737:

$$= \frac{98,14 \text{ liter/hari}}{272,912 \text{ liter/hari}}$$

$$= 0,359$$

$$= 35,9 \%$$



Gambar 3. Grafik perbandingan *Fuel consumption* sebelum dan sesudah proses *midlife engine*

- 2) Untuk mengetahui besaran daya (*power*) yang bekerja pada *engine* tersebut maka digunakan persamaan rumus untuk mencari *fuel consumption*, yaitu:

$$\text{Fuel Consumption} = \frac{Ne \times G \times \eta}{0,83 \times 1000}$$

Diketahui:

$G = 0,342 \text{ lb/HP.hour} = 208,034 \text{ gr/KW.hour}$

Fuel Consumption Sebelum *Midlife* = 113,84 liters/hour

Fuel Consumption Setelah *Midlife* = 98,14 liters/hour

Load Factor (η) Sebelum *Midlife* = 41,7 %

Load Factor (η) Setelah *Midlife* = 35,9 %

Jika:

$$Ne = \frac{\text{Fuel Consumption} \times 0,83 \times 1000}{G \times \eta}$$

Maka : *Rated Power Output* dari *engine* kondisi belum dilakukan *midlife*

$$= \frac{113,84 \text{ ltrs/hr} \times 0,83 \text{ kg/ltr} \times 1.000}{208,034 \text{ gr/KW.hr} \times 0,417}$$

$$= 1089,19 \text{ KW} = 1460,6 \text{ HP}$$

Rated Power Output dari *engine* kondisi telah dilakukan *midlife*

$$= \frac{98,14 \text{ ltrs/hr} \times 0,83 \text{ kg/ltr} \times 1.000}{208,034 \text{ gr/KW.hr} \times 0,359}$$

$$= 1090,74 \text{ KW} = 1462,71 \text{ HP}$$

Dilihat dari hasil yang didapat pada perhitungan di atas, dan jika di persentasekan, kenaikan daya (*power*) *engine* adalah sebagai berikut:

$$\frac{1462,71 \text{ HP} - 1460,6 \text{ HP}}{1460,6 \text{ HP}} \times 100 \% = 0,145 \%$$

3. Biaya (*Cost*) Penerapan *midlife engine* Pada *engine* QSK 45 C

Dari tabel 5 terlihat angka atau jumlah nilai biaya yang dibutuhkan untuk melakukan *midlife engine* yaitu Rp 568.509.700,- Jumlah tersebut belum termasuk biaya jasa, dan jika ditotalkan maka jumlah biaya yang dibutuhkan yaitu sekitar $\pm$ Rp. 580.000.000,- (Lima ratus delapan puluh juta rupiah).

Tabel 5. Daftar Komponen-komponen *Midlife Engine* beserta harganya

No	Description	Qty	Price	Total Price
1	Gasket Water Pump	1	Rp 53.700	Rp 53.700
2	Sealant	1	Rp 331.800	Rp 331.800
3	Kit Water Pump	1	Rp 16.870.800	Rp 16.870.800
4	Gasket Water Pump	1	Rp 503.000	Rp 503.000
6	Thermostat	4	Rp 1.166.700	Rp 4.666.800
7	Thermostat	2	Rp 1.615.700	Rp 3.231.400
8	Gasket Thermostat Housing	1	Rp 3.024.500	Rp 3.024.500
9	Gasket Flange	1	Rp 52.000	Rp 52.000
10	Injector	12	Rp 24.724.400	Rp 296.692.800
11	Turbocharger	2	Rp 62.538.800	Rp 125.077.600
12	Screw	8	Rp 403.800	Rp 3.230.400
13	Nut	8	Rp 525.800	Rp 4.206.400
14	Clamp	4	Rp 404.100	Rp 1.616.400
15	Hose	4	Rp 2.897.100	Rp 11.588.400
16	Fuel Pump	1	Rp 97.237.700	Rp 97.237.700
17	Gasket Fuel Pump	1	Rp 126.000	Rp 126.000
Total				Rp 568.509.700

Diketahui :

Biaya *Midlife Engine* = ± Rp 580.000.000,-

Perbandingan tertinggi *fuel consumption* sebelum dan sesudah dilakukan *midlife engine* = 113,84 - 98,14 = 15,7 ltr/jam

Harga solar industri = ± Rp 10.000,-

Waktu unit beroperasi normal tiap harinya (tidak hujan) = 22 jam

Maka jumlah biaya penggunaan solar yang bisa dihemat tiap jamnya
= 15,7 liter x Rp 10.000,-
= Rp 157.000,-

Jumlah jam operasional unit agar balik modal penerapan *midlife engine*
= $\frac{\text{Rp } 580.000.000,-}{\text{Rp } 157.000,-}$
= 3.695 jam operasi

Jika diasumsikan dalam sehari unit tersebut bisa terus beroperasi normal, maka perhitungannya dapat balik modal dalam waktu:
= $\frac{3.695 \text{ Jam}}{22 \text{ Jam}} = 1.68 \text{ hari} = \pm 5 \text{ Bulan}$

Hasil perhitungan di atas terlihat, bahwa *user* atau *customer* tidak perlu khawatir merasa biaya tersebut terbuang percuma dikarenakan biaya tersebut bisa balik modal setelah unit beroperasi sekitar 3.965 jam setelah proses *midlife engine*.

KESIMPULAN

Pada proses pemeriksaan performansi mesin/engine (ppm) *engine cummins QSK 45 C* unit *DT 036 A HD 1500-7*, setiap *item* yang ada hubungannya dengan komponen-komponen yang diganti ketika *midlife engine* mengalami kenaikan besaran nilai dari hasil ppm *engine*. Pada *Engine speed* mengalami kenaikan sebesar 1,1 %, *coolant pressure* sebesar 4,5 %, *fuel pump output*

pressure sebesar 2,8 %, *intake manifold pressure* sebesar 2,6 % dan *intake manifold temperature* dapat dikatakan stabil

Nilai *fuel consumption* sebelum diterapkan *midlife* yaitu 113,84 ltrs/hour dengan *engine* rata-rata menghasilkan daya/power sebesar 1.460,6 HP dan nilai besaran konsumsi bahan bakar setelah diterapkan *midlife* yang terendah yaitu 98,14 ltrs/hour dengan *engine* rata-rata menghasilkan daya/power sebesar 1.462,71 HP, yang mana ketika dipersentasakan yaitu mengalami kenaikan daya (*power*) *engine* sebesar 0,145 %.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih ditujukan kepada PT. Sapta Indra Sejati (PT. SIS) Tanjung Tabalong Kalimantan Selatan yang telah memberikan tempat dan fasilitas dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Altrak 1978 PT., 2011, *Basic Mechanic Course, Training Module-Part 1*, PT Altrak 1978, Balikpapan.

Cummins Inc. 2010, *Operation And Maintenance Manual Cummins QSK 45 C*. Columbus: PT Altrak 1978.

Hendriarto A., Puji Saksono, Gunawan, 2016, *Analisa Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Solar Dengan Biodiesel B10 Terhadap Performansi Engine Cummins QSK 45 C*, Jurnal JTT Politeknik Negeri Balikpapan vol. 4 No. 1, Balikpapan.

Saksono P., Pandu Prastiyo Utomo, 2017, *Analisis Pengaruh Pembebanan Engine Terhadap Emisi Gas Buang Dan Fuel Consumption Menggunakan Bahan Bakar Solar Dan Biodiesel B10 Pada Engine Cummins QSK 45 C*, Jurnal Poros Universitas Tarumanegara vol. 15 No. 2, Jakarta.