

ANALISA HIDROLIS DAN KERUSAKAN PADA SISTEM BAHAN BAKAR UNIT REACH STACKER KALMAR DRG 450

M. Yunus, Ir. H. Subroto, M.T.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

System utama dalam mendukung kinerja dari reach stacker adalah engine yang berfungsi menggerakkan unit. Salah satu system yang mendukung kinerja dari reach stacker adalah system bahan bakar pada engine, system bahan bakar berfungsi untuk menyalurkan bahan bakar ke dalam ruang bakar selama engine bekerja, apabila engine mengalami kerusakan maka unit tidak akan bisa bekerja sebagaimana mestinya karena engine adalah penggerak utama dari unit reach stacker, terdapat kasus kerusakan pada engine dengan kondisi muncul asap putih pekat pada muffler dan saat unit beroperasi seperti pincang pada engine. Prosedur pemeriksaan dari unit reach stacker Kalmar DRG 450 adalah melakukan pemeriksaan visual, kemudian melakukan proses disassembly untuk melakukan pengecekan pada komponen – komponen guna mengetahui kerusakan yang terjadi pada injector. Dari hasil analisa menunjukkan bahwa injector tidak dapat melakukan proses pengkabutan bahan bakar saat running sehingga diperlukan pergantian komponen yang rusak. Berdasarkan analisa perhitungan maka diketahui kecepatan pengabutan 181,32 m/det dan diameter lubang pengabut 0,57 mm.

Kata kunci: Common Rail, Diesel Engine, Injector, Reach Stacker

Abstract

The main system in supporting the performance of the reach stacker is the engine which functions to move the unit. One of the systems that supports the performance of the reach stacker is the fuel system on the engine. The fuel system functions to distribute fuel into the combustion chamber while the engine is working. If the engine is damaged, the unit will not be able to work properly because the engine is the main driver of the reach stacker. reach stacker unit, there are cases of damage to the engine with thick white smoke appearing on the muffler and when the unit operates it seems like the engine is limping. The inspection procedure for the Kalmar DRG 450 reach stacker unit is to carry out a visual inspection, then carry out a disassembly process to check the components to determine any damage that has occurred to the injector. The analysis results show that the injector cannot carry out the fuel misting process while running so it is necessary to replace the damaged component. Based on the calculation analysis, it is known that the fogging speed is 181.32 m/sec and the fogging hole diameter is 0,57 mm.

Keywords: Common Rail, Diesel Engine, Injector, Reach Stacker

1. PENDAHULUAN

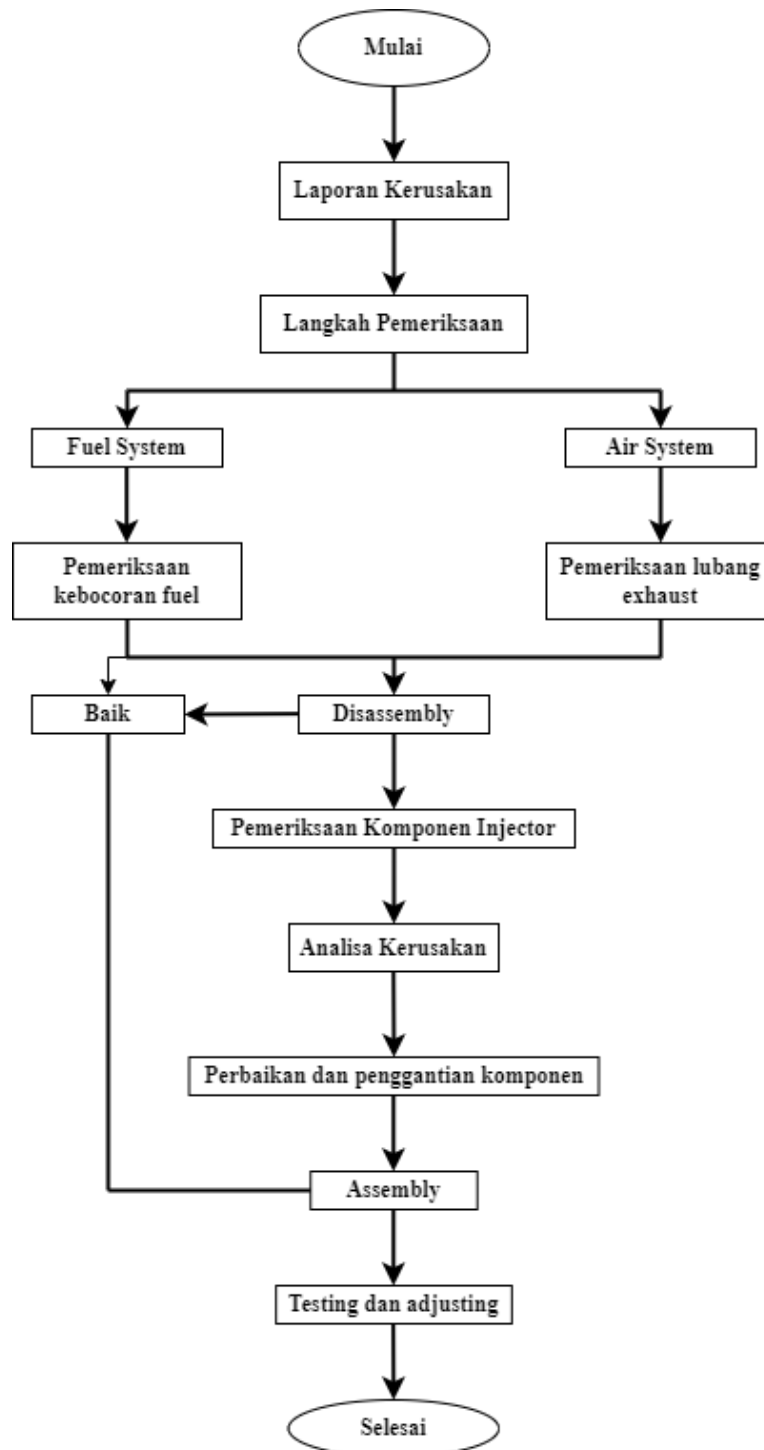
Dalam dunia industri, alat berat merupakan salah satu penunjang untuk mempercepat suatu pekerjaan. Alat berat biasanya digunakan untuk mengangkat, menggali, maupun memindahkan material ketempat lain. Untuk itu penulis melakukan analisa pada alat berat yaitu Reach Stacker Kalmar DRG 450. Reach stacker merupakan alat untuk memindahkan petikemas dari truck ke lapangan penumpukan atau sebaliknya. Reach stacker merupakan alat bongkar muat fleksibel yang dapat dipergunakan pada terminal pelabuhan kecil atau sedang berukuran 20 feet atau 40 feet dengan menggunakan sistem hidrolik. Cara kerja dari alat berat ini sama dengan alat berat lainnya yaitu menggunakan hidrolik. (Yulianto, Soeleman, and Mulyana 2014)

Salah satu komponen yang terdapat pada mesin diesel yang mempengaruhi sistem pembakaran (Fuel System) adalah injector. Injector berfungsi untuk menyemprotkan dan mengabutkan bahan bakar ke dalam ruang silinder atau ruang bakar. Jadi bahan bakar yang dimasukan ke dalam silinder sangat berpengaruh terhadap sistem pembakaran pada mesin diesel. Di mana kita ketahui bahwa bahan bakar adalah salah satu sisi dari segitiga api (udara, bahan bakar, dan panas) di mana proses pembakaran itu terjadi dalam ruang bakar mesin diesel. Sedangkan sesuai tidaknya bahan bakar yang masuk kedalam silinder ditentukan oleh kinerja dari sebuah injector. Jadi bila injector menyemprotkan bahan bakar dalam bentuk kabut jelas akan mempermudah proses pembakaran dalam ruang bakar. (Herlina, Dika Pratama, and Waspodo 2019)

Berdasarkan hal tersebut, penulis menganalisa permasalahan tersebut guna menambah pengetahuan tentang sistem pembakaran pada reach stacker tersebut. Maka dari itu penulis mengambil judul “ANALISA HIDROLIS DAN KERUSAKAN PADA SISTEM BAHAN BAKAR UNIT REACH STACKER KALMAR DRG 450” sebagai judul Tugas Akhir, sehingga dapat meminimalisir apabila terjadi kerusakan yang sama.

2. METODE

Flow chart prosedur pemeriksaan:



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Prosedur Pemeriksaan

3.1.1 Pemeriksaan Visual Kerusakan Pada Injector

Adanya laporan dari operator reach stacker Kalmar DRG 450 yang sedang digunakan untuk beroperasi di PT. Cikarang Dry Port dilaporkan pada unit tersebut muncul asap putih pekat pada buangan muffler dan mesin pada unit seperti pincang saat beroperasi.



Gambar 3. 1.1 Kondisi Unit Reach Stacker Kalmar DRG 450

Setelah operator memberikan laporan mengenai kendala pada unit Reach Stacker Kalmar DRG 450, maka tindakan pertama yang dilakukan mekanik untuk mengetahui penyebab trouble tersebut adalah dengan melakukan pemeriksaan secara runtut dari gejala-gejala yang dirasakan oleh operator saat pengoperasian unit serta melakukan pemeriksaan secara visual. Pemriksaan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Melakukan pengecekan bahan bakar
- 2) Melakukan pemeriksaan pada fuel tank

Pada unit reach stacker Kalmar DRG 450 menggunakan bahan bakar dexlite yang mana solar dan dexlite terdapat berupa kualitas yang dapat dibedakan dengan cara melihat perbedaan warna antara solar dan dexlite.



Gambar 3. 1.2 Perbedaan Warna Dexlite dan Bio Solar

3) Melakukan pemeriksaan pada fuel filter

Melakukan pengecekan pada fuel filter dengan memperhatikan kotoran atau air pada glass bowl seperti pada gambar 3.1.3, didapatkan hasil tidak terdapatnya endapan atau air pada bagian bowl pada fuel filter.



Gambar 3. 1.3 Pengecekan Fuel Filter

4) Melakukan pemeriksaan pada lubang exhaust

Melakukan pemeriksaan pada lubang exhaust dengan cara membuka pada block head engine untuk mengetahui adanya kebocoran bahan bakar seperti pada gambar 3.1.4, dari hasil pemeriksaan terdapat kebocoran pada exhaust line nomor 6 dan di indikasikan adanya kerusakan pada injector nomor 6.



Gambar 3. 1.4 Pengecekan Exhaust Line

5) Melakukan pemeriksaan pada injector

Melakukan pemeriksaan pada injector dengan cara melepas injector nomor 6 dari engine untuk mengetahui kondisi pada injector tersebut seperti pada gambar 3.1.6, dari hasil pemeriksaan pada injector didapatkan hasil bahwa injector terdapat endapan carbon lubang injector sehingga injector tidak dapat mengabutkan bahan bakar kedalam ruang bakar sehingga perlu adanya penggantian injector.



Gambar 3. 1.5 Proses Pengecekan Injector

3.1.2 Disassembly Komponen Injector

Proses disassembly injector :

- 1) Langkah pertama adalah membuka cover engine dengan menggunakan kunci shock 14, rachet dan tambahan extension agar mudah saat membukanya seperti pada gambar 3.1.6



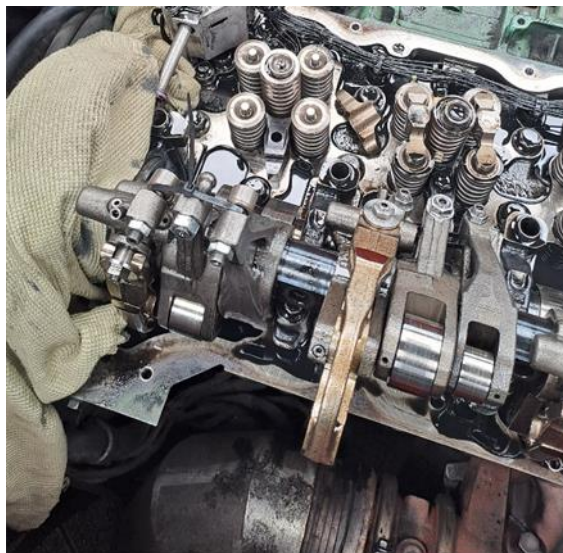
Gambar 3. 1.6 Membuka Cover Engine

- 2) Kemudian melepas baut pengait pada rocker arm dengan menggunakan kunci shock 25 mm dan menggunakan extension seperti pada gambar 3.1.7.



Gambar 3. 1.7 Melepas Baut Pengait

- 3) Langkah selanjutnya adalah melepas baut pengait pada injector menggunakan kunci shock 14, rachet dan extension seperti pada gambar 3.1.8.



Gambar 3. 1.8 Melepas Baut Pengait Injector

- 4) Langkah terakhir mencabut injector dari cylinder head untuk mengetahui kondisi dari injector seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.1. 9 Mencabut Injector dari Cylinder Head

3.1.3 Analisa Kerusakan Pada Injector

Setelah dilakukan proses disassembly dilakukan pengecekan pada fuel system terdapat kerusakan pada komponen injector yang hasilnya injector tidak dapat melakukan proses pengkabutan sehingga terjadi proses pembakaran yang tidak sempurna. Penyebab kerusakan pada injector disebabkan beberapa factor seperti kurang menjaga kebersihan fuel tank, dan penggunaan bahan bakar yang tidak sesuai dengan spesifikasi engine, setelah dilakukan Analisa terhadap kerusakan maka diperlukan penggantian injector yang baru.

Tabel 3. 1.1 Trouble Shooting pada fuel system

No	Problem	Penyebab Utama	Tindakan yang diperlukan
1	Injector yang tidak dapat mengabutkan bahan bakar	Adanya kotoran yang masuk kedalam injector yang menyumbat lubang pengkabut	Melakukan pergantian injector baru

3.1.4 Assembly Komponen Injector

Proses assembly ini dilakukan setelah komponen yang rusak telah diganti dengan yang baru atau diperbaiki sesuai dengan kondisi awal.

- 1) Langkah pertama adalah membersihkan lubang injector dari kerak carbon yang mengendap seperti pada gambar 3.1.10.



Gambar 3. 1.10 Membersihkan Kerak Carbon

Gambar 3. 11 Mengganti Komponen Injector

- 2) Langkah berikutnya memasang injector pada lubang injector kemudian mengencangkan baut pengunci pada injector dan di torsi seperti pada gambar 3.1.11.



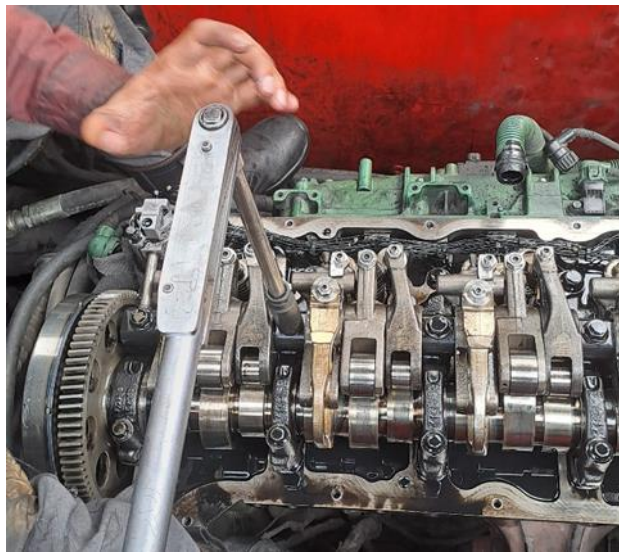
Gambar 3. 1.11 Mengganti Komponen Injector

- 3) Langkah berikutnya memasang injector pada lubang injector kemudian mengencangkan baut pengunci pada injector dan di torsi seperti pada gambar 3.1.12.



Gambar 3. 1.12 Memasang Injector pada Cylinder Head

- 4) Memasang Kembali baut rocker arm dengan kunci shock 25 mm, rachet dan extension. Setelah itu di torsi seperti pada gambar 3.13.



Gambar 3.1.13 Mengencangkan Baut Pengunci

- 5) Langkah terakhir memasang Kembali cover engine dengan mengencangkan baut menggunakan kunci shock 14, rachet dan extension seperti pada gambar 3.1.14.



Gambar 3.1.14 Memasang Cover Engine

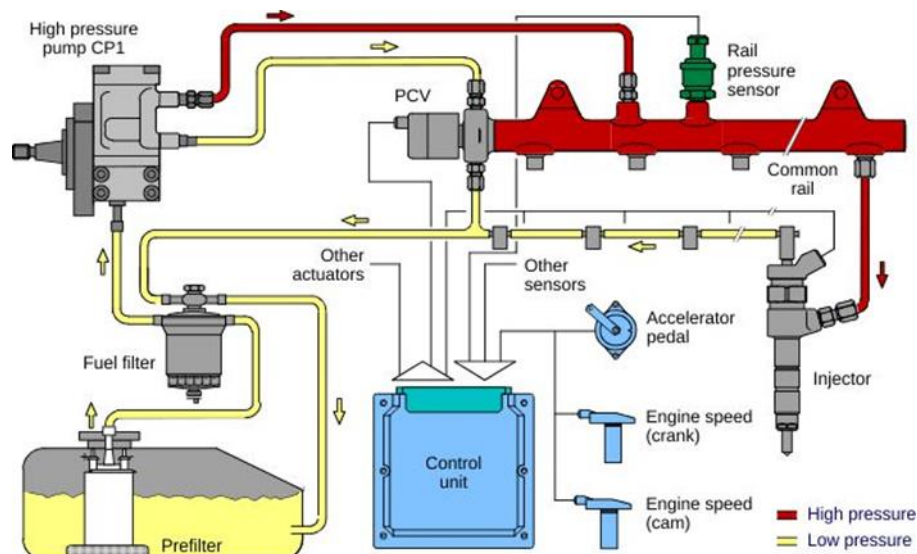
Setelah dilakukan perbaikan dan assembly pada injector, maka dilakukan pemeriksaan kembali pada engine reach stacker Kalmar DRG 450. Setelah proses pemeriksaan semua komponen dalam kondisi baik dan setelah dilakukannya perbaikan. Maka unit reach stacker Kalmar DRG 450 dapat bekerja secara normal kembali, sehingga pekerjaan dapat dilakukan dengan maksimal.

3.2 Analisa Hidrolis Pada Sistem Bahan Bakar

3.2.3.1 Analisa Hidrolis

Analisa hidrolis yang dimaksud adalah mengetahui tekanan aliran bahan bakar pada fuel tank, high pressure pump, hingga injector, dengan mengetahui tekanan pada sistem bahan bakar maka dapat mencari kecepatan pengabutan dan diameter lubang pengabut.

3.2.3.2 Cara Kerja Sistem Bahan Bakar



Gambar 3.2.1 Tabel tekanan engine volvo

Sistem bahan bakar diesel dirancang untuk memberikan efisiensi yang tinggi, torsi besar. Pengoperasiannya sangat tergantung pada teknologi kontrol elektronik modern untuk mengoptimalkan performa dan memenuhi standar emisi yang ketat. Pada engine volvo TAD-1151-VE memiliki tenaga sebesar 355 hp untuk pemakaian bahan bakar dalam kondisi normal sebesar 14 – 20 lt/jam. (Manual book)

Tekanan awal yang terjadi pada feed pump adalah 100 kPa kemudian bahan bakar akan menuju fuel filter dengan tekanan yang sama yaitu 100 kPa, setelah melewati fuel filter bahan bakar akan menuju ke high pressure pump dari high pressure pump tekanan bahan bakar akan meningkat menjadi 250 bar dan kemudian bahan bakar akan menuju fuel rail, kemudian bahan bakar akan di alirkan ke injector untuk penginjeksian ke ruang bakar. Pada proses penginjeksian bahan bakar tekanan yang terjadi adalah 250 bar. (Finto Purwanto dkk,2014)

03-3 Specifications, Electrical

Engine sensor and switch settings			Alarm level		Engine protection	
Parameter		Unit	Setting range	Default setting	Level	Action. Default / Alternative
Oil temperature		°C (°F)	Setting +5 (0.7)	125 (257)	-	Shut down, ON/OFF ⁽¹⁾
Oil pressure	Low idle	kPa (psi)	50 (7.3)	25 (3.6)	-	Shut down, ON/OFF ⁽¹⁾
	Rated speed	kPa (psi)	300 (43.5)	275 (39.9)	-	Shut down, ON/OFF ⁽¹⁾
Oil level		-	-	-	-	-
Piston cooling pressure > 1000 rpm		kPa (psi)	-	-	-	-
Coolant temperature		°C (°F)	107 (224.6)	105 (221)	-	Shut down, ON/OFF ⁽¹⁾
Coolant level		-	See cooling system	On	-	-
Fuel feed pressure, 1200 rpm		kPa (psi)	100 (14.5)	-	-	-
Water in fuel		-	Alarm when closed	-	-	-
Crankcase pressure		kPa (psi)	Rapid pressure increase	-	-	Shut down, ON/OFF ⁽¹⁾
Air filter, pressure drop		kPa (psi)	-	5 (0.7)	-	-
Altitude, above sea		m	-	-	-	Automatic derating, see section derating
Intake manifold temperature		°C (°F)	85 (185)	80 (176)	-	Shut down, ON/OFF ⁽¹⁾
Air inlet pressure		kPa (psi)	Alarm map value +30 (4.4)	Warning map value +20 (2.9)	-	Shut down, ON/OFF ⁽¹⁾
Engine speed		RPM	x % of rated speed	114 % of rated speed	Alarm level	Shut down, ON/OFF ⁽¹⁾

1) OFF means no shut down, alarm only.

Gambar 3.2.2 Tabel tekanan engine volvo

Sumber : Manual Book

Sistem bahan bakar diesel adalah komponen vital dalam mesin diesel yang bertanggung jawab untuk menyediakan bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin, di mana bahan bakar tersebut akan dibakar untuk menghasilkan tenaga. Berikut adalah langkah-langkah tentang cara kerja sistem bahan bakar diesel :

1) Tangki Bahan Bakar

Bahan bakar pada diesel disimpan pada tangki bahan bakar (fuel tank) sebelum feed pump mendistribusikan ke system bahan bakar

2) Feed Pump

Pada beberapa mesin diesel, terdapat pompa pemasok atau feed pump yang berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangka menuju filter dan meneruskan ke high pressure pump.

3) Saringan Bahan Bakar (Fuel Filter)

Sebelum ke high pressure pump, bahan bakar melewati filter untuk menyaring partikel-partikel kotoran yang dapat merusak komponen mesin.

4) Pompa Tekanan Tinggi (High Pressure Pump)

Pompa tekanan tinggi adalah komponen yang memberikan tekanan tinggi pada bahan bakar agar dapat dikabutkan ke dalam ruang bakar mesin melalui injector.

5) Sistem Common Rail

Sistem ini memanfaatkan rail yang berisi bahan bakar dengan tekanan tinggi yang dikirimkan dari high pressure pump sebelum diteruskan ke injector agar tekanan pada saat proses pengabutan konsisten.

6) Injector

Setelah melewati fuel rail bahan bakar akan menuju ke injector dan injector akan melakukan proses pengabutan setelah mendapat perintah dari ECU (Electronic Control Unit).

7) Electronic Control Unit (ECU)

Pada saat bahan bakar ditahan pada injector, sensor yang terdapat pada system bahan bakar akan mengirimkan data ke ecu untuk memonitor dan mengatur berbagai parameter seperti putaran mesin, tekanan udara, suhu, dan beban mesin untuk menentukan waktu penyemprotan dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan oleh injector.

3.2.3.1 Pompa Bahan Bakar

Berdasarkan spesifikasi engine memiliki tenaga 355 Hp pada putaran mesin 2000 rpm, pemakaian bahan bakar 14 – 20 lt/jam, maka nilai pemakaian bahan bakar efektif (f_e) dapat dihitung dengan rumus berikut.¹

Pemakaian bahan bakar efektif.

$$f_e = \frac{f_i}{n_m} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

f_e : Pemakaian bahan bakar efektif

f_i : Jumlah pemakaian bahan bakar

n_m : Rendemen mekanis

Dimana :

f_i : 0,056 lt/hp jam

n_m : $(0,70 - 0,90)^2$

diambil $n_m = 0,80$

Sehingga :

$$\begin{aligned} f_e &= \frac{f_i}{n_m} \\ &= \frac{0,56}{0,80} \\ &= 0,7 \text{ lt/hp jam} \end{aligned}$$

maka volume pompa pada daya maksimum dapat dihitung sebagai berikut.³

Volume pompa pada daya maksimum

$$V_b = \frac{N_e \cdot f_e \cdot Z}{60 \cdot n \cdot \varnothing} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

V_b : Volume pompa pada daya maksimum (cm^3)

N_e : Daya motor (Hp)

f_e : Pemakaian bahan bakar efektif (lt/Hp jam)

Z : Motor diesel empat langkah

: 2

n : Putaran motor (rpm)

∂ : Berat jenis bahan bakar (kg/cm^3)⁴

Dimana :

N_e : 355 Hp

f_e : 0,7 lt/hp jam

n : 2000 rpm

∂ : 870 kg/cm^3

Sehingga :

$$\begin{aligned} V_b &= \frac{N_e \cdot f_e \cdot Z}{60 \cdot n \cdot \partial} \\ &= \frac{355 \cdot 0,7 \cdot 2}{60 \cdot 2000 \cdot 870} \\ &= \frac{497}{104400000} \\ &= 0,000047 \text{ cm}^3 \\ &= 0,000000047 \text{ l} \end{aligned}$$

Volume tambahan aliran bahan bakar (ΔV_1)

$$\Delta V_1 = (0,10 \div 0,15) V_b \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

ΔV_1 : Volume tambahan bahan bakar (cm^3)

V_b : Volume pompa bahan bakar (cm^3)

Setelah mengetahui volume pompa bahan bakar pada daya maksimum maka volume tambahan aliran bahan bakar dapat dihitung sebagai berikut.⁵

$$\begin{aligned}
\Delta V_1 &= (0,10 \div 0,15) \cdot V_b \\
&= 0,15 \cdot V_b \\
&= 0,15 \cdot 0,000047 \text{ cm}^3 \\
&= 0,000007 \text{ cm}^3 \\
&= 0,000000007 \text{ l}
\end{aligned}$$

Volume sisa aliran pada pompa (ΔV_4)

Untuk mengetahui volume sisa aliran pada pompa dapat dihitung dengan rumus berikut.⁶

$$\Delta V_4 = (1,0 \div 1,2) V_b \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

ΔV_4 : Volume sisa aliran pada pompa (cm^3)

V_b : Volume pompa bahan bakar (cm^3)

Dimana :

V_b : $0,000047 \text{ cm}^3$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
\Delta V_4 &= (1,0 \div 1,2) \cdot V_b \\
&= 1,2 \cdot V_b \\
&= 1,2 \cdot 0,000047 \text{ cm}^3 \\
&= 0,00005 \text{ cm}^3 \\
&= 0,00000005 \text{ l}
\end{aligned}$$

Volume pompa bahan bakar yang dipakai (V_p)

Setelah mengetahui nilai volume pompa bahan bakar, volume tambahan bahan bakar, dan volume sisa aliran pada pompa maka dapat menghitung volume bahan bakar pompa terpakai dengan rumus sebagai berikut.⁷

$$V_p = \frac{V_b + \Delta V_1 + \Delta V_4}{n_{fp}} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

V_p : Volume pompa bahan bakar terpakai (cm^3)

V_b : Volume pompa bahan bakar (cm^3)

ΔV_1 : Volume tambahan bahan bakar (cm^3)

ΔV_4 : Volume sisa aliran pada pompa (cm^3)

n_{fp} : Rendemen pompa bahan bakar

Dimana :

V_b : 0,000047 cm^3

ΔV_1 : 0,000007 cm^3

ΔV_4 : 0,00005 cm^3

n_{fp} : (0,8 – 0,85).....(6)

: 0,85 (ditentukan)

Sehingga :

$$V_p = \frac{V_b + \Delta V_1 + \Delta V_4}{n_{fp}}$$

$$V_p = \frac{0,000047 + 0,000007 + 0,00005}{0,85}$$

$$= \frac{0,000104}{0,85}$$

$$= 0,000122 \text{ } cm^3$$

$$= 0,000000122 \text{ } l$$

Maka untuk per silindernya

$$= \frac{0,000122}{6}$$

$$= 0,00002 \text{ } cm^3$$

$$= 0,00000002 \text{ } l$$

3.2.3.2 Pengkabutan Pada Injector

Kecepatan pengabutan (W_s)⁸

$$W_s = \epsilon_s \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot P_{inj} - P_z \cdot 10^4}{\rho}} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

- W_s : Kecepatan pengabut (m/det)
 ϵ_s : Koefisien kecepatan pengabut
 g : Gravitasi (m/det)
 p_z : Tekanan pembakaran (kg/cm^2)
 P_{inj} : Tekanan penyemprotan (kg/cm^2)
 ∂ : Berat jenis bahan bakar (kg/m^3)

Dengan mengetahui nilai koefisien kecepatan, tekanan pembakaran dan tekanan penyemprotan pada injector maka dapat menghitung kecepatan pengabutan. Nilai koefisien kecepatan pengabut adalah 0,9 (ditentukan)⁹ dan nilai tekanan pembakaran (p_z) antara 70-90 kg/cm^2 .¹⁰

Maka kecepatan pengabut dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$W_s = \epsilon_s \sqrt{2 \cdot g \frac{P_{inj} - P_z}{\partial} \cdot 10^4} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

- ϵ_s : 0,8 – 0,9
 : 0,9 (ditentukan)
 g : 9, 81 m/det
 p_z : 70 kg/cm^2 (ditentukan)
 P_{inj} : 250 kg/cm^2
 ∂ : 870 kg/m^3

Sehingga :

$$W_s = \epsilon_s \sqrt{2 \cdot g \frac{P_{inj} - P_z}{\partial} \cdot 10^4}$$

$$W_s = 0,9 \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{250-70}{870} \cdot 10^4}$$

$$\approx 181,32 \text{ m/det}$$

Luas bidang pengabut (A_s) ¹¹

Untuk mengetahui luas bidang pengabut maka menggunakan rumus seperti di atas, maka perlu mengetahui diameter pompa (d_p) dan kecepatan pompa terlebih dahulu dengan rumus sebagai berikut. ¹²

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_p}{\pi \cdot C}} \dots \dots \dots (9)$$

Sehingga :

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_p}{\pi \cdot C}}$$

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0,00002}{3,14 \cdot 0,8}}$$

$$= 0,031 \text{ cm}$$

$$= 0,31 \text{ mm}$$

Setelah diketahui diameter pompa (d_p) maka dapat menghitung langkah pompa dengan rumus berikut.

$$hp = C \cdot d_p$$

Keterangan :

hp : Langkah pompa

C : $(0,5 - 1,2)$ ¹³

: 0,8 (ditentukan)

d_p : Diameter pompa

: 0,31 mm

Sehingga :

$$hp = C \cdot dp$$

$$= 0,8 \cdot 0,31$$

$$= 0,248 \text{ mm}$$

Setelah mengetahui nilai langkah pompa maka dapat menghitung kecepatan pompa maksimum (C_{max}) dengan rumus sebagai berikut.

$$C_{max} = \frac{hp \cdot np}{30} \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan :

hp : Langkah pompa

np : Putaran pompa

Dimana :

hp : 0,248 mm

: 0,000248 m

np : 2000 rpm

Sehingga :

$$\begin{aligned} C_{max} &= \frac{hp \cdot np}{30} \\ &= \frac{0,000248 \cdot 2000}{30} \\ &= 0,016 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Dengan mengetahui kecepatan pompa maksimum (C_{max}) maka luas bidang pengabut dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$A_s = \frac{A_p \cdot C_{max}}{\psi_s \cdot W_s} \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan :

A_s : Luas bidang pengabut (mm^2)

A_p : Luas penampang (m^2)

C_{max} : Kecepatan maksimum (m/detik)

ψ_s : Koefisien bahan bakar ke lubang pengabut

W_s : Kecepatan pengabutan

Dimana :

A_p : Luas penampang pompa

$$: \frac{\pi}{4} \cdot dp^2$$

$$: 0,785 \cdot 0,00031^2$$

$$: 0,00024 \text{ m}^2$$

C_{max} : 0,016 m/det

ψ_s : Koefisien bahan bakar ke lubang pengabut¹⁴

$$: (0,8 - 0,85)$$

$$: 0,8 \text{ (ditentukan)}$$

W_s : 181,32 m/det

Sehingga :

$$A_s = \frac{A_p \cdot C_{max}}{\psi_s \cdot W_s}$$

$$= \frac{0,00024 \cdot 0,016}{0,8 \cdot 181,32}$$

$$\approx 0,00000026 \text{ m}^2$$

$$\approx 0,26 \text{ mm}^2$$

Diameter lubang pengabut (d_s)¹⁵

$$A_s = \frac{\pi}{4} \cdot d_s^2 \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan :

d_s : Diameter lubang pengabut (mm)

A_s : Luas penampang pengabut (mm)

Dimana :

A_s : 0,26 mm²

π : 3,14

Sehingga :

$$\begin{aligned} d_s &= \sqrt{\frac{4 \cdot A_s}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,26}{3,14}} \\ &\approx 0,57 \text{ mm} \end{aligned}$$

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan pada sistem bahan bakar unit reach stacker kalmar DRG 450 didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan hasil Analisa kerusakan pada unit *reach stacker* kalmar DRG 450 terdapat kerusakan pada injector nomor 6 dikarenakan menggunakan bahan bakar bio solar sehingga terdapat kotoran pada injector yang mengakibatkan tidak dapat melakukan proses pengabutan.
- 2) Langkah perbaikan yang dilakukan pada kerusakan sistem bahan bakar unit *reach stacker* kalmar DRG 450 dengan melakukan penggantian komponen yang rusak yaitu

pada injector nomor 6 dan mengisi bahan bakar yang sesuai dengan standar pada manual book.

- 3) Berdasarkan analisa perhitungan pada engine volvo TAD-1151-VE diketahui kecepatan pengabutan 181,32 *m/det* dengan diameter lubang pengabut 0,57 *mm*.

4.2 Saran

- 1) Dalam proses pembongkaran dan pemasangan komponen injector harus berhati-hati agar tidak merusak komponen lainnya.
- 2) Dalam melakukan perbaikan harus dilakukan secara teliti menggunakan alat yang sesuai standar pada manual book dan tetap mengutamakan keselamatan kerja.
- 3) Melakukan preventive maintenance secara rutin untuk menjaga kelayakan unit dan menggunakan bahan bakar sesuai dengan standar supaya kerusakan pada injector tidak terjadi kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Herlina, Yeyen, Gunawan Dika Pratama, and Fino Waspodo. 2019. "Mengamati Turunnya Kinerja Injector Motor Induk Di Kapal KM. Zaisan Star II PT. Zaisan Citra Mandiri." *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim* 1 (1): 1–9. <https://doi.org/10.51578/j.sitektransmar.v1i1.7>.
- PERTAMINA. 2020. "Biosolar." *Onesolution.Pertamina.Com*, no. 1, 8–9. <https://onesolution.pertamina.com/Product/IFM?cat=product>.
- WIJANARKO, W. 2019. "Perbaikan Dan Perawatan Injektor Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Induk Di Mv. Illannur Pt. Anugerah Samudra Indomakmur" *Karya Tulis*, 5–14. <http://repository.unimar-amni.ac.id/1840/>.
- Yulianto, Sulis, Soeleman, and Ahmad Mulyana. 2014. "Pengaruh Beban Terhadap Tekanan Pompa Hidrolik Pada Reach Stacker Saat Proses Lifting Petikemas Abstrak." *Sintek Jurnal* 8 (1): vii–viii.
- Workshop manual TAD1140-2VE, TAD1150-2VE, TAD1170-2VE, TAD1180- 3VE
- Workshop manual reach stacker Kalmar 42-45 tonnes, DRG 420 – 450
- Aloysius Eddy Liemena 2012, "Penentuan Parameter Titik – Titik Utama Siklus Kerja Mesin Empat Langkah Dengan Perbandingan Kompresi 17 Dan Perbandingan Tekanan 1,8 (Kajian Teoritis)." *ARIKA, Vol.06, No.1*
- Finto Purwanto, Akhmad Farid, Muhammad Agus Sahbana. 2014. "Analisa Pengaruh Tekanan Pembukaan Injector (Nosel) Terhadap Kinerja Mesin Pada Motor Diesel Injeksi Tidak Langsung/Indirect Injection". *Direktori Jurnal Universitas Widyagama Malang. Proton, Vol. 6 No 1/Hal 30-35*
- Petrovsky, Prof. D.Sc. (Merch E) *Marine Internal Combustion Engines*, Mir Publisher, Moscow