

OVERSIZE SILINDER LINER UNTUK MENDAPATKAN KESEIMBANGAN DAYA PADA RUANG BAKAR TIAP SILINDER MOTOR BANTU YANMAR 6HAL2-DTN PADA MT. FALCON 19

Daniel Brandi Rumengan¹⁾, M. F. Noya²⁾, G. S. Norimarma³⁾

¹⁾S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: danielrumengan19@gmail.com,

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: mesakfrits@gmail.com,

³⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: gertruidanorimarna@gmail.com,

Abstrak Motor bantu merupakan sebuah mesin yang berada diatas kapal baik yang berada di atas deck maupun di dalam kamar mesin, fungsinya adalah untuk memperlancar pengoperasian mesin induk dan pengoperasian kapal secara berkesinambungan, agar kinerja kapal dan mesin induk tetap optimal selama proses pelayaran berlangsung. Dalam proses perbaikan motor bantu terdapat dua kemungkinan yaitu perbaikan terencana dan tidak terencana. Perbaikan terencana sendiri terjadi karena waktu pemakaian yang sudah lama digunakan sedangkan perbaikan tidak terencana yaitu masalah kerusakan yang terjadi pada motor bantu tersebut. Salah satu kerusakan yang terjadi pada MT. Falcon 19 adalah kerusakan/keausan yang terjadi didalam dinding silinder akibat kurangnya pelumasan sehingga terjadinya gesekan pada dinding silinder bagian dalam. Dari hasil penelitian terlihat bahwa keausan yang terjadi tidak merata sehingga diputuskan untuk melakukan oversize silinder liner dengan perubahan parameter diameter dalam silinder 130,6 mm karena maksimum keausan adalah 130,8 mm. hal pertama yang dilakukan sebelum menentukan ukuran oversize Yang diinginkan dari manual book. Nilai clearance yang silinder liner adalah 0,8 berdasarkan data tersebut maka oversize yang diizinkan adalah 0,75% dikalikan dengan clearance yang diijinkan.

Kata kunci : oversize silinder, overhaul diesel engine

1. PENDAHULUAN

Motor bantu merupakan sebuah mesin yang berada diatas kapal baik yang berada di atas deck maupun di dalam kamar mesin, fungsinya adalah untuk memperlancar pengoperasian mesin induk dan pengoperasian kapal secara berkesinambungan, agar kinerja kapal dan mesin induk tetap optimal selama proses pelayaran berlangsung.

Dalam proses perbaikan motor bantu terdapat dua kemungkinan yaitu perbaikan terencana dan tidak terencana. Perbaikan terencana sendiri terjadi karena waktu pemakaian yang sudah lama digunakan sedangkan perbaikan tidak terencana yaitu masalah kerusakan yang terjadi pada motor bantu tersebut. Salah satu kerusakan yang terjadi pada MT. Falcon 19 adalah kerusakan/keausan yang terjadi didalam dinding silinder akibat kurangnya pelumasan sehingga terjadinya gesekan pada dinding silinder bagian dalam. Secara umum hal ini terjadi karena perawatan motor bantu yang kurang optimal atau pergantian oli tidak tepat pada waktunya. Tetapi, pada kenyataannya tidak semua silinder dapat diperoleh dilapangan. Faktanya bahwa mengganti sebuah engine lebih mahal harganya sedangkan untuk menggantikan sparepart pada engine harganya lebih murah. Akan tetapi tidak semua spareparts dapat diperoleh karena itulah maka sparepart yang sudah tidak berada dilapangan harus diproduksi kembali dan membutuhkan waktu pemesanan sekitar 6 – 8 bulan. Agar kapal

tetap dapat beroperasi normal diperlukan langkah perbaikan yang tepat pada silinder tersebut pada jangka waktu tertentu melalui cara perbaikan ukuran/oversize silinder liner sambil menunggu bahan baku tiba di tempat.

2. METODE PENELITIAN

A. Tempat

Tempat penelitian ini dilaksanakan pada PT. Dok dan Perkapalan Waime khususnya pada MT. Falcon 19

B. Metode Observasi Lapangan

Pada metode observasi lapangan, pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi langsung ke lapangan PT. Dok dan Perkapalan Waime khususnya pada MT. Falcon 19

C. Metode Wawancara

Wawancara yang dilakukan dengan Mekanik PT Pionner dan Owner Surveyor : PT Odyssey Shiping Lines dan Kepala Kamar Mesin MT. Falcon 19

D. Variabel Penelitian

- Variable bebas : Diameter silinder yang telah direparasi.
- Variabel terikat : Daya motor bantu dan bahan bakar.

E. Pengolahan Data

a. Perhitungan Parameter Proses Pengisian

Perhitungan parameter proses pengisian meliputi perhitungan tekanan udara pada awal kompresi (P_a), temperatur udara pada awal kompresi (T_a), dan efisiensi pengisian (η_{ch}). Parameter proses pengisian dihitung berdasarkan persamaan pada Buku N.Petrovsky.

$$\text{Tekanan udara pada awal kompresi (} P_a \text{)} \quad P_a = (0.90 - 0.95)P_{sup}, \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Temperatur udara pada awal kompresi (} T_a \text{)} \quad T_a = \frac{T_0 \times \Delta t_w \times \gamma_r \cdot T_r}{1 + \gamma_r}, \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\text{Efisiensi pengisian (} \eta_{ch} \text{)} \quad \eta_{ch} = \frac{\varepsilon \times P_a \times T_0}{(\varepsilon - 1)P_0(T_a + \Delta t_w + \gamma_r \cdot T_r)}$$

b. Perhitungan Parameter Proses Kompresi

Perhitungan parameter proses kompresi meliputi pangkat politropis (n_1), tekanan udara pada akhir kompresi (P_c), temperatur udara pada akhir kompresi (T_c). Parameter proses kompresi dihitung berdasarkan persamaan pada Buku N.Petrovsky.

Pangkat politropis (n_1)

$$A + B \times T_a \times (\varepsilon^{n_1 - 1} + 1) = \frac{1,985}{n_1 - 1}$$

Tekanan udara pada akhir kompresi (P_c)

$$P_c = P_a \times \varepsilon^{n_1}, \text{ kg/cm}^2$$

Temperatur udara pada akhir kompresi (T_c)

$$T_c = T_a \times \varepsilon^{n_1 - 1}, \text{ }^\circ\text{K}$$

c. Perhitungan Parameter Proses Pembakaran

Perhitungan parameter proses pembakaran meliputi jumlah udara teoritis yang diperlukan untuk pembakaran sempurna 1 kg bahan bakar cair (L'_0), banyaknya udara teoritis dalam satuan berat (L_0), jumlah udara sebenarnya yang diperlukan untuk pembakaran sempurna 1 kg bahan bakar cair (L'), jumlah molukel hasil pembakaran dari 1 kg bahan bakar ($M_{CO_2}, M_{H_2O}, M_{N_2}, M_{O_2}$), total produk pembakaran (M_g), koefisien molar (μ_0), muatan relatif unsur-unsur gas hasil pembakaran ($V_{CO_2}, V_{H_2O}, V_{N_2}, V_{O_2}$), Jumlah udara teoritis yang diperlukan untuk pembakaran sempurna 1 kg bahan bakar cair (L'_0)

$$L'_0 = \frac{1}{0.21} \left(\frac{c}{12} + \frac{h}{4} + \frac{o}{32} \right), \text{ mol}$$

Banyaknya udara teoritis dalam satuan berat (L_0)

$$L_0 = 28,95 \times L'_0, \text{ mol}$$

Jumlah udara sebenarnya yang diperlukan untuk pembakaran sempurna 1 kg bahan bakar cair (L')

$$L' = \alpha \times L'_0 \text{ mol}$$

Jumlah molekul hasil pembakaran dari 1 kg bahan bakar ($M_{CO_2}, M_{H_2O}, M_{N_2}, M_{O_2}$)

$$\text{Unsur } CO_2 \quad M_{CO_2} = \frac{c}{12}, \text{ mol}$$

$$\text{Unsur } H_2O \quad M_{H_2O} = \frac{h}{2}, \text{ mol}$$

$$\text{Unsur } N_2 \quad M_{N_2} = 0.79 \times \alpha \times L'_0, \text{ mol}$$

$$\text{Unsur } O_2 \quad M_{O_2} = 0.21(L' - L'_0) = 0.21(\alpha - 1)L'_0, \text{ mol}$$

Total produk pembakaran (M_g)

$$M_g = M_{CO_2} + M_{H_2O} + M_{N_2} + M_{O_2}, \text{ mol}$$

$$\text{Koefisien molar } (\mu_0) \quad \mu_0 = \frac{M_g}{L'}$$

$$\text{Koefisien perubahan molar } (\mu) \quad \mu = \frac{\mu_0 + \gamma_r}{1 + \gamma_r}$$

d. Perhitungan Daya Motor

Perhitungan daya motor meliputi perhitungan daya indikator (N_i) dan Perhitungan daya efektif (N_e). Perhitungan daya motor dihitung berdasarkan persamaan pada Buku N.Petrovsky. Perhitungan daya efektif motor (N_e)

$$N_e = N_i \times \eta_m, \text{ KW}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN**A. Hasil**

a. Data Hasil Pengukuran Diameter Silinder Liner

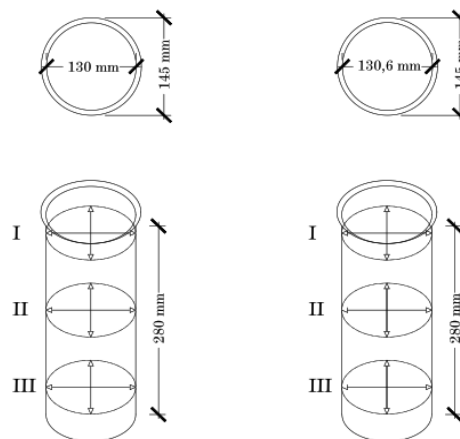
Tabel 1 Hasil pengukuran diameter silinder liner
CYLINDER LINER (mm)

Urutan Pengukuran	Nomor Silinder	Silinder Liner					
		1	2	3	4	5	6
I	N-S	130,12	130,15	130,40	130,36	130,54	130,12
	W-E	130,11	130,16	130,39	130,36	130,53	130,11
II	N-S	130,11	130,16	130,43	130,46	130,57	130,11
	W-E	130,12	130,16	130,44	130,47	130,58	130,12
III	N-S	130,11	130,15	130,38	130,36	130,53	130,11
	W-E	130,11	130,14	130,39	130,38	130,53	130,11
Nilai N-S ₁ + N-S ₂ + N-S ₃ + W-E ₁ + WE ₂ + W-E ₃ : 6		130,14	130,14	130,405	130,384	130,55	130,11
Nilai rata-rata aus		130,31					

Tabel 1 Nilai Korter

Oversize	Clearace	Diameter dalam silinder
0,25%	0,2	130,2 mm
0,50%	0,4	130,4 mm
0,75%	0,6	130,6 mm
1,00%	0,8	130,8 mm

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa keausan yang terjadi tidak merata sehingga diputuskan untuk melakukan oversize silinder liner dengan perubahan parameter diameter dalam silinder menjadi 130,6 karena maksimum keausan adalah 130,8.



Gambar 1 Silinder Liner Sebelum Keausan Dan Sesudah Dikortert

b. Hasil Perhitungan Daya Motor Bantu Yanmar 6HAL2-DTN

1) Data Spesifikasi Engine Yanmar 6HAL2-DTN

Data spesifikasi Engine Yanmar 6HAL2-DTN diperoleh dari Manual Book Engine Yanmar 6HAL2-DTN adalah sebagai berikut.

Daya Efektif Motor (Ne)	: 271 KW
Jumlah Silinder (i)	: 6
Putaran Motor (n)	: 1200 rpm
Temperatur Udara Luar (To)	: 27 °C
Koefisien Gas Residu (γr)	: 0.03
Tekanan Udara Supercharger (Psup)	: 1.8 kg/cm ²

Diameter Silinder (D)	: 130.6 mm
Panjang Langkah Torak (S)	: 165 mm
Temperatur Gas Residu (Tr)	: 700 °K
Penambahan Temperatur Udara (ΔT_w)	: 10
Kapasitas Kalor Bahan Bakar untuk Solar (Ql)	: 10100 Kcal
Koefisien Keuntungan Kalori (ξ_z)	: 0.75
Hasil Perhitungan Termodinamika Engine Yanmar 6HAL2-DTN Sebelum Dan Setelah Mengalami Keausan	Setelah

Tabel 2 Parameter Efisiensi Pengisian Sebelum Dan Setelah Keausan

Faktor Kinerja	Tekanan udara pada awal langkah kompresi	Temperatur Awal Pada Langkah Kompresi	Efisiensi Pengisian	Pangkat Politropis
Simbol	(Pa)	(Ta)	(η_{ch})	n_1
Satuan	Kg/cm ²	°K		
Sebelum Keausan 130 mm	1.62	326.214	0.852	1.370
Setelah Korter 130,6 mm	1.62	326.214	0.852	1.370

Tabel 3 Langkah kompresi

No	Faktor kinerja	Symbol	Satuan	Normal 130 mm	Setelah korter keausan 130,6 mm
1	Temperature akhir pada langkah kompresi	Tc	°k	1059,662	1059,662
2	Tekanan udarah pada akhir langkah kompresi	Pc	kg/cm ²	126,296	126,296
3	Jumlah udarah teoritis yang diperlukan untuk pembakaran sempurna 1kg bahan bakar cair	L'o	Mol	0,495	0,495
4	Banyaknya udarah teoritis dalam satuan berat	Lo	Mol	14,317	14.317
5	Jumlah udarah sebenarnya yang diperlukan untuk pembakaran sempurna 1 kg bahan bakar cair	L'	Mol	0,644	0,644
6	Unsur CO ₂ M _{CO2}	MCO2	Mol	0,072	0,072
7	Unsur H ₂ OM _{H2O}	MH2O	Mol	0,065	0,065
8	Unsur N ₂ M _{N2}	MN2	Mol	0,508	0,508
9	Unsur O ₂ M _{O2}	MO2	Mol	0,031	0,031

Tabel 4 Langkah pembakaran

No	Faktor Kinerja	Symbol	Satuan	Sebelum Keausan 130 mm	Setelah Korter Keausan 130,6 mm
1	Total produk pembakaran	Mg	Mol	0,676	0,676
2	Koefisien molar	μ_o	Mol	1,051	1,051

3	Koefisien perubahan molar	μ	Mol	1,050	1,050
4	V_{CO_2}	V_{CO_2}		0,106	0,1059
5	V_{H_2O}	H_2O		0,096	0,096
6	V_{H_2}	V_{H_2}		0,752	0,752
7	V_{O_2}	V_{O_2}		0,046	0,046
8	Jumlah panas molar isokorik produk pembakaran dari 0 sampai T_z°	(mcv)g	Mol	6,614	6,614
9	Kapasitas panas molar isobaric rata-rata produk pembakaran	(mcp)g	Mol	8,599	8,599
10	Rata-rata kapasitas panas isokorik udarah pada akhir suhu kompresi T_c	(mcv)a	Mol	5.182	5,182
11	Tekanan akhir pembakaran	Pz	kg/cm ²	185.050	185,050
12	Temperature akhir pembakaran	Tz	°K	2326.064	2326064

B. PEMBAHASAN

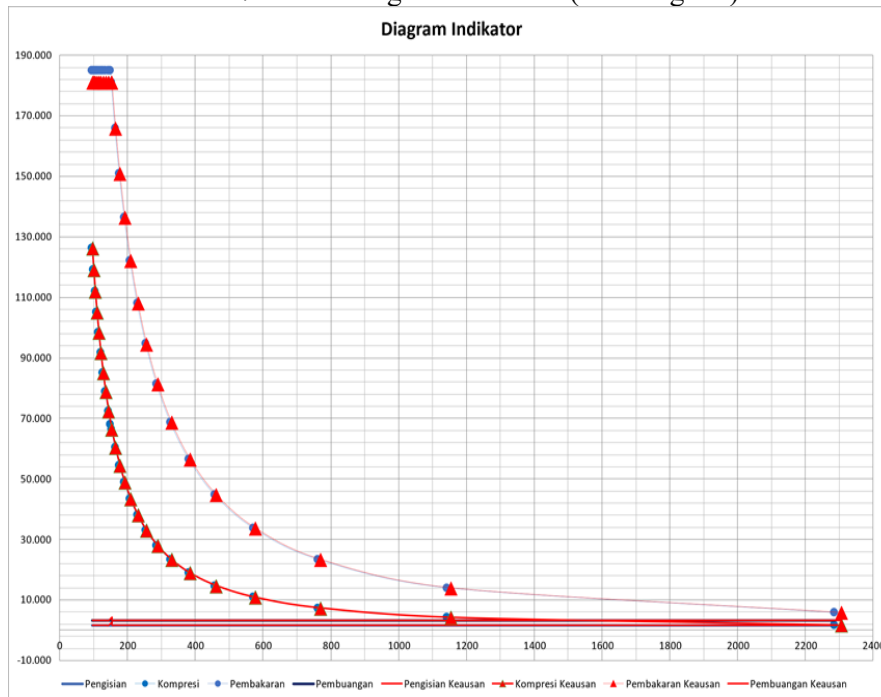
Berdasarkan hasil penelitian terdahulu ditemukan terjadi ketidakseimbangan daya pada tiap silinder yang diakibatkan oleh keausan pada dinding silinder. Akibat dari ketidakseimbangan daya yang dihasilkan oleh masing-masing silinder akan mempengaruhi tegangan listrik yang dihasilkan. Oleh sebab itulah, ketidakseimbangan daya yang dihasilkan oleh Motor Bantu sangat dihindari karena akan menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen kapal yang menggunakan arus listrik terutama pada bagian yang memiliki beban yang besar.

Tabel 6 Daya Tiap Silinder Liner

SILINDER	N_i	N_i	N_e	N_e
	Sebelum Keausan	Setelah Korter	Sebelum Keausan	Setelah Korter
I	53,1 kW	53,6 kW	45,1 kW	45,5 kW
II	53,1 kW	53,6 kW	45,1 kW	45,5 kW
III	53,1 kW	53,6 kW	45,1 kW	45,5 kW
IV	53,1 kW	53,6 kW	45,1 kW	45,5 kW
V	53,1 kW	53,6 kW	45,1 kW	45,5 kW
VI	53,1 kW	53,6 kW	45,1 kW	45,5 kW

Dari tabel diatas terlihat total daya indikator tiap silinder sebelum keausan sebesar 318,8 kW, total daya indikator tiap silinder setelah dikorter menjadi sebesar 321,7 kW. Kemudian total daya efektif tiap silinder sebelum keausan sebesar 271 kW. Total daya indikator tiap silinder setelah dikorter menjadi sebesar yaitu 273,507 kW.

Tabel 7 Grafik Diagram Indikator (P-V diagram)



4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Karena terjadi ketidakseimbangan daya pada setiap silinder motor maka dilakukan oversize 75% dari Clearance yang di ijinan
- 2) Dari hasil oversize maka terjadi keseimbangan daya tiap silinder 45,5 kW
- 3) Berdasarkan hasil perhitungan termodinamika motor secara teoritis oleh peneliti terdahulu diperoleh terjadi ketidakseimbangan daya pada tiap silinder, kemudian ditinjau proses reparasi yang dilakukan dan harus dioversize sesuai ukuran yang ada, dan dari hasil korter maka diperoleh keseimbangan daya tiap silinder yaitu sebesar 45,2 kW dan terjadi peningkatan daya dari 271 kW menjadi 273,507 kW, rata-rata peningkatan daya 0,917 %.

DAFTAR PUSTAKA

- I Made Widiyarta, ST., MSc., PhD Fakultas Teknik Universitas Udayana Keausan *Cylinder Liner* Akibat Beban Kontak Luncur Piston.
- Mega Kariya Imani, M Taufik, Jurusan Teknik, Program Diploma Pelayaran, Universitas Hang Tuah Perawatan dan Perbaikan Governor Motor Mesin Induk KM. Ganesa Type 4 cycle Hansin Diesel Engine Z6 L 46 SH.
- Lilin Hermawati, Iman Mujiarto, kundori, Sugeng Hariyadi, Program Studi Teknik, Fakultas Kemaritiman, Universitas Maritim Amni Semarang Analisa Pengukuran *Cylinder Liner* dan Piston pada *Overhaul Diesel Engine*.
- Trisma Jaya Saputra, Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang, OverSize Terhadap Hasil Pengukuran Keausan, Keovalan, dan Ketirusan pada Blok Silinder.
- Wattimury Barnabas, Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya Analisis Dampak Keausan Silinder Liner Terhadap Gaya Inersia Motor Yanmar YSM8-Y.
- Klaus Mollenhauer, Helmut Tschoke 2010 *Hand Book of Diesel Engine*, Springer-Verlag Berlin Heildreg 2010.
- N. Petrovsky. 1960. *Marine Internal Combustion Engine*, Mir Publisher Moscow.M.