

# JURNAL TEKNOLOGI

(Journal of Technology)

JURNAL ILMU TEKNIK DAN SAINS

## Daftar Isi

### MESIN

Kajian Teknis Pengaruh Kerak Karbon Di Atas Kepala Torak Terhadap Unjuk Kerja (Performance) Mesin Mobil Minibus Gi Toyota Kijang Tipe Lgx-2l Diesel

*Krist ofal Waas*

Analisis Keluhan Psikis Dan Fisik Karyawan Dengan Menggunakan Metode Pshycho Physiologi

*Aminah Rumatela, Nil Edwin Maitimu*

Vibrameter Dengan Kantilever Dan Carbon Transducer Yang Diterapkan Pada Pipa Vortex Flowmeter

*M. F. Noya*

Studi Eksperimental Karakter Distribusi Tegangan Pada Cylinder Head Internal Combustion Engine

*Danny Pelupessy*

Suatu Kajian Teoritis Termodinamika Siklus Kerja Dan Pemakaian Bahan Bakar Mesin Diesel (Empat Langkah 350 Hp. 400 Rpm)

*Alosyus Eddy Leimena*

Pengaruh Keausan Bubungan Katup Masuk Terhadap Daya Motor Induk Pada Km Nusantara Perdana

*Prayitno Ciptoadi, V.I. Berhitu*

Metoda Penyaring Ruang Sederhana Pada Interferometer Michelson

*Pieldrie Nanlohy, Samy J. Litiloly*

### SIPII

Analisis Penanggulangan Genangan Di Kota Ambon Pada Das Waitomu Kelurahan Uritetu

*Renny J Betaubun, Donny Hari Suseno, Ussyandawayanty*

Proyeksi Jumlah Pergerakan Dalam Menentukan Kapasitas Dan Jumlah Armada Perintis Kabupaten Maluku Barat Daya

*Standy Johannes, M. Ruslin Anwar, Eddi Basuki*

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA AMBON



# KAJIAN TEKNIS PENGARUH KERAK KARBON DI ATAS KEPALA TORAK TERHADAP UNJUK KERJA (PERFORMANCE) MESIN MOBIL MINIBUS GL TOYOTA KIJANG TIPE LGX-2L DIESEL

Kristofol Waas<sup>\*)</sup>

## Abstrak

Mesin diesel merupakan motor pembakaran dalam (internal combustion engine) yang bekerja karena adanya pembakaran bahan bakar didalam silinder. Hasil pembakaran tersebut menghasilkan daya motor melalui gerak translasi torak yang diteruskan oleh batang penghubung menjadi gerak rotasi poros engkol. Mesin mobil Toyota Kijang tipe LGX-2L Diesel pada puncak toraknya (crown) yang berhubungan dengan ruang bakar terjadi lapisan kerak karbon pada silinder 3 dan 4 sehingga mempengaruhi unjuk kerja motor. Metode penelitian yang dilakukan adalah observasi dan pengamatan langsung di lapangan pada CV. Auto Nusa Abadi Kupang yang merupakan Dealer mobil Toyota Kijang pada bengkel reparasinya. Kemudian dilakukan kajian teknis teoritis untuk kondisi I (sebelum terjadi kerak karbon) dan membandingkannya dengan kondisi II (setelah terjadi kerak karbon) dengan menggunakan rumus-rumus empiris pada literatur-literatur yang berkaitan dengan termodinamika motor, balans panas dan ekonomis motor. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah dengan adanya kerak karbon diatas kepala torak sebesar  $V_{kk} = 6,183$  cc mempersempit volume ruang kompresi  $V_c$ , sehingga mempengaruhi unjuk kerja motor dan mengakibatkan; kehilangan tenaga efektif sebesar  $N_e = 6,101$  PS atau 7,3506 % (penurunan tenaga efektif dari  $N_e = 83$  PS menjadi  $N_e = 76,899$  PS), panas yang dipakai untuk tenaga efektif ( $Q_e$ ) menjadi turun, sedangkan panas  $Q_{cool}$  dan  $Q_{eg}$  juga naik, namun panas  $Q_{res}$  naik sangat ekstrim, hal ini dapat mengakibatkan mesin menjadi panas.

**Key word :** kerak karbon, unjuk kerja, daya motor

## I. Pendahuluan

Mobil merupakan salah satu sarana angkutan (transportasi) darat yang banyak digunakan oleh masyarakat sampai saat ini. Hal ini dapat dilihat dengan masuknya mobil-mobil di suatu daerah (perkotaan) dan pada umumnya mobil-mobil tipe angkot (angkutan kota) yang diperlukan untuk kelancaran aktifitas perekonomian bagi masyarakat berpendapatan menengah ke bawah (ekonomi lemah) dan khususnya mobil tipe diesel untuk angkutan penumpang dan barang.

Namun dalam melakukan operasinya terkadang mobil-mobil tersebut mengalami kerusakan sehingga harus dibawa ke bengkel untuk melakukan tindakan perbaikan. Salah satu permasalahan kerusakan (mesinnya) yang tidak jarang kita jumpai adalah perubahan tenaga motor yang dihasilkan, temperatur pembakaran, tekanan kompresi dan sebagainya, terutama pada mobil-mobil yang sudah lama dioperasikan.

Salah satu mobil yang mengalami kerusakan adalah jenis mobil angkot minibus GL tipe Toyota Kijang LGX-2L Diesel yang tenaga motornya berkurang. Dan setelah dilakukan pekerjaan turun mesin ternyata ditemukan kerak/endapan karbon diatas kepala torak pada silinder 3 dan 4.

Beberapa hal yang berpengaruh terhadap tenaga motor adalah :

- Pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna.
- Keausan pada dinding silinder
- Kelainan pada mekanisme yang bergerak translasi dan rotasi
- Berubahnya volume ruang kompresi dan sebagainya.

Berkaitan dengan hal dimaksud maka penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh kerak karbon terhadap performance motor dari mobil kijang tersebut.

## II. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi lapangan pada CV. Auto Nusa Abadi Kupang yang merupakan Dealer mobil Toyota Kijang pada bengkel reparasinya untuk mengumpulkan data ketebalan kerak karbon dan data spesifikasi mesin dari **mobil minibus GL tipe Toyota Kijang LGX-2L Diesel** yang mengalami kerusakan.

Selanjutnya dilakukan dengan metode kajian teknis teoritis untuk kondisi I (sebelum adanya kerak karbon) dan membandingkannya dengan kondisi II (setelah adanya kerak karbon).

<sup>\*)</sup> Kristofol Waas; Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### III.1. Data mobil Kijang Minibus tipe Toyota Kijang LGX-2L Diesel :

##### Dimensi :

- Mesin : 2L
- Kapasitas penumpang : 8 orang
- Panjang : 4520 mm
- Lebar : 1670 mm
- Tinggi : 1775 mm
- Jarak poros roda : 2650 mm
- Jarak pijak depan : 1445mm
- Jarak pijak belakang : 1410 mm
- Jarak terendah : 180 mm
- Berat kosong : 1510 kg

##### Sasis :

- Transmisi : 5 kecepatan
- Perbandingan gigi : I = 3,928, II = 2,142, III = 1,397, IV = 1,000, V = 0,851, R = 4,743
- Perbandingan gigi akhir : 4,3
- Suspensi depan : double wishbone dengan pegas batang torsi dan stabilizer.
- Suspensi belakang : Rigid axle dan daun pegas
- Rem depan : cakram berventilasi
- Rem belakang : Tromol
- Ukuran ban : 195 (70R-14)

##### Mesin :

- Tipe : 4 silinder OHC
- Isi silinder : 2446 cc
- Perbandingan kompresi : 22,2 : 1
- Diameter x langkah : 92 x 92 mm
- Daya maksimum : 83 PS pada 4200 rpm
- Torsi maksimum : 16,3 kg.m pada 2400 rpm
- Sistem bahan bakar : Injeksi
- Kapasitas tangki : 55 liter

#### III.2. Kajian pada kondisi I (sebelum adanya kerak karbon).

##### 1. Perhitungan parameter pengisian

- Temperatur udara pengisian ;

$$T_a = \frac{\Delta}{\dots}$$

Dimana :

$T_o$  = temperatur sekitar = 28 °C = 301 °K  
 $\Delta T$  = selisih temperatur pendingin dinding silinder dan torak = 10 ÷ 20 °C  
 $T_r$  = temperatur gas residu = 700 ÷ 800°K  
 $\gamma_r$  = koefisien gas residu = 0,03 ÷ 0,04.  
 ( $\Delta T_w$ ,  $T_r$ ,  $\gamma_r$ ; untuk motor 4 tak diesel engine tanpa turbo charge).  
 Sehingga ;

$$T_a = \frac{\dots}{\dots} = 327,184^\circ\text{K}$$

- Tekanan udara pengisian ;

$$P_a = (0,85 \div 0,92) P_o$$

Dimana ;  $P_o$  = tekanan udara sekitar/atmosfer  
 = 1 kg/cm<sup>2</sup> = 1 atm

Maka ;  $P_a = 0,89.1 = 0,89 \text{ kg/cm}^2$

- Efisiensi pengisian ;

$$\eta_{ch} = \frac{\dots}{\dots}$$

$$= \frac{\dots}{\dots} = 0,8324$$

##### 2. Perhitungan parameter kompresi

- Temperatur akhir kompresi ;

$$T_c = T_a.$$

Dimana ;

$$n_1 = \text{pangkat politropik kompresi} \\ = 1,3715$$

Sehingga ;

$$T_c = 327,184.22,2^{1,3715-1} = 1035,052^\circ\text{K}$$

- Tekanan akhir kompresi ;

$$P_c = P_a. \\ = 0,89. 22,2^{1,3715-1} \\ = 62,504 \text{ kg/cm}^2$$

##### 3. Perhitungan parameter pembakaran

Dari hasil perhitungan didapat ;

- Koefisien tingkat kenaikan tekanan ;  
 $\lambda = 1,7438$
- Jumlah udara teoritis yang diperlukan untuk pembakaran 1 kg bahan bakar ;  
 $L'_o = 0,4945 \text{ mol/kg.bb}$
- Jumlah udara aktual yang diperlukan untuk pembakaran 1 kg bahan bakar ;  
 $L = 0,7418 \text{ mol/kg.bb}$
- Jumlah molekul komponen-komponen hasil pembakaran 1 kg bahan bakar ;  
 $Mg = 0,7746 \text{ mol/kg.bb}$
- Koefisien perubahan kimia molekul ;  
 $\mu_o = 1,044$
- Koefisien molekul sisa gas pembakaran ;  
 $\mu = 1,043$
- Tekanan pembakaran tertinggi ;  
 $P_z = 109 \text{ kg/cm}^2$
- Temperatur pembakaran tertinggi ;  
 $T_z = 2231,453^\circ\text{K}$

##### 4. Perhitungan parameter ekspansi

Dari hasil perhitungan didapat ;

- Tingkat ekspansi pendahuluan ;  
 $\rho = 1,289$
- Tingkat ekspansi susulan ;  
 $\delta = 17,223$
- Tekanan akhir ekspansi ;  
 $P_b = 2,8596 \text{ kg/cm}^2$
- Temperatur akhir ekspansi ;  
 $T_b = 1007,841^\circ\text{K}$

### 5. Perhitungan tekanan indikator dan efisiensi motor

Dari hasil perhitungan didapat ;

- Tekanan indikator teoritis ;  
 $P_{it} = 9,468 \text{ kg/cm}^2$
- Tekanan indikator aktual/rata-rata ;  
 $P_i = 8,9942 \text{ kg/cm}^2$
- Tekanan efektif ;  
 $P_e = 7,2704 \text{ kg/cm}^2$
- Efisiensi mekanis ;  
 $\eta_m = 0,808$ , untuk motor 4 tak tanpa turbo charge (Naturally Aspirated Four Stroke Diesel Engine) =  $0,78 \div 0,83$ .

### 6. Perhitungan tenaga motor

Dari hasil perhitungan didapat ;

- Tenaga indikator ;  $N_i = 102,723 \text{ PS}$
- Tenaga efektif ;  $N_e = 83 \text{ PS}$

### 7. Perhitungan ekonomis dan neraca panas motor

Dari hasil perhitungan didapat ;

- Pemakaian bahan bakar spesifik indikator ;  
 $b_i = 0,13197 \text{ kg/PS.jam}$
- Pemakaian bahan bakar efektif ;  
 $b_e = 0,163 \text{ kg/PS.jam}$
- Pemakaian bahan bakar tiap jam ;  
 $B = 13,556 \text{ kg/jam}$
- Panas yang dihasilkan oleh pemakaian bahan bakar tiap jam ;  
 $Q_f = 136919,539 \text{ kkal/jam} = 100 \%$
- Panas yang dipakai untuk menghasilkan tenaga efektif ;  
 $Q_e = 52456 \text{ kkal/jam} = 38,311 \%$
- Panas yang diambil oleh bahan pendingin (air dan oli) ;  
 $Q_{cool} = 43814,252 \text{ kkal/jam} = 32,00 \%$
- Panas yang keluar bersama gas buang ;  
 $Q_{eg} = 36869,496 \text{ kkal/jam} = 26,927 \%$
- Panas yang hilang pada pos penutup (radiasi panas dari mesin, gesekan dan pembakaran tidak sempurna) ;  
 $Q_{res} = 3781,718 \text{ kkal/jam} = 2,762 \%$

### III.3. Kajian pada kondisi II (setelah adanya kerak karbon).

Perhitungan dimulai dengan volume silinder, karena kerak karbon di atas kepala torak mempengaruhi volume silinder.

Pengukuran terhadap volume kerak karbon dilakukan dengan cara mengikis/melepas kerak karbon yang melekat diatas kepala torak (untuk silinder 3 dan 4) kemudian dimasukkan kedalam kaleng ukuran lalu dipadatkan (ditekan) agar kerak karbon menjadi padat.

- Volume kerak karbon

Hasil pengukuran (rata-rata untuk silinder 3 dan 4) didapat volume kerak karbon  $V_{kk}$  sebagai berikut ;  $V_{kk} = - D^2 \cdot h$

Dimana :

$D$  = diameter dalam kaleng = 5,4 cm

$h$  = tinggi kerak karbon = 0,27 cm

sehingga diperoleh ;

$$V_{kk} = - (5,4)^2 \cdot 0,27 = 6,183 \text{ cc}$$

- Volume langkah torak ;  
 $V_s = - D^2 \cdot S = - (9,2)^2 \cdot 9,2 = 611,580 \text{ cc}$
- Volume ruang kompresi ;  
 $V_C = \text{---} = \text{---} = 28,848 \text{ cc}$
- Volume ruang kompresi setelah adanya kerak karbon ;  
 $V_C' = V_C - V_{kk}$   
 $= 28,848 - 6,183 = 22,665 \text{ cc}$
- Volume silinder ;  
 $V_a = V_s + V_C'$   
 $= 611,580 + 22,665 = 634,245 \text{ cc}$
- Perbandingan kompresi ;  
 $\varepsilon = \text{---} = \text{---} = 27,983$

### 1. Perhitungan parameter pengisian

- Temperatur udara pengisian ;  
 $T_a = 327,184 \text{ }^\circ\text{K}$
- Tekanan udara pengisian ;  
 $P_a = 0,89 \text{ kg/cm}^2$
- Efisiensi pengisian ;  
 $\eta_{ch} = 0,8244$

### 2. Perhitungan parameter kompresi

- Temperatur akhir kompresi ;  
 $T_C = 1117,0904 \text{ }^\circ\text{K}$
- Tekanan akhir kompresi ;  
 $P_C = 85,031 \text{ kg/cm}^2$

### 3. Perhitungan parameter pembakaran

Dari hasil perhitungan didapat ;

- Koefisien tingkat kenaikan tekanan ;  
 $\lambda = 1,294$
- Jumlah udara teoritis yang diperlukan untuk pembakaran 1 kg bahan bakar ;  
 $L'_o = 0,4945 \text{ mol/kg.bb}$
- Jumlah udara aktual yang diperlukan untuk pembakaran 1 kg bahan bakar ;  
 $L = 0,7956 \text{ mol/kg.bb}$
- Jumlah molekul komponen-komponen hasil pembakaran 1 kg bahan bakar ;  
 $Mg = 0,8284 \text{ mol/kg.bb}$
- Koefisien perubahan kimia molekul ;  
 $\mu_o = 1,0412$

- Koefisien molekul sisa gas pembakaran ;  
 $\mu = 1,0704$
- Tekanan pembakaran tertinggi ;  
 $P_z = 110 \text{ kg/cm}^2$
- Temperatur pembakaran tertinggi ;  
 $T_z = 2112,5926^\circ\text{K}$

#### 4. Perhitungan parameter ekspansi

Dari hasil perhitungan didapat ;

- Tingkat ekspansi pendahuluan ;  
 $\rho = 1,5648$
- Tingkat ekspansi susulan ;  
 $\delta = 17,8828$
- Tekanan akhir ekspansi ;  
 $P_b = 2,6923 \text{ kg/cm}^2$
- Temperatur akhir ekspansi ;  
 $T_b = 924,683^\circ\text{K}$

#### 5. Perhitungan tekanan indikator

Dari hasil perhitungan didapat ;

- Tekanan indikator teoritis ;  
 $P_{it} = 8,7763 \text{ kg/cm}^2$
- Tekanan indikator aktual ;  
 $P_i = 8,337 \text{ kg/cm}^2$
- Efisiensi mekanis ;  
 $\eta_m = 0,808$ , untuk motor 4 tak tanpa turbo charge.
- Tekanan efektif ;  $P_e = 6,736 \text{ kg/cm}^2$

#### 6. Perhitungan tenaga motor

Dari hasil perhitungan didapat ;

- Tenaga efektif ;  $N_e = 76,889 \text{ PS}$
- Tenaga indikator ;  $N_i = 95,172 \text{ PS}$
- Tenaga efektif yang hilang ;  
 $N_e \text{ hilang} = 83 - 76,899 = 6,101 \text{ PS}$

#### 7. Perhitungan ekonomis dan neraca panas motor

Dari perhitungan didapat ;

- Pemakaian bahan bakar spesifik indikator ;  
 $b_i = 0,16346 \text{ kg/PS.jam}$
- Pemakaian bahan bakar efektif ;  
 $b_e = 0,2023 \text{ kg/PS.jam}$
- Pemakaian bahan bakar tiap jam ;  
 $B = 15,5564 \text{ kg/jam}$
- Panas yang dihasilkan oleh pemakaian bahan bakar tiap jam ;  
 $Q_f = 157101,91 \text{ kkal/jam} = 100 \%$
- Panas yang digunakan untuk menghasilkan tenaga efektif ;  
 $Q_e = 48593,848 \text{ kkal/jam} = 30,93 \%$
- Panas yang diambil oleh bahan pendingin (air dan oli) ;  
 $Q_{cool} = 50272,61 \text{ kkal/jam} = 32,000 \%$
- Panas yang keluar bersama gas buang ;  
 $Q_{eg} = 42308,95 \text{ kkal/jam} = 26,93 \%$
- Panas yang hilang pada pos penutup (radiasi panas dari mesin, gesekan dan pembakaran tidak sempurna) ;  
 $Q_{res} = 15926,5 \text{ kkal/jam} = 10,14 \%$

### III.4. Spesifikasi unjuk kerja mesin

Tabel 1. Perbandingan kondisi unjuk kerja mesin

No	Parameter perhitungan	Sat.	Hasil kajian		Ket.
			Kondisi I	Kondisi II	
1	Volume ruang kompresi, $V_c$	cc	28,848	22,665	turun
2	Volume langkah torak, $V_t$	cc	611,580	617,763	naik
3	Perbandingan kompresi, $\epsilon$	-	22,2	27,983	naik
4	Tekanan indikator, $P_i$	—	8,9942	8,3370	turun
5	Tekanan efektif, $P_e$	—	7,2704	6,7360	turun
6	Tekanan akhir kompresi, $P_c$	—	62,504	85,031	naik
7	Tekanan akhir ekspansi, $P_b$	—	2,8596	2,6923	turun
8	Temperatur akhir kompresi, $T_c$	$^\circ\text{K}$	1035,052	1117,090	naik
9	Temperatur pembakaran max, $T_z$	$^\circ\text{K}$	2231,453	2112,593	turun
10	Temperatur akhir ekspansi, $T_b$	$^\circ\text{K}$	1007,841	924,683	turun
11	Efisiensi pengisian, $\eta_{ch}$	-	0,8324	0,8244	turun
12	Tingkat ekspansi pendahuluan, $\rho$	-	1,289	1,5648	naik
13	Tingkat ekspansi susulan, $\delta$	-	17,223	17,883	naik
14	Tenaga indikator, $N_i$	PS	102,723	95,172	turun
15	Tenaga efektif, $N_e$	PS	83	76,899	turun
16	Pemakaian bb spesifik indikator, $b_i$	—	0,13197	0,16346	naik
17	Pemakaian bb efektif, $b_e$	—	0,1630	0,2023	naik
18	Pemakaian bb tiap jam, B	—	13,5560	15,5564	naik
19	Panas akibat pemakaian bb, $Q_f$	—	136919,5	157101,9	naik
20	Panas untuk tenaga efektif, $Q_e$	—	52456,00	48593,85	turun
21	Panas diambil bahan pendingin, $Q_{cool}$	—	43814,25	50272,61	naik
22	Panas yg keluar dgn gas buang, $Q_{eg}$	—	36869,50	42308,95	naik
23	Panas yg hilang pada pos penutup, $Q_{res}$	—	3781,718	15926,5	naik

### IV. PENUTUP

#### IV.1. Kesimpulan

Dari pembahasan diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan adanya kerak karbon yang melekat diatas kepala torak, maka volume udara pengisian menjadi berkurang sehingga perbandingan campuran antara udara dan bahan bakar yang diinjeksikan untuk terjadi pembakaran yang baik, kurang menguntungkan. Hal ini dapat dilihat bahwa efisiensi pengisian pada kondisi II lebih kecil dari kondisi I ( $\eta_{ch}$  turun).
2. Volume kerak karbon ( $V_{kk}$ ) yang didapat melalui pengukuran sebesar 6,183 cc mempersempit volume ruang kompresi ( $V_c$ ) dari 28,848 cc (kondisi I) menjadi 22,665 cc (kondisi II) atau  $V_c$  lebih kecil atau turun.
3. Pemakaian bahan bakar per jam (B) juga meningkat/boros 2 kg/jam atau 12,86 % (kondisi I; B = 13,556 kg/jam menjadi kondisi II; B = 15,556 kg/jam). Dengan demikian panas yang dihasilkan oleh pemakaian bahan bakar per jam  $Q_f = 157101,91 \text{ kkal/jam}$ , yang digunakan untuk menghasilkan tenaga efektif hanya sebesar  $Q_e = 48593,848 \text{ kkal/jam}$  (30,93 % dan lebih kecil  $Q_e$  ijin = 32 ÷ 40%) untuk kondisi II lebih kecil atau turun jika dibandingkan dengan  $Q_e = 52456 \text{ kkal/jam}$

(38,311%) untuk kondisi I, panas  $Q_{cool}$  dan  $Q_{eg}$  juga naik tapi masih berada pada batas prosentase yang diijinkan, sedangkan panas  $Q_{res}$  juga naik melebihi prosentase yang diijinkan ( $Q_{res\ ijin} = 2 \div 3 \%$ ) yakni;  $Q_{res} = 15926,5$  kkal/jam (10,14 %).

4. Dengan adanya kerak karbon diatas kepala torak dan turunnya  $Q_e$  dan naiknya  $Q_{cool}$  dan  $Q_{eg}$ , serta naiknya  $Q_{res}$  yang ekstrim (tabel.1), maka secara keseluruhan mempengaruhi unjuk kerja mesin itu sendiri, sehingga mengakibatkan kehilangan tenaga efektif sebesar  $N_e = 6,101$  PS atau 7,3506 % (penurunan tenaga efektif  $N_e = 83$  PS menjadi  $N_e = 76,899$  PS).

#### IV.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka dapatlah diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Hendaknya para pemakai mobil (diesel) harus memperhatikan dengan teliti setiap komponen-komponen mesin terutama yang menyangkut proses pembakaran dan juga cincin-cincin torak bila bocor maka pelumas dapat masuk ruang kompresi dan bisa menimbulkan kerak karbon, yang sangat berpengaruh terhadap kondisi motor, juga kebersihan tangki bahan bakar.
2. Perlu perhatikan penggunaan kualitas bahan bakar, karena sangat berpengaruh terhadap adanya kerak karbon bila kualitasnya jelek.
3. Jika temperatur naik dan mesin kurang bertenaga, jangan memaksakan mesin beroperasi, karena dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen-komponen mesin yang lain dan segera dibawa ke bengkel untuk diperbaiki kerusakannya.

#### Daftar Pustaka

1. -----, "Marine Engineering I," Overseas Fishery Cooperation Foundation.
2. -----, "Bahan Bakar Minyak", Pertamina.
3. Allison. (1984), "Detroit Diesel Engine", Printed in USA.
4. Arismunandar Wiranto dan TSuda Koichi. (1997), "Motor Diesel Putaran Tinggi", Pradnya Paramita, Jakarta.
5. Malev V.L dan Priambodo B.(1995), "Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel", Erlangga, Jakarta.
6. Petrovsky N. (1964), "Marine Internal Combustion Engine", Mir Publisher, Moscow