

PENGARUH KEAUSAN RING PISTON TERHADAP KINERJA MESIN

Didit Sumardiyanto, Syahrial Anwar
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh keausan ring piston pada mesin diesel B&W Type : 6S50MC, terhadap kinerja mesin. Penelitian dilakukan dengan mencatat data-data indikator kinerja mesin sebelum dilakukan penggantian dan setelah dilakukan penggantian ring piston. Hasil yang diperoleh pada kondisi ring piston belum dilakukan penggantian Daya Efektif sebesar 11.959 hp, Efisiensi thermal Efektif 36.96% dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik sebesar 171 g/hp.h, Sedangkan pada kondisi ring piston sesuai dengan standar, mesin menunjukkan kinerja, Daya Efektif 12.899 hp, Efisiensi Thermal Efektif 39.8%, dan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 158.8 g/hp.h

Kata Kunci :

Mesin diesel, ring piston, kinerja mesin

PENDAHULUAN

Prinsip utama proses pembakaran pada mesin diesel adalah mengkompresi udara pembakaran yang "terjebak" di dalam ruang bakar sehingga tekanan dan temperaturnya melampaui titik nyala secara spontan bahan bakar mesin diesel. Sehingga tekanan pada akhir kompresi menentukan besarnya tekanan akhir pembakaran. Oleh karena itu pada saat proses kompresi dihindari semaksimal mungkin terjadinya kebocoran yang akan berpengaruh pada tekanan kompresi.

Akibat pengoperasian mesin yang tidak memenuhi standar, maka ring piston akan mengalami keausan lebih awal. Kondisi yang berpengaruh terhadap kecepatan keausan ring piston diantaranya adalah : terlalu awal mesin dibebani dan proses pembakaran yang tidak sempurna sehingga terjadi arang karbon disela-sela ring piston.

Akibat dari kondisi tersebut adalah menurunkan kinerja mesin dan pada akhirnya menyebabkan pemborosan.

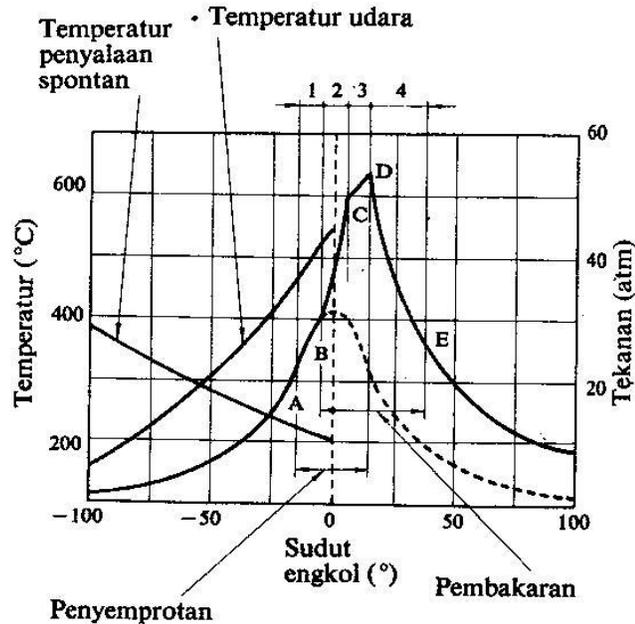
TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh keausan ring piston terhadap kinerja mesin diesel

TINJAUAN PUSTAKA

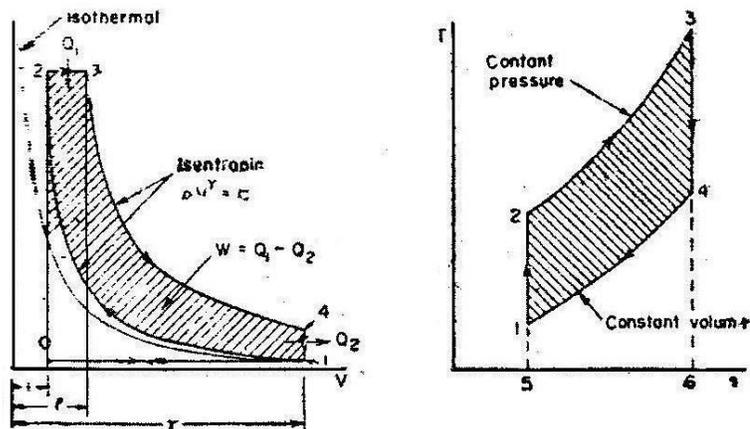
Mesin diesel adalah salah satu mesin konversi energi pembakaran dalam jenis storak, yang mengubah energi termal hasil reaksi kimia antara bahan bakar dan udara, menjadi energi mekanis. Pada mesin diesel proses penyalan bahan bakar terjadi secara spontan akibat temperature campuran antara udara dan bahan bakar melampaui pembakaran spontan dari bahan bakar. Pada Gambar 1 ditunjukkan temperatur akhir kompresi mencapai lebih 400 °C, sedangkan penyalan spontan bahan bakar terjadi di bawah temperatur 400 °C. Besarnya daya yang dihasilkan oleh mesin

diesel tergantung pada banyaknya bahan bakar yang dapat terbakar dengan sempurna di dalam ruang bakar. Tekanan yang terjadi akibat proses pembakaran tergantung pada tekanan akhir kompresi udara oleh piston. Jika terjadi kebocoran pada saat mengkompresi udara pembakaran, maka menyebabkan tidak maksimalnya tekanan akhir pembakaran. Akibatnya gaya dorong yang diterima oleh piston menjadi berkurang.



Gambar 1 Diagram indikator hipotetik mesin diesel¹

Hal tersebut disebabkan karena perbandingan kompresi pada mesin diesel yang tinggi, yaitu berkisar antara 1:12 sampai dengan 1: 20, sehingga pada saat menjelang akhir kompresi bahan bakar dimasukkan/diinjeksikan ke dalam ruang bakar dalam bentuk kabut halus, sesaat kemudian bahan bakar secara spontan akan terbakar dengan sendirinya, oleh karenanya disebut juga *compression ignition engine (CIE)*. Secara teoritis siklus kerja mesin diesel seperti terlihat pada Gambar 2 Pemasukan kalor (proses pembakaran) terjadi pada tekanan konstan.



Gambar 2 Diagram P-V dan T-S pada siklus kerja mesin diesel

Keterangan :

- Proses 1-2 : Kompresi Isentropis (reversibel adiabatik)
- Proses 2-3 : Proses Pembakaran pada Tekanan Konstan (Isobaric)
- Proses 3-4 : Ekspansi Isentropis
- Proses 4-1 : Pelepasan kalor pada volume konstan (Isokhoric)
- Q_1 : Energi termal yang dimasukkan ke sistem
- Q_2 : Pelepasan gas sisa pembakaran
- W : Kerja yang dihasilkan oleh sistem

Ditinjau dari siklus/daur pembakarannya, mesin diesel dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu :

- **Diesel 2 Langkah atau 2 Tak,**
Pada mesin diesel 2 Tak, untuk melakukan 1 siklus kerja diperlukan 1 putaran poros engkol (*crankshaft*) atau 2 kali langkah piston, yaitu satu kali langkah maju dan satu kali langkah mundur.
- **Diesel 4 Langkah**
Pada mesin diesel 4 Tak, 1 siklus pembakaran ditempuh melalui 2 putaran poros engkol atau 4 langkah piston

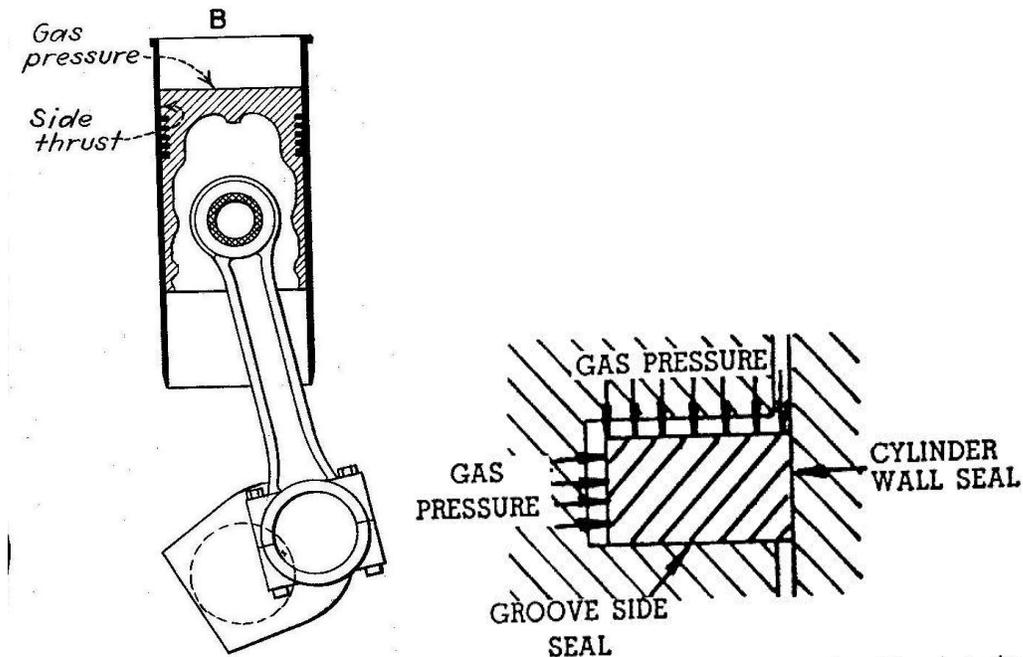
Elemen-elemen Penghasil Daya

Elemen-elemen yang berkaitan dengan penghasil daya, diantaranya adalah :

1. Piston beserta ring piston, piston pin dan bushing
2. Lengan ayun (connecting rods)
3. Poros engkol Icrank shaft)
4. Silinder
5. Katup isap/buang
6. Cilynder head

Ring Piston

Fungsi ring piston adalah untuk merapatkan celah antara piston dan silinder liner agar tidak terjadi kebocoran saat proses kompresi. Oleh karenanya kondisi ring piston sangat berpengaruh terhadap hasil akhir kompresi di dalam silinder dari sebuah mesin.



Gambar 3 Tekanan gas pembakaran terhadap ring kompresi

Pada Gambar 2.3 ditunjukkan tekanan yang diterima oleh permukaan piston, yaitu berupa gesekan terhadap dinding silinder, berupa dorongan akibat tekanan dari ruang bakar dan dari dinding silinder.

Untuk mengurangi kecepatan-ausan dari ring piston akibat gesekan, maka antara ring piston dan silinder diberi pelumasan yang cukup..

Beberapa penyebab kerusakan pada ring piston diantaranya adalah :

- Terlalu kencang (*pressure gap* terlalu sempit)
- Terjadi masalah pada sistem pelumasan silinder
- Deposit carbon akibat pembakaran yang tidak sempurna atau pengotor lainnya
- Mesin dioperasikan pada saat belum cukup panas

Dasar Perhitungan Kinerja Mesin

Daya Efektif atau Daya Poros (N_e)

Daya efektif atau disebut dengan nama Daya Poros, adalah daya riil yang dihasilkan oleh mesin yang bisa dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak, baik untuk penggerak alternador (pada mesin diesel generator) maupun untuk sumber penggerak poros alat transportasi (penggerak propeler pada kapal atau sebagai penggerak as roda pada kendaraan darat).

Daya efektif adalah daya yang dihitung/diukur berdasarkan besarnya Torsi pada poros engkol dikalikan dengan kecepatan putarnya.

Untuk mengetahui besarnya torsi digunakan Dinamometer.

$$N_e = \frac{T \cdot n}{716.19} (hp)$$

Dimana :

N_e : Daya Efektif (hp)

T : Torsi (N.m)

n : Kecepatan putar poros engkol (rpm)

Efisiensi Thermal Efektif

Dimana :

G_{bb} : Jumlah bahan bakar yang dikonsumsi (kg/jam)

N_e : Daya Efektif (hp)

H_b : Nilai kalor bahan bakar, rata-rata : 10.000 kcal/kg.

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah jumlah (kg) bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan Daya sebesar 1 hp dalam waktu satu jam. Semakin besar nilai Konsumsi Bahan Bakar Spesifik dari pengoperasian sebuah mesin, maka artinya mesin tersebut semakin boros. Titik optimal dari suatu mesin adalah kondisi dimana kebutuhan bahan bakar untuk menghasilkan daya adalah yang paling kecil.

Besarnya konsumsi bahan bakar spesifik dari suatu mesin dapat diperoleh dari persamaan berikut² :

$$b_e = \frac{632}{H_b \times \eta_{te}} (kg / hp.h)$$

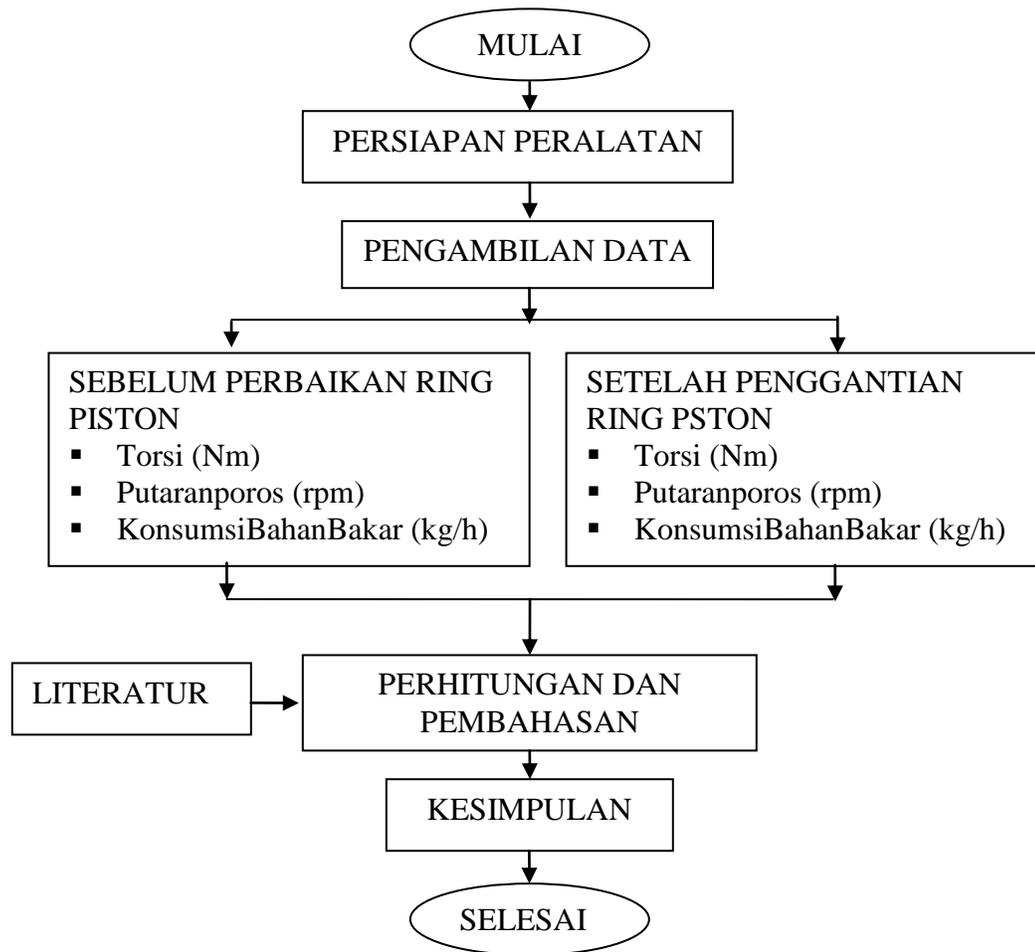
Dimana :

H_b : Nilai kalor bahan bakar (kcal/kg)

η_{te} : Efisiensi thermal efektif (%)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Adapun urutan tahapan yang dilakukan adalah seperti terlihat pada Gambar 4



Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

DATA DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

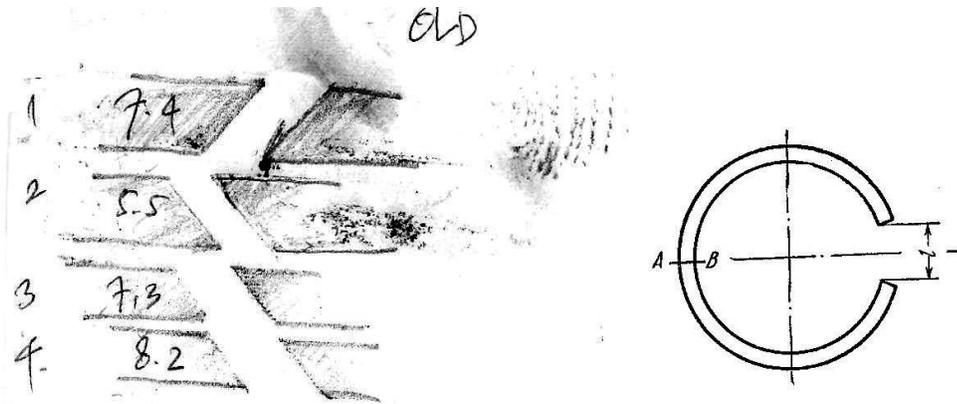
Spesifikasi Teknis

- Merek : B&W, 6S50MC, 2 stroke engine
- Diameter silinder : 500 mm
- Panjang Langkah : 2000 mm
- Power output : 9.480 kW (12.900 hp)
- Putaran : 127 rpm
- Jumlah silinder : 6

Data Hasil Pengukuran

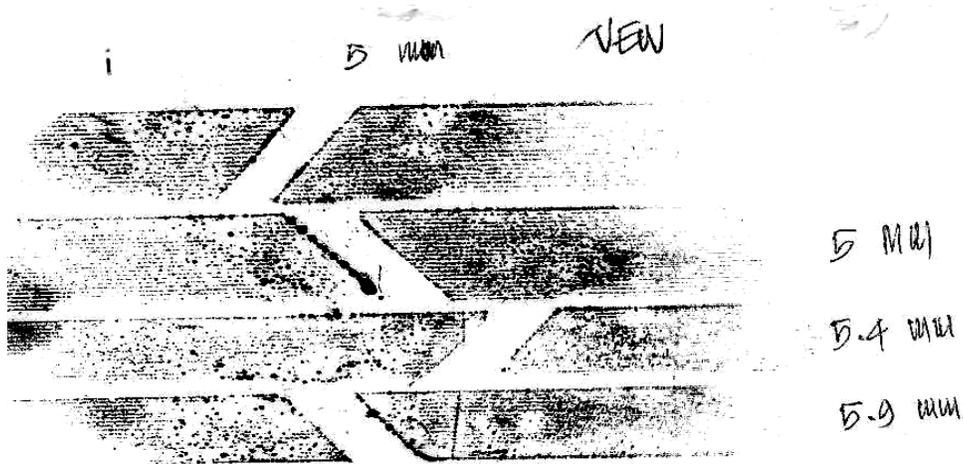
Kondisi celah ring piston sebelum penggantian dan setelah penggantian

Celah Ring Piston Pada Saat Mengalami Keausan



Gambar 5. Kondisi celah ring piston sebelum perbaikan

Celah Ring Piston Setelah Penggantian



Gambar 6. Kondisi celah piston sesudah diadakan penggantian

Tabel 1 Data hasil pengukuran

| INDIKATOR | KONDISI RING PISTON | |
|---------------------------|---------------------|---------------------|
| | SEBELUM PERBAIKAN | SETELAH PENGGANTIAN |
| Putaran, rpm | 127 | 127 |
| Konsumsi B. Bakar, kg/jam | 2045 | 2045 |
| Torsi, kg.m | 6882 | 7423 |
| Kondisi Gas Buang | Lebihtebal | Normal |

Catatan : Data ini diambil berdasarkan putaran mesin dan konsumsi bahan bakar yang sama

Perhitungan Kinerja Mesin Pada Kondisi Ring Piston mengalami Keausan Daya Efektif (N_e)

Yaitu daya yang riil yang bisa dihasilkan oleh mesin melalui poros engkol, besarnya daya efektif :

$$N_e = \frac{T \cdot n}{716,2} (hp)$$

dimana :

$$T : 6882 \text{ kg.m} = 67443.6 \text{ N.m} (g = 9.8 \text{ m/s}^2)$$

n : Kecepatanputar poros, 127 rpm

Maka Daya Efektif :

$$N_e = \frac{67443.6 \times 127}{716.2} = 11959 (hp)$$

Efisiensi Termal Efektif

Yaitu suatu nilai yang menunjukkan kemampuan mesin (menghasilkan daya efektif) terhadap kalor yang dibangkitkan di dalam silinder

$$\eta_{te} = \frac{N_e \times 632}{G_{bb} \times H_b}$$

Dimana :

G_{bb} : Jumlah bahan bakar yang dikonsumsi = 2045 (kg/jam)

N_e : Daya Efektif = 11959 (hp)

H_b : Nilai kalor bahan bakar : 10.000 kcal/kg

Maka efisiensi termal efektif :

$$\eta_{te} = \frac{11959 \times 632}{2045 \times 10000} \times 100\% = 36.96\%$$

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

$$b_e = \frac{632}{H_b \times \eta_{te}} (kg / hp.jam.)$$

Dimana : = 9600(kcal/kg)

η_{te} : Efisiensithermal

H_b : Nilai kalor bahan bakar efektif = 36.96(%)

$$b_e = \frac{632}{9600 \times 36.96\%} = 0,178(kg / hp.jam.) = 178(g / hp.h)$$

Kinerja Mesin Pada Kondisi Ring Piston Sudah Diganti Daya Efektif (Ne)

Yaitu daya yang riil bisa dihasilkan oleh mesin melalui poros engkol, besarnya daya efektif :

$$N_e = \frac{T.n}{716,2} (hp)$$

Dimana :

T : 7,423kg.m = 72745.4N.m ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

n : Kecepatanputarporos, 127 rpm

MakaDayaEfektif :

$$N_e = \frac{72745.4 \times 127}{716.2} = 12.899(hp)$$

Efisiensi Termal Efektif

$$\eta_{te} = \frac{N_e \times 632}{G_{bb} \times H_b}$$

dimana :

G_{bb} : Jumlah bahan bakar yang dikonsumsi = 2045(kg/jam)

N_e : Daya Efektif = 12899(hp)

H_b : Nilai kalor bahan bakar : 9.600kcal/kg.(dari spesifikasi bahan bakar)

Maka efisiensi termal efektif :

$$\eta_{te} = \frac{12899 \times 632}{2045 \times 9600} \times 100\% = 41.5\%$$

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

$$b_e = \frac{632}{H_b \times \eta_{te}} (kg / hp.jam.)$$

Dimana :

H_b : Nilai kalor bahan bakar = 9600(kcal/kg)

η_{te} : Efisiensithermalefektif = 41.5(%)

$$b_e = \frac{632}{9600 \times 41.5\%} = 0,1586(kg / hp.jam.) = 158.6(g / hp.h)$$

Tabel2. HasilPerhitungan

| INDIKATOR KINERJA | SATUAN | KONDISI RING PISTON | | PERBEDAAN |
|-----------------------|--------|---------------------|-----------------|-----------|
| | | Sebelum Perbaikan | Setelah Diganti | % |
| DayaEfektif, Ne | hp | 11959 | 12899 | 7.86 |
| Eff.ThermalEfektif | % | 36.96 | 41.5 | 12.3 |
| Kons. BB Spesifik, be | g/hp.h | 178 | 158.6 | 10.88 |

KESIMPULAN

Dari hasil pengecekan di lapangan, ring piston dari beberapa silinder telah mengalami keausan. Hal tersebut bisa dilihat dari lebar celah ring piston.

Dari data-data tersebut, maka setelah dilakukan perhitungan, akibat terjadinya keausan pada ring piston, kinerja mesin menjadi menurun. Daya efektif turun dari 12.899 hp menjadi 11.959 hp, atau turun sebesar 7.86%. Akibatnya daya efektif, maka menyebabkan efisiensi termal efektif, yaitu dari 41.5% menjadi 36,96%, dan akibatnya konsumsi bahan bakar spesifik naik dari 158.6g/hp.h menjadi 178g/hp. Artinya mesin lebih boros 10.88%, setiap jam untuk menghasilkan daya efektif sebesar 1 hp.

Pada gas buang, untuk mesin pada kondisi ring piston yang mengalami keausan memiliki asap yang lebih tebal dibandingkan dengan ring piston yang telah mendapat perbaikan, hal tersebut dikarenakan pelumas dari ring piston ikut terbakar dan keluar bersama-sama gas buang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aris Munandar, Wiranto, *penggerak Mula Motor Bakar Torak*, ITB Edisi ke-4, Bandung, 1988.
2. J. P. Holman, *Perpindahan Kalor*, Erlangga, Jakarta, 1995
3. Ir. M. J. Djoko Satyardjo, *Ketel Uap*, Paramita Edisi ke-5, Jakarta, 2003