

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

Vibrometer 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



PENGARUH KEAUSAN BUBUNGAN KATUP MASUK TERHADAP DAYA MOTOR INDUK PADA KM NUSANTARA PERDANA

Prayitno Ciptoadi^{*)}
V.I. Berhиту^{**)}

Abstract

Nusantara Perdana Motor Ship using a Diesel Engine as it is main engine. The Diesel engine of four stroke type has activator of valve which is function to include mixture fuel air to process combustion into cylinder and mechanism activator of valve to out gas result of combustion. If admission valve opened by then cylinder room in of piston relate to channel throw away or atmosphere. Mechanism activator of valve which is usually weared by using cam axis (*cam shaft*) coresponding with lever bar (*push rod*) later then relate to arm swing (*rocker arm*) later on can open and close valve during taking place activity process it. Because of long time operation, cam curvature size has wearing out (change in clearance). The aim of this research is to analysis influence of wearing out of curvature size toward engine power. From the result of kinematics and thermodynamics calculation of engine cycle, it is find that engine power decrease as much as 38,746 HP.

Key word: cam curvature, kinematics and thermodynamics of engine cycle, engine power.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor Diesel merupakan salah satu motor pembakaran dalam, dimana daya yang dihasilkan diperoleh dari proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan dalam silinder. Daya termal yang dihasilkan di dalam silinder kemudian dirubah menjadi daya mekanik pada poros engkol. Dalam pengoperasiannya, motor tersebut dapat mengalami performansi daya yang tidak konstan, seperti terjadinya penurunan daya.

Penurunan daya motor dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Apabila motor tersebut sudah beroperasi dalam waktu yang cukup lama, maka faktor kondisi teknis dari komponen-komponen motorlah yang sangat mempengaruhi besarnya daya yang dihasilkan oleh motor tersebut. Hal ini berarti bahwa bila kondisi teknis komponen-komponen suatu motor dalam keadaan baik atau tidak mengalami kerusakan tertentu, maka pengoperasian motor tersebut dapat menghasilkan daya yang optimal sesuai dengan yang direncanakan. Selain itu penurunan daya suatu motor dapat juga disebabkan oleh kesalahan dalam pemasangan detail-detail komponen motor tersebut pada saat mereparasi, karena tidak mengikuti rekomendasi pabrik atau tidak dikerjakan dengan teliti sehingga tidak tepat dalam posisi pemasangannya.

KM Nusantara Perdana menggunakan motor Diesel merek Daihatsu PS-26 sebagai motor penggerak. Prinsip kerja motor ini adalah sistem kerja motor empat-tak, sehingga terdapat mekanisme penggerak katup yang berfungsi untuk memasukkan campuran bahan bakar udara untuk proses pembakaran ke dalam silinder dan mekanisme penggerak katup untuk mengeluarkan gas hasil pembakaran.

Mekanisme penggerak katup yang biasanya dipakai adalah dengan menggunakan poros bubungan (*cam shaft*) yang berhubungan dengan batang pengungkit (*push rod*) kemudian berhubungan dengan lengan ayun (*rocker arm*) yang selanjutnya dapat membuka dan menutup katup selama berlangsungnya proses kerja. Poros bubungan (*cam shaft*) pada motor Daihatsu PS-26 memiliki 2 buah bubungan yang berfungsi untuk membuka dan menutup katup. Akibat dari beban kerja bubungan yang berlangsung terus-menerus, puncak bubungan mengalami perubahan yakni terjadi keausan pada bagian puncak lengkungannya.

Keausan bubungan sangat berpengaruh terhadap tinggi bukaan katup dan waktu yang dibutuhkan untuk membuka dan menutupnya katup. Semakin kecil tinggi bukaan katup mengakibatkan semakin singkatnya waktu membuka dan menutup katup. Hal ini mengakibatkan campuran bahan bakar udara yang disalurkan masuk melalui katup isap ke dalam silinder berkurang, sehingga akhirnya berpengaruh terhadap daya motor.

Penelitian ini bertujuan menganalisis seberapa besar pengaruh keausan bubungan katup masuk terhadap daya motor.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Bubungan (Cam)

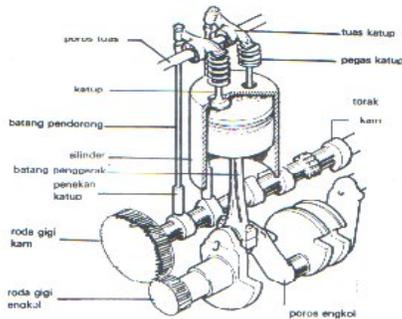
Bubungan (cam) adalah bagian mekanisme katup yang ditugaskan mengubah gerak putar menjadi gerak lurus pada katup atau dapat juga dikatakan cam ialah alat yang digunakan untuk mengatur saat-saat pembukaan katup. Untuk satu silinder dibutuhkan dua bubungan, pemasukan dan pengeluaran. (V. L. Maleev, 577)

Bubungan biasanya terbuat dari baja tempa atau baja pergas sehubungan dipasang pada poros

^{*)} Prayitno Ciptoadi ;Dosen Program Studi Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Unpatti

^{**)} V.I.Berhиту; Alumni Program Studi Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Unpatti

bubungan. Kontour bubungan ditentukan oleh sudut pembukaan dan penutupan katup yang bersangkutan, kecepatannya dan saat pembukaan katup. (C. C. Pounder, 419)



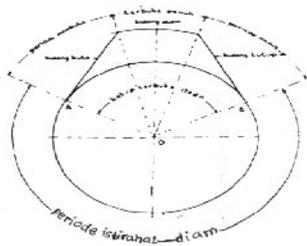
Gbr 1. Hubungan Bagian-bagian Utama Motor Diesel

Dalam operasinya poros bubungan digerakkan oleh poros engkol melalui transmisi roda gigi atau rantai dimana untuk motor empat tak, perbandingan roda gigi pada poros bubungan dua kali lebih banyak daripada roda gigi poros engkol sehingga putaran poros bubungan adalah 180^0 putaran poros engkol. Dengan demikian katup masuk dan buang masing-masing terbuka satu kali untuk setiap dua kali putaran poros engkol.

2.2. Konstruksi Lengkungan Bubungan

Pada prinsipnya, kecepatan katup terbuka atau tertutup tergantung pada bidang lengkungan bubungan. Menurut bentuk sisinya bubungan dibedakan atas bubungan dengan sisi cekung, sisi cembung, dan sisi lurus.

Bubungan dengan sisi lurus lazim dinamakan cam tangensial. Dalam hal ini garis kerja bubungan ditarik lurus menyinggung lingkaran dasar sebesar sudut yang mengapit sudut kerja. Untuk jenis ini banyak dipakai pada motor kecepatan rendah. Jenis bubungan ini yang dipakai pada motor Daihatsu PS-26.



Gbr 2. Bentuk Lengkungan Bubungan Dengan Sisi Lurus Dan Penamaan Bagian-Bagian

2.2 Terjadinya Perubahan Lengkungan Bubungan

Keausan dapat didefinisikan sebagai proses perubahan ukuran pada bagian permukaan bidang gesek dari bagian-bagian mesin akibat gesekan ataupun tumbukan. (D. Benkovsky: 15)

Pada prinsipnya keausan tidak dapat dihindari akibat permukaan bagian-bagian yang selalu bergesekan, tetapi untuk mengurangi keausan dapat dilakukan dengan pendekatan-pendekatan berupa :

- o Kemampuan perlawanan material terhadap perlakuan kerja yang diberikan
- o Adanya pelumasan yang baik terhadap bagian-bagian yang mengalami gesekan

Pendekatan-pendekatan seperti diatas telah pula dilakukan terhadap bubungan pada motor Daihatsu PS-26. Namun akibat dari proses kerja dari motor yang cukup lama, maka cam tersebut mengalami keausan.

Mengenai penentuan besarnya keausan secara umum atau keseluruhan, dapat dilakukan berdasarkan metode-metode berikut ini :

- Penentuan keausan dengan cara menimbang
- Penentuan keausan berdasarkan analisa kandungan hasil keausan dalam minyak pelumas
- Penentuan keausan dengan menggunakan alat ukur mikrometer ataupun jangka sorong.

Metode terakhir inilah yang dipakai untuk menentukan besarnya perubahan lengkungan sebagai akibat dari keausan yang terjadi pada bubungan motor Daihatsu PS-26, dimana pada metode ini pengukuran keausan dilakukan secara mikrometik dengan menggunakan mikrometer sekrup, sehingga keausan dari permukaan singgung dapat dideteksi.

III METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada PT. NUSANTARA FISHERY yang merupakan pemilik kapal. Pengumpulan data dilakukan melalui:

1. Observasi, untuk melakukan pengukuran keausan bubungan.
2. Wawancara dengan pemilik dan pihak-pihak yang terlibat dengan pekerjaan.

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

1.Data Motor Yang Digunakan

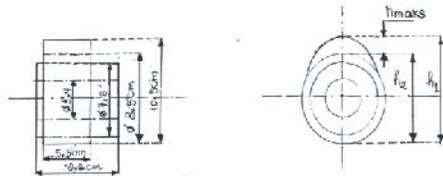
1.	Merek motor	Daihatsu
2.	Model motor	6 PSHtCM - 26E
3.	Type motor	4 Cycle Vertical Diesel
4.	Negara pembuat	Jepang
5.	Daya efektif motor (N _e)	750 PK

6.	Tekanan efektif (P _e)	9.20 Kg/cm ²
7.	Putaran motor (n)	720 Rpm
8.	Jumlah silinder (i)	6 Buah
9.	Perbandingan kompresi (ε)	14 : 1
10.	Bore x Stroke	260 mm x 320 mm
12.	Temperatur kamar mesin	37°C
12.	Tekanan udara luar	1 atm (Tanpa Supercharger)
13.	Katup masuk (isap)	membuka 80° Sebelum TMA
		menutup 45° Sesudah TMB
14.	Katup buang	membuka 50° Sebelum TMB
		menutup 60° Sesudah TMA

2.Data Hasil Pengukuran Profil Bubungan

Data pengukuran bubungan dan keausannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

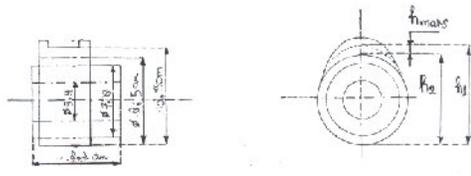
a. Untuk Kondisi Normal



Keterangan :

$$\begin{aligned} h \text{ maks} &= h_1 - h_2 \\ &= 10,5 - 8,5 \\ &= 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Untuk Kondisi Aus



Keterangan :

$$\begin{aligned} h \text{ maks} &= h_1 - h_2 \\ &= 10,2 - 8,5 \\ &= 1,7 \text{ cm} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Kinematika Motor Sebelum Dan Sesudah Perubahan Lengkungan Bubungan

3.1. Parameter Perhitungan Tinggi Angkat Katup Dengan Kecepatan Udara Masuk Konstan

$$h = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot V_l \cdot \cos \alpha} \cdot V_p \text{ (m)}$$

dengan :

$$F = \text{Luas penampang torak (m}^2\text{)}$$

V_p = Kecepatan torak (m/det)

d = Diameter dalam dudukan katup (m)

V_l = Kecepatan udara pada katup masuk (m/det)

α = Sudut dudukan katup

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

D = Diameter Silinder (mm)

$$V_p = \frac{S \cdot n}{30} \text{ (m / det)}$$

Dengan

S = Panjang langkah torak (mm)

n = Putaran motor (rpm)

$$V_l = V_p \cdot \frac{F}{a_{is}} \text{ (m / det)}$$

a_{is} = Luas laluan pada katup masuk

$$a_{is} \text{ (normal)} = \pi \cdot d \cdot h \text{ max (normal)} \cdot \cos \alpha \text{ (m}^2\text{)} \text{ (M. Khovakh, 89)}$$

$$a_{is} \text{ (aus)} = \pi \cdot d \cdot h \text{ max (aus)} \cdot \cos \alpha \text{ (m}^2\text{)}$$

3.2. Parameter Perhitungan Tinggi Profil Bubungan Dengan Percepatan Dan Waktu Pembukaan Katup

a. Lamanya Waktu Katup Terbuka

$$T = \frac{60 \cdot Q_0}{n_b \cdot 360} \text{ ; (det)}$$

dengan :

Q₀ = Sudut bubungan (derajat)

$$Q_0 = \frac{\phi}{2}$$

φ = Jumlah sudut engkol (derajat)

$$\phi = \mu_b + 180 + \mu_t$$

μ_b = derajat katup mulai membuka

μ_t = derajat katup mulai menutup

η_b = putaran bubungan (rpm)

$$= \frac{n}{2} \text{ ; (rpm)}$$

b. Kecepatan Maksimum Katup (V_m)

$$V_m = \frac{4 \cdot h \text{ max}}{T - T_0} \text{ ; (m / det)}$$

dengan :

h max = tinggi angkat katup

= h max (normal) dan h max (aus)

T = waktu lamanya katup terbuka

T₀ = waktu lamanya katup membuka maksimum (katup tidak bergerak)

(det)

c. Percepatan Positif Katup (a_1)

$$a_1 = \frac{8 \cdot h \max(1 + a_1 / a_2)}{(T - T_0)} ; (m / \det)$$

dengan :

$h \max$ = tinggi angkat katup
= $h \max$ (normal) dan $h \max$ (aus)

Untuk profil bubungan simetris maka :

$$T_0 = 0 \text{ dan } \frac{a_1}{a_2} = \frac{2}{3}$$

d. Percepatan Negatif Katup (a_2)

$$a_2 = \frac{2}{3} \cdot a_1 \text{ (m / det)}$$

dengan :

a_1 = percepatan positif katup (m/det)

e. Lamanya Waktu Katup Membuka Dengan Percepatan a_1

$$T_1 = \frac{T - T_0}{2(1 + a_1 / a_2)} \text{ (det)}$$

dengan :

T = waktu lamanya katup terbuka
 T_0 = waktu lamanya katup membuka maksimum. (katup tidak bergerak)

f. Lamanya Waktu Katup Membuka Dengan Percepatan a_2

$$T_2 = \frac{a_1}{a_2} \cdot T_1 ; \text{ (det)}$$

dengan :

T_1 = waktu lamanya katup membuka dengan percepatan a_1

4. Perhitungan Thermodinamika Motor Sebelum dan Sesudah Perubahan Lengkungan Cam

4.1 Parameter Proses Pengisian

a. Tekanan udara Pada Awal Langkah Kompresi (P_a)

$$P_a = P_0 - (\beta^2 + \xi \text{ is}) \frac{VI^2}{2} 10^{-5} ; (Kg / cm^2)$$

dengan :

($\beta^2 + \xi \text{ is}$) : Perlawanan pada sistem pemasukkan udara, yang harganya berkisar antara (1.15 – 3). Untuk kondisi :

- Normal diasumsikan : 2.0

- Aus diasumsikan : 1.18

VI : Kecepatan udara pada katup (pada perhitungan kinematika)

γ_0 : Berat jenis udara pada P_0 dan T_0

$$\gamma_0 = \frac{P_0 \cdot 10^4}{R \cdot T_0} \text{ (Kg / m}^3\text{)}$$

dengan :

(R = konstanta gas, yang besarnya : 29.3 Kgm/Kg⁰K)

b. Temperatur Udara Pada Awal Langkah Kompresi (T_a)

$$T_a = \frac{T_0 + \Delta tw + \gamma_r \cdot T_r}{1 + \gamma_r} ; \text{ (}^\circ\text{K)}$$

T_0 = Temperatur kamar mesin = 37^oC = 310 °K

Δtw = Kenaikan temperatur dari campuran, karena adanya kontak dengan dinding silinder dan torak. Untuk motor 4 langkah,

$\Delta tw = (10 - 20)^\circ\text{K}$. Untuk kondisi

i. Normal : Δtw diasumsikan = 16 °K

ii. Aus : Δtw diasumsikan = 17 °K

T_r = Temperatur gas-gas sisa pembakaran sebelum pembakaran sebelum bercampur dengan udara yang masuk kedalam silinder. Untuk motor diesel $T_r = (800 - 1000)^\circ\text{K}$. Untuk

T_r diasumsikan = 810 °K

Aus : T_r diasumsikan = 820 °K

γ_r = Koefisien gas-gas residu. Untuk motor 4 langkah $\gamma_r = (0.03 - 0.04)$. Untuk kondisi :

- Normal : γ_r diasumsikan = 0.032 °K

- Aus : γ_r diasumsikan = 0.04 °K

c. Efisiensi Pengisian (η_{ch})

$$\eta_{ch} = \frac{\varepsilon \cdot P_a \cdot T_0}{(\varepsilon - 1) \cdot P_o \cdot T_a \cdot (1 + \gamma_r)}$$

4.2. Parameter Proses Kompresi

a. Pangkat Politropik Kompresi (n_1)

$$A + B \cdot T_a (\varepsilon^{n_1-1} + 1) = \frac{1.985}{n_1 - 1}$$

dengan :

A dan B adalah koefisien-koefisien yang diperoleh dari eksperimen untuk udara, yaitu :

$$A = 4.62 \text{ dan } B = 53.10^{-5}$$

n_1 = Eksponen politropik kompresi yang harganya = (1.34 – 1.39)

Untuk memperoleh harga n_1 yang tepat, maka ruasan dan kiri dari persamaan di atas harus sama atau sebanding, dengan jalan memasukkan harga n_1 (1.34 – 1.39) ke dalam persamaan diatas.

b. Tekanan Udara Pada Akhir Langkah Kompresi (P_c)

Tekanan udara pada akhir langkah kompresi dapat dihitung menurut persamaan garis lengkung politropik yaitu :

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_1} ; (\text{Kg/cm}^2)$$

Dengan :

i. = Perbandingan kompresi

c. Temperatur Udara Pada Akhir Langkah Kompresi (T_c)

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n-1} ; (^\circ\text{K})$$

4.3. Parameter Proses Pembakaran

a.. Koefisien Kenaikan Tekanan (λ)

$$\lambda = \frac{P_z}{P_c}$$

dimana :

P_z = Tekanan pembakaran maksimum, Untuk P_z , harganya berkisar antara (55 - 75 Kg/cm^2). Untuk kondisi Normal maka P_z diasumsikan = 58 Kg/cm^2

Karena, tekanan dan temperatur pada akhir langkah kompresi menurun, maka jelas bahwa tekanan pembakaran juga menjadi turun.

λ = Harganya berkisar antara (1.4 – 1.6) untuk motor-motor pembakaran pendahuluan.

Untuk Kondisi : - Aus : λ diasumsikan 1.6, Apabila tingkat kenaikan tekanannya tetap, maka dengan berkurangnya tekanan pada akhir langkah kompresi (P_c), maka mengakibatkan tekanan pembakaran maksimum juga akan menurun.

b. Jumlah Udara teoritis yang diperlukan untuk pembakaran sempurna 1 Kg Bahan Bakar Cair (Lo^1)

$$Lo^1 = \frac{1}{0.21} \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O}{32} \right); (\text{molKg.bb})$$

dimana :

C = Kandungan carbon dalam bahan bakar = 86 %

H = Kandungan Hidrogen dalam bahan bakar = 13 %

O = Kandungan Oksigen dalam bahan bakar = 1 %

c. Banyaknya udara teoritis dalam satuan berat adalah :

$$L_o = 28.95 \cdot Lo^1$$

d. Jumlah Udara Sebenarnya Yang Diperlukan Untuk Pembakaran Sempurna 1 Kg Bahan Bakar Cair (L^1)

$$L^1 = \alpha \cdot Lo^1 (\text{mol/Kg.bb})$$

dengan :

α = Koefisien kelebihan udara yang harganya berkisar (1.3 – 1.7).

Untuk kondisi :

i. Normal : α diasumsikan = 1.42

ii. Aus : α diasumsikan = 1.7

e. Jumlah Molekul Gas-Gas Hasil Pembakaran Sempurna 1 Kg Bahan Bakar (Mg)

i. Carbondioksida (CO_2)

$$MCO_2 = \frac{C}{12} ; (\text{mol})$$

ii. Uap air (H_2O)

$$MH_2O = \frac{H}{2} ; (\text{mol})$$

iii. Nitrogen yang terdapat dalam udara (N_2)

$$MN_2 = 0.79 \cdot \alpha \cdot Lo^1 ; (\text{mol})$$

iv. Oksigen

$$MO_2 = 0.21 (\alpha - 1) Lo^1 ; (\text{mol})$$

Jadi jumlah gas-gas hasil pembakaran dari kg bahan bakar :

$$Mg = MCO_2 + MH_2O + MN_2 + MO_2 ; \text{mol}$$

f. Koefisien Perubahan Molekul (μ_o)

$$\mu_o = \frac{Mg}{L^1}$$

7. Koefisien Perubahan Molekul Dengan Memperhitungkan Sisa-Sisa Gas Residu (μ)

$$\mu = \frac{\mu_o + \gamma_r}{1 + \gamma_r}$$

g. Perbandingan Isi Relatif Gas-Gas Komponen Hasil Pembakaran

$$V_{CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{M_g}$$

$$V_{H_2O} = \frac{M_{H_2O}}{M_g}$$

$$V_{N_2} = \frac{M_{N_2}}{M_g}$$

$$V_{O_2} = \frac{M_{O_2}}{M_g}$$

Jumlah dari perbandingan isi relatif unsur-unsur ini adalah :

$$V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{O_2}$$

h. Harga Panas Jenis Molekul Gas Hasil Pembakaran Pada Volume Konstan (Mcv)g

$$(Mcv)g = Ag + Bg \cdot T_z \quad ; \quad (\text{kcal/mol}^{\circ}k)$$

dengan :

$$Ag = (V_{CO_2} \cdot A_{CO_2}) + (V_{H_2O} \cdot A_{H_2O}) + (V_{N_2} \cdot A_{N_2}) + (V_{O_2} \cdot A_{O_2})$$

Untuk : A_{CO_2} ; A_{H_2O} ; A_{N_2} ; A_{O_2} ; adalah koefisien-koefisien yang diperoleh berdasarkan eksperimen yang besarnya :

$$A_{CO_2} = 7.82 \quad ; \quad A_{H_2O} = 5.79$$

$$A_{N_2} = 4.62 \quad ; \quad A_{O_2} = 4.62$$

$$Bg = (V_{CO_2} \cdot B_{CO_2}) + (V_{H_2O} \cdot B_{H_2O}) + (V_{N_2} \cdot B_{N_2}) + (V_{O_2} \cdot B_{O_2})$$

Untuk : B_{CO_2} ; B_{H_2O} ; B_{N_2} ; B_{O_2} ; adalah koefisien-koefisien yang diperoleh berdasarkan eksperimen yang besarnya :

$$B_{CO_2} = 125 \cdot 10^{-5} \quad ; \quad B_{H_2O} = 112 \cdot 10^{-5}$$

$$B_{N_2} = 53 \cdot 10^{-5} \quad ; \quad B_{O_2} = 53 \cdot 10^{-5}$$

i. Harga Panas Jenis Molekul Pada Tekanan Konstan (Mcp)

$$(Mcp)g = (Mcv)g + 1.985 \quad ; \quad (\text{kcal/mol}^{\circ}K)$$

j. Harga Panas Jenis Molekul Pada Volume Konstan Dan Temperatur Akhir Kompresi (Mcv)a

$$(Mcv)a = Aa + Ba \cdot T_c \quad ; \quad (\text{kcal/mol}^{\circ}K)$$

dengan :

Aa dan Ba adalah koefisien yang diperoleh berdasarkan eksperimen :

$$Aa = 4.62 \quad \text{dan} \quad Ba = 53 \cdot 10^{-5}$$

k. Temperatur Maksimum Pembakaran (Tz)

$$\frac{\xi_z \cdot QL}{\alpha \cdot L_o \cdot (1 + \gamma_r)} + [(Mcv)a + (1.985 \cdot \lambda)] \cdot T_c = \mu (Mcp)g \cdot T_z$$

dengan :

ξ_z = Koefisien keuntungan panas yang besarnya antara antara (0.65 - 0.85). Untuk kondisi : normal dan aus diasumsikan sama : 0.85

QL = Nilai kalor bahan bakar (solar) : 10100 kcal/Kg.bb

Untuk memperoleh harga T_z , maka digunakan persamaan kuadrat :

$$T_z = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2 \cdot a} \quad ; \quad (^{\circ}K)$$

4.4. Parameter Proses Ekspansi

a. Derajat Ekspansi Pendahuluan (ρ)

$$\rho = \frac{\mu \cdot T_z}{\lambda \cdot T_c}$$

b. Derajat Ekspansi Lanjutan (δ)

$$\delta = \frac{\epsilon}{\rho}$$

c. Pangkat Poltropik Espansi (n_2)

$$Ag + Bg \cdot T_z \left(1 + \frac{1}{\delta^{n_2-1}} \right) = \frac{1.985}{n_2 - 1}$$

Dengan Ag dan Bg : panas jenis gas-gas hasil pembakaran. Untuk memperoleh n_2 maka ruas kanan dan kiri harus sama dengan jalan memasukkan harga n_2 yang besarnya (1.15 - 1.30).

d. Tekanan Akhir Ekspansi (P_b)

$$P_b = \frac{P_z}{\delta^{n_2}} \quad ; \quad (\text{Kg} / \text{cm}^2)$$

e. Temperatur Akhir Ekspansi (T_b)

$$T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2-1}} \quad ; \quad (^{\circ}K)$$

f. Perhitungan Tekanan Rata-Rata Indikator Teoritis (P_{it})

$$P_{it} = \frac{P_c}{\epsilon - 1} \left[\lambda \cdot (\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left\langle 1 - \frac{1}{\delta^{n_2-1}} \right\rangle - \frac{1}{n_1 - 1} \left\langle 1 - \frac{1}{\epsilon^{n_1-1}} \right\rangle \right] \quad ; \quad (\text{Kg} / \text{cm}^2)$$

dengan :

P_c = Tekanan udara akhir langkah kompresi (Kg/cm^2)

λ = Koefisien kenaikan tekanan

ρ = Derajat ekspansi pendahuluan

g. Tekanan Indikator Sebenarnya (P_i)

$$P_i = P_{it} \cdot \varphi \quad ; \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

dengan :

φ = faktor koreksi suatu diagram aliran indikator, untuk motor 4 langkah harganya (0.95 – 0.97).

Untuk kondisi :

- Normal : φ diasumsikan = 0.97

- Aus : φ diasumsikan = 0.97

h. Perhitungan Tekanan Efektif (P_e)

$$P_e = P_i \cdot \eta_m \quad ; \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

dengan :

η_m = Efisiensi mekanis, untuk motor empat langkah harganya (0.8 – 0.99). Untuk kondisi :

- Normal: η_m diasumsikan = 0.983

- Aus : η_m diasumsikan = 0.85

4.5. Parameter Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar

a. Daya Indikator Motor (N_i)

$$N_i = \frac{10^4 \cdot P_i \cdot V_s \cdot n \cdot i}{60 \cdot 75 \cdot Z} \quad ; \quad (\text{HP})$$

b. Efisiensi Mekanis (η_m)

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}$$

c. Daya Efektif Motor (N_e) setelah perubahan lengkungan cam akibat aus

$$N_e = N_i \cdot \eta_m \quad ; \quad (\text{HP})$$

d. Pemakaian Bahan Bakar Indikator Motor (b_i)

$$b_i = \frac{318.7 \cdot \eta_{ch} \cdot P_0}{\alpha \cdot L_o^1 \cdot T_0 \cdot P_i} \quad ; \quad (\text{Kg / HP.Jam})$$

e. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (b_e)

$$b_e = \frac{b_i}{\eta_m} \quad ; \quad (\text{Kg / HP.Jam})$$

f. Pemakaian Bahan Bakar Tiap Jam (B)

$$B = b_e \cdot N_e \quad ; \quad (\text{Kg/Jam})$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil-hasil seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Besaran-besaran parameter motor sebelum dan sesudah keausan bubungan

No	Besaran	Satuan	Hasil Perhitungan	
			Sebelum Keausan	Sesudah Keausan
1.	h	m	0,02	0,017
2.	V_l	m/det	89,977	105,8555
3.	a_{is}	m ²	4,531.10 ⁻³	3,851.10 ⁻³
4.	P_a	kg/cm ²	0,92	0,93
5.	T_a	⁰ K	341,007	345,961
6.	η_{ch}	-	0,872	0,862
7.	T_c	⁰ K	940,269	933,764
8.	P_c	kg/cm ²	35,514	35,141
9.	P_z	kg/cm ²	58	56,226
10.	T_z	⁰ K	2225,294	1997,737
11.	P_b	kg/cm ²	3,841	3,130
12.	T_b	⁰ K	1362,385	1121,921
13.	P_e	kg/cm ²	9,20	6,346
14.	η_m	-	0,983	0,85
15.	N_e	HP	750	711,254
16.	b_e	kg/HP.Jam	0,138	0,166
17.	B	kg/Jam	104,194	118,264

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang ditabulasi pada tabel 1. Disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Keausan bubungan katup masuk menyebabkan berkurangnya tinggi angkat katup masuk h dari 0,02 m menjadi 0,17 m.
2. Berkurangnya tinggi angkat katup masuk selanjutnya mempengaruhi besaran-besaran parameter motor yang lain sehingga motor mengalami penurunan daya efektif N_e sebesar 750-711,254 = 38,746 HP

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous, 1979, **Motor Bakar**, Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan, Jilid I dan Jilid III.
2. Balai Pendidikan dan Latihan Pelayaran Dasar, 1982, **Permesinan Kapal III**, Penerbit Japan International Cooperation Agency (JICA).
3. C.C. Pounder, **Marine Diesel Engines**, Butterworths, London.D. Benkovsky, **Technology of Ship Repairing**, Mir Publisher, Moscow.
4. Drs. Daryanto, 1999, **Reparasi Mesin**, Jakarta.

5. M. Khovakh, **Motor Vehicle Engines**, Mir Publisher, Moscow.
6. N. Petrovsky, 1968, **Marine Internal Combustion Engines**, Mir Publisher, Moscow.
7. Operating and Maintenance Manual for Daihatsu Diesel Engine.
8. V.L. Maleev, **Internal Combustion Engines**
9. Wiranto Arismunandar dan Koichi Tsuda, 1975, **Motor Diesel Putaran Tinggi**, Pradnya Paramita, Jakarta.
10. Wiranto Arismunandar, 1988, **Penggerak Mula Motor Bakar Torak**, Penerbit ITB, Bandung.