

*Teknik Mesin*

Panduan Praktikum  
**Motor Bakar**

Disusun Oleh:  
Dr. Ena Marlina, S.T., M.T.  
Ir. Margianto, M.T.  
Nur Robbi, S.T., M.T.





**PANDUAN PRAKTIKUM  
MOTOR BAKAR**



**Program Studi Teknik Mesin (PSTM)**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Islam Malang**

Revisi	:	1 (Satu)
Tanggal	:	18 September 2019
Dikaji ulang oleh	:	Sekretaris Program Studi Teknik Mesin
Dikendalikan oleh	:	Gugus Penjaminan Mutu
Disetujui oleh	:	Ketua Program Studi Teknik Mesin

Proses	Penganggung Jawab			Tanggal
	Nama	Jabatan	Tanda Tangan	
Perumus	Mochammad Basjir, ST., MT.	SekProdi PSTM		21 September 2019
Persetujuan	Nur Robbi, ST., MT.	KaProdi PSTM		30 September 2019
	H.M. Taqiyyuddin A, ST., MT.	WD I FT Unisma		1 Oktober 2019
Penetapan	Ir. H. Warsito, MT.	Dekan FT Unisma		1 Oktober 2019
Pengendalian	Artono Raharjo, ST., MT.	GPM PSTM		2 Oktober 2019



## **KATA PENGANTAR**

Atas berkat rahmat Allah SWT, maka penyusun dapat menyelesaikan penyusunan buku petunjuk praktikum Motor Bakar ini.

Buku praktikum ini dibuat untuk dipergunakan sebagai acuan para mahasiswa/i yang mengikuti kegiatan praktikum Motor Bakar di Laboratorium Motor Bakar Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.

Sebelum melakukan kegiatan praktikum, mahasiswa/i diwajibkan untuk memahami proses pengoperasian mesin-mesin Motor Bakar yang digunakan.

Diharapkan dengan adanya buku panduan praktikum ini dapat membantu mahasiswa/i dalam kegiatan praktikum serta penyusunan laporan.

Akhirnya tak lupa penyusun sampaikan terima kasih kepada semua pihak dan seluruh kerabat asisten praktikum Motor Bakar 2003-2004 yang telah membantu terselesaikannya buku petunjuk praktikum ini.

Malang, 18 September 2019

Penyusun

(.....)

## **PERATURAN PRAKTIKUM**

1. Labulaturium adakah tempat praktikum karenanya :
  - a. Jagalah sopan santun didalam laboratorium.
  - b. Berpakaianlah yang bisa dipakai dalam labolaturium, pakaian kerja yang sopan (bersepatu).
2. Para mahasiswa praktikum diwajibkan datang dan melakukan praktek sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan.
3. Waktu praktikum :
  - a. Datanglah tepat pada waktunya, bila terlambat datang 15 menit atau lebih tanpa alasan yang bisa diterima maka praktikan tidak diperkenankan melakukan praktikum.
  - b. Bila praktikan tidak hadir pada waktu praktikum atau sampai selesainya praktikum maka biaya praktikum digugurkan.
4. Prosedur pengujian :
  - a. Sebelum pengujian hendaknya dilakukan pemahaman tentang cara pengoperasian alat-alat yang dipakai.
  - b. Sebelum menjalankan alat-alat hendaknya praktikan harus mendapat izin atau petunjuk asisten yang bertugas.
  - c. Setiap praktikan meninggalkan meninggalkan praktikumnya pada jam praktikum harus minta izin dari asisten yang bertugas.
5. Alat-alat :
  - a. Jagalah keamanan alat-alat yang saudara pergunakan, karena kerusakan/kehilangan alat-alat tersebut merupakan tanggung jawab praktikan.
  - b. Praktikan tidak boleh melanjutkan praktikumnya sebelum menyelesaikan tanggung jawabnya tersebut.
  - c. Setelah praktikum, praktikan harus mengatur kembali alat-alat dan membersihkannya.
6. Masing-masing praktikan harus membuat atau menyerahkan laporan hasil praktikumnya secara berkelompok, laporan harus jelas dan diketik di kertas A4.
7. Waktu penyerahan laporan di tentukan 4 minggu setelah praktum selesai.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
PERATURAN PRAKTIKUM .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
BAB I MOTOR BAKAR TORAK .....	1
1.1.    Pendahuluan.....	1
1.2.    Latar Belakang.....	1
1.3.    Tujuan Pengujian .....	3
1.3.1.    Jenis Karakteristik <i>Performance</i> Motor Bakar.....	3
1.4.    Manfaat Pengujian .....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	5
2.1.    Motor Bakar Torak .....	5
2.1.1.    Motor Bakar Empat Langkah ( <i>Four Stroke</i> ) .....	5
2.1.2.    Motor Bakar Dua Langkah ( <i>Two Stroke</i> ) .....	6
2.2.    Proses <i>Otto</i> (Siklus Udara Volume Konstan) .....	7
2.3.    Siklus <i>Diesel</i> (Siklus Udara Tekanan Konstan).....	8
2.4.    Rumus Perhitungan.....	8
2.4.1.    Daya Indikasi ( <i>Indicated Horse Power</i> ) $N_i$ .....	8
2.4.2.    Daya Efektif ( <i>Brake Horse Power</i> ) $N_e$ .....	9
2.4.3.    Daya Mekanis ( <i>Mechanical Horse Power</i> ) $N_m$ .....	9
2.4.4. <i>Moment</i> Torsi (T).....	10
2.4.5.    Tekanan (P).....	10
2.4.6. <i>Specific Fuel Consumption</i> (SFC) .....	10
2.4.7.    Kapasitas Aliran .....	11
2.4.8.    Neraca Pegas.....	11
2.4.9.    Effisiensi ( $\eta$ ) .....	12
2.4.10.    Effisiensi pengisian ( $\eta_e$ ) .....	12
BAB III PELAKSANAAN PERCOBAAN .....	13
3.1.    Spesifikasi Mesin.....	13
3.2.    Alat ukur yang dipakai.....	13
3.3.    Pelaksanaan Percobaan. ....	14

# BAB I

## MOTOR BAKAR TORAK

### 1.1. Pendahuluan

Sebagaimana kita ketahui bersama bahwa motor bakar sangat luas pgunaannya, baik untuk alat transportasi, alat penggerak dan alat lain sebagainya. Motor pembakaran disini yang sangat terkenal adalah motor bensin dan motor diesel. Motor bakar yang menggunakan bahan bakar bensin disebut dengan motor bensin dan motor bakar torak yang menggunakan bahan bakar solar disebut motor diesel.

Motor bensin dalam proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara menggunakan busi sebagai alat untuk penyalaan dengan memercikkan bunga api dan disebut dengan *Spark Ignition Engine* (SIE), sedangkan motor diesel dalam proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara menggunakan sistem kompresi udara yang tinggi atau sering disebut juga *Compression Ignition Engine* (CIE). Proses pembakaran dari pencampuran bahan bakar dan udara terjadi di dalam ruang bakar (*combustion chamber*) hasil dari proses pembakaran yang sempurna akan menghasilkan daya efektif yang lebih optimal.

Motor bensin bekerja berdasarkan prinsip kerja dari siklus *otto* sedangkan motor diesel bekerja berdasarkan prinsip siklus diesel. Mengingat betapa pentingnya hal tersebut maka sebagai mahasiswa mesin, kita dituntut untuk dapat mengetahui, memahami prinsip-prinsip dasar mesin itu baik teori atau pengujiannya sebagai alat pemantapan teorinya.

### 1.2. Latar Belakang

Motor bakar ialah suatu pesawat tenaga yang dapat mengubah energi panas menjadi energi mekanik dengan jalan pembakaran bahan bakar. Dalam kehidupan manusia motor bakar memiliki peranan sangat penting, hampir setiap orang menikmati manfaat yang dihasilkan oleh motor bakar.

Pada tahun 1960 seorang Perancis bernama Lenoir berhasil menciptakan mesin gas bersiklus dua langkah. Mesin tersebut katup isapnya menutup menjelang akhir gerakan torak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) dan justru waktu itu diadakan loncatan bunga api listrik untuk menyalakan gas dalam silinder (Arismunandar, 1993:5). Oleh karena mesin yang bekerja dengan sistem tanpa kompresi itu ternyata tidak dapat menghasilkan sistem tanpa kompresi itu ternyata tidak dapat menghasilkan daya dan efisiensi yang tinggi, maka seorang bernama Beau De Rochas pada tahun 1962 berusaha memperbaiki dengan mengadakan Kompresi lebih dulu sebelum gas tersebut dinyalakan (Aris Munandar, 1993:5).



Teori tersebut kemudian menjadi prinsip kerja dengan siklus empat langkah. Ide ini dituangkan untuk pertama kalinya pada mesin yang dibuat seorang dari Jerman bernama Nikolas Otto yang dikenal dengan nama motor bensin (Aris Munandar, 1993:4).

Selagi motor bakar semacam ini mencapai perkembangan dan kemajuan, maka pada tahun 1898 seorang dari Jerman bernama Rudolf Diesel berhasil menciptakan motor bakar dengan bahan bakar solar. (Arismunandar, 1993:4). Penyalaan bahan bakar tidak dengan nyala api tetapi dengan kompresi udara yang sangat tinggi. Sebagai penghormatan maka motor dapat ciptannya itu kemudian diberi nama motor diesel.

Pada saat ini banyak dilakukan penelitian tentang *performance* mesin diesel baik di kalangan universitas maupun di suatu badan penelitian. Mengingat negara Indonesia termasuk negara agraris yang besar maka penggunaan mesin diesel untuk membantu peningkatan hasil pertanian merupakan penerapan yang tepat guna.

Pilihan menggunakan motor diesel dibandingkan dengan motor bensin karena dilihat dari keuntungan berikut ini:

- Hemat energi
- Tenaga lebih besar dan memungkinkan timbul gangguan lebih sedikit karena tidak mempunyai sistem pengapian.
- Gas buang tidak beracun
- Bahaya kebakaran kecil karena titik nyala solar 800 C. Sedang kerugian motor diesel dibanding motor bensin:
- Memiliki getaran lebih besar.
- Biaya pemeliharaan lebih tinggi.

Pengabutan bahan bakar pada mesin diesel dilakukan oleh *Nozzle*, dimana bertujuan untuk mendapatkan campuran bahan bakar dengan udara yang ideal untuk dilakukan proses pembakaran. Kualitas pengabutan dipengaruhi oleh tekanan pengabutan *Nozzle* dapat diubah dengan cara menambah dan mengurangi jumlah shim yang terdapat pada *Nozzle* holder. Perubahan tekanan pengabutan yang bervariasi sangat menarik untuk diteliti dan diuji apakah mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap daya yang dihasilkan dan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Berdasarkan uraian tadi, kajian atau penelitian untuk mengoptimalkan *performance* mesin diesel sangat diperlukan. Dalam hal ini akan dikaji penelitian tentang *Nozzle* dengan perubahan tekanan pengabutan yang bervariasi.

Dengan dilakukannya penelitian menggunakan prony brake ini hendaknya menambah

pengetahuan serta melengkapi alat uji yang dapat dimanfaatkan di laboratorium Universitas Islam Malang untuk menganalisa prestasi mesin.

### 1.3. Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian motor bakar torak adalah untuk mengetahui *performance* karakteristik suatu motor bakar dengan parameter-parameter meliputi:

- Pemakaian udara
- Torsi yang terjadi pemakaian bahan bakar spesifik
- Daya efektif dan indikasi
- Berbandingan campuran bahan bakar dan udara
- Menentukan *head balance system*
- Efisiensi thermis dan efisiansi mekanis

Dengan mengetahui parameter tersebut maka dapat ditentukan keadaan paling ideal. Sehingga mesin dapat digunakan seefisien mungkin. Baik dari segi teknis dan mekanis.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui *performance* karakteristik (untuk kerja) dari motor bakar. Hasil akhirnya ditunjukkan dalam *performance* kurva atau grafik prestasi. Yang dimaksud grafik prestasi adalah grafik yang menunjukkan hubungan netral dua parameter atau prestasi.

#### 1.3.1. Jenis Karakteristik *Performance* Motor Bakar

##### 1. Karakteristik Putaran (*Speed Characteristic*)

Karakteristik motor bakar yang menunjukkan atau menggambarkan hubungan antara parameter motor bakar dengan poros engkolnya. Karakteristik ini penting khususnya untuk motor yang beroperasi pada putaran bervariasi misal pada motor bakar kendaraan bermotor.

##### 2. Karakteristik Beban (*Cood Characteristic*)

Karakteristik yang menunjukkan hubungan antara parameter-parameter motor bakar dengan variasi beban putaran konstan. Pada prakteknya karakteristik beban ini menggambarkan hubungan antara parameter-parameter dengan daya efektif.

##### 3. Karakteristik Khusus (*Special Characteristic*)

Karakteristik motor bakar yang menunjukkan hubungan antara parameter-parameter khusus, misalnya perbandingan bahan bakar dan udara koefisien kelebihan udara awal penyalaan pembakaran. Karakteristik putaran misalnya untuk mengetahui hubungan antara putaran poros engkol dengan :

- a. Pembakaran bahan bakar.
- b. Torsi.
- c. Pemakaian udara.
- d. Neraca kalor pada sistem.
- e. Efisiensi thermis
- f. Analisa gas asap, untuk mengetahui komposisi gas buang, koefisien kelebihan udara.

Dengan demikian keadaan paling ideal dari mesin motor bakar dapat ditentukan.

#### **1.4. Manfaat Pengujian**

Penelitian ini dapat digunakan sebagai pembandingan dalam menentukan tekanan *Nozzle* yang tepat pada mesin diesel. Penelitian ini dapat pula digunakan sebagai pembandingan dengan pengujian lainnya yang terdapat di laboratorium UNISMA, khususnya pengujian motor bakar serta menambah pengetahuan dibidang motor bakar dan khasanah pustaka di jurusan Teknik Mesin.

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Motor Bakar Torak

Motor bakar torak adalah suatu mesin konversi energi, dimana dalam pesawat tersebut terjadi perubahan energi dari bentuk energi thermal sebagai hasil dari pembakaran bahan bakar dan udara menjadi energi mekanik yang menggerakkan poros engkol.

Berdasarkan sistem penyalan bahan bakarnya, motor bakar dibedakan beberapa macam:

a. Motor Bensin (*Spark Ignition Engine*)

Proses penyalan bahan bakar dilakukan oleh loncatan bunga api busi.

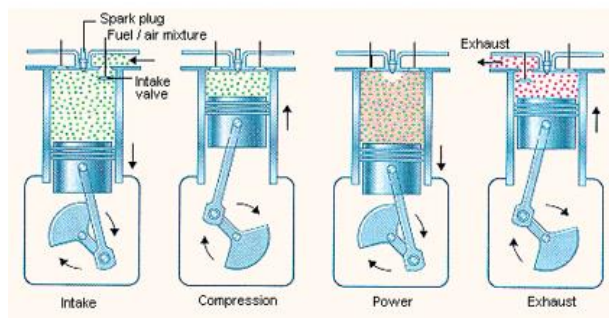
b. Motor Diesel (*Compression Ignition Engine*)

Proses penyalan bahan bakar menggunakan sistem kompresi. Yaitu dengan cara disemprotkan kedalam ruang bakar pada temperatur dan tekanan tinggi.

Berdasarkan proses kerjanya, motor bakar torak dibedakan menjadi dua (2) diantaranya yaitu:

#### 2.1.1. Motor Bakar Empat Langkah (*Four Stroke*)

Motor bakar torak dimana untuk kerja memerlukan empat langkah kerja torak untuk satu pembakaran. Dengan kata lain untuk setiap siklus kerja terjadi dua kali putaran poros engkol.



Gambar 3. Sikklus Kerja Motor 4 langkah

Dari gambar diatas dapat dilihat empat langkah torak siklus kerja yang terjadi:

1) Langkah isap (*Suction Stroke*)

Torak bergerak dari TMA Ke TMB. Katup isap (KI) terbuka sedang katup buang tertutup (KB). Karena gerakan tersebut udara luar masuk kedalam ruang bakar.

2) Langkah Kompresi (*Compression Stroke*)

Torak bergerak dari TMB ke TMA, KI dan KB tertutup, akibatnya tekanan dan temperatur naik.

### 3) Langkah Ekspansi (*Expansion Stroke*)

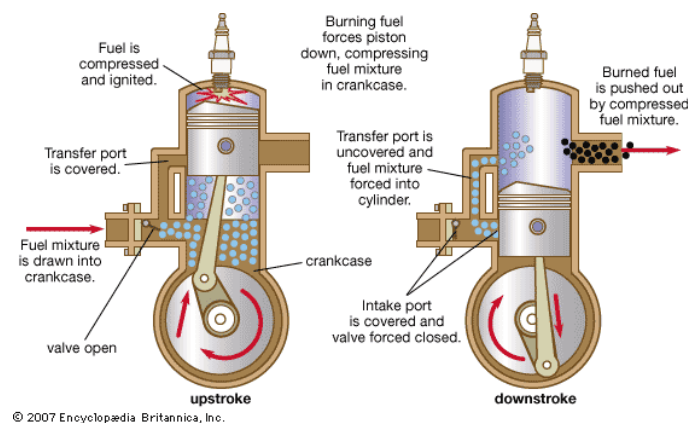
Terjadi pembakaran dengan cepat antara campuran bahan bakar pada saat torak mendekati TMA. Langkah ini berakhir saat KB mulai terbuka.

### 4) Langkah Buang

Torak bergerak dari TMB ke TMA. Katup Isap (KI) dalam keadaan tertutup sedangkan Katup Buang (KB) terbuka. Sehingga gas hasil pembakaran terbuang ke atmosfer.

## 2.1.2. Motor Bakar Dua Langkah (*Two Stroke*)

Motor bakar dua langkah yaitu motor bakar torak dimana setiap siklus kerja terjadi dua langkah torak atau satu kali putaran poros engkol. Pada sistem ini lubang buang atau lubang isap terletak pada dinding silinder, sedangkan pada posisi membuka dan menutupnya disebabkan oleh torak itu sendiri.



Gambar 4. Siklus Kerja Motor 2 Langkah

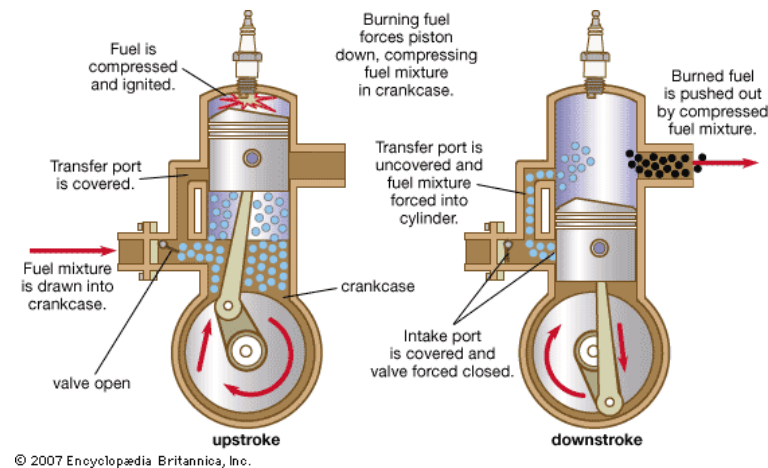
Siklus kerja motor dua langkah :

#### 1) Langkah torak dari TMA ke TMB

Langkah pembilasan dan kompresi. Langkah pembilasan mulai dari lubang buang tertutup sampai torak mencapai TMA. Pada saat pembilasan pengisian udara segar melalui lubang pengisian (*Introke port*) dan pengeluaran gas buang melalui lubang buang (*Exhaust port*) berlangsung secara bersamaan.

#### 2) Langkah Torak dari TMB ke TMA

Langkah ekspansi dan langkah pembilasan. Langkah ekspansi mulai dari torak di TMA sampai lubang buang terbuka. Langkah pembilasan mulai dari lubang buang sampai torak mencapai torak TMB.



Gambar 2. 13 Siklus Kerja Motor 2 Langkah

- Keuntungan Motor Dua Langkah

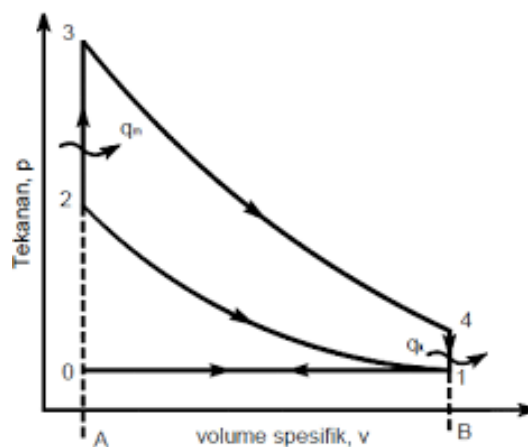
Waktu untuk memperoleh tenaga lebih cepat, sebab setiap putaran poros engkol menghasilkan tenaga.

- Kerugian Motor Dua Langkah

Pemakaian bahan bakar lebih boros, sebab pada waktu pembilasan ada sebagian bahan bakar yang terbuang.

## 2.2. Proses *Otto* (Siklus Udara Volume Konstan)

Siklus ideal *otto* dapat digambarkan pada diagram P-V sebagai berikut, dimana pada siklus *otto* pemasukan kalor ( $Q_m$ ) berlangsung pada *Volume* konstan. Pada sistem ini penyalaan bahan bakar pada proses pembakaran disebabkan oleh loncatan bunga api listrik diantara kedua elektroda busi sehingga motor bakar ini lazim disebut SIE (*Spark Ignition Engine*)



Gambar 1. Diagram Siklus *Otto*

$P$  = Tekanan Fluida Kerja ( $\text{Kg}/\text{Cm}^2$ )

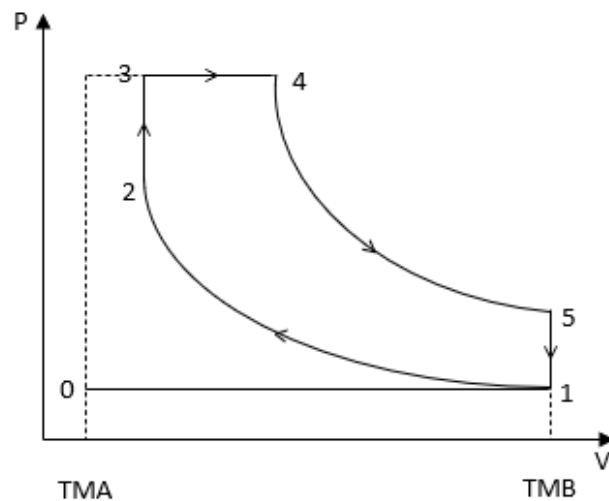
$V$  = *Volume* Spesifik ( $\text{m}^3$ )

Proses siklus otto:

- 1-2 = kompresi dengan proses adiabatik.
- 2-3 = pembakaran dengan volume konstan.
- 3-4 = ekspansi dengan proses adiabatik
- 4-1 = pembuangan dengan proses volume konstan

### 2.3. Siklus *Diesel* (Siklus Udara Tekanan Konstan)

Siklus diesel dapat digambarkan pada diagram P-V sebagai berikut, dimana pada siklus diesel pemasukan kalor ( $Q_m$ ) berlangsung pada proses konstan. Pada siklus diesel campuran bahan bakar dan udara menyala dan mengalami proses isentropik.



Gambar 2. Siklus Diesel Ideal

Proses Siklus *Diesel Ideal*

- 1-2 = Kompresi dengan proses adiabatic
- 2-3 = pembakaran dengan volume konstan
- 3-4 = Pembakaran dengan tekanan konstan
- 4-5 = Ekspansi dengan proses adiabatik
- 5-1 = Pembuangan dengan proses *volume* konstan

## 2.4. Rumus Perhitungan

### 2.4.1. Daya Indikasi (*Indicated Horse Power*) $N_i$

Daya yang dapat dibangkitkan oleh motor dengan terjadinya gerakan torak dari TMA ke TMB (langkah *ekspansi*) yang dihasilkan oleh motor bakar dari hasil pembakaran karena tekanan gas hasil pembakaran.

$$N_i = \frac{p_i \cdot v_d \cdot n_i}{0,45 \cdot z} \quad (\text{Hp})$$

Dimana :

$P_i$  = Tekanan indikasi rata-rata ( $\text{kg/cm}^2$ )

$V_d$  = Volume langkah :  $\pi \cdot d^2 \cdot L$  ( $\text{m}^3$ )

$L$  = Panjang langkah torak (m)

$D$  = Diameter silinder (m)

$n$  = Putaran poros engkol (rpm)

$I$  = Jumlah silinder

$Z$  = Jumlah putaran poros engkol setiap siklus:

- untuk (4) empat Langkah  $z = 2$

- untuk (2) dua Langkah  $z = 1$

#### 2.4.2. Daya Efektif (*Brake Horse Power*) $N_e$

Daya aktual yang dihasilkan poros engkol yang mampu untuk menggerakkan beban luar, misal generator listrik pompa dan sebagainya.

$$N_e = \frac{p_e \cdot v_d \cdot n \cdot i}{0,45 \cdot z} \dots\dots(\text{Hp})$$

atau

$$N_e = \frac{T \cdot n}{716,2} \dots\dots(\text{Hp})$$

Dimana :

$N_e$  = tekanan efektif rata-rata ( $\text{kg/m}^2$ )

$T$  = Torsi (Kgm)

$N$  = Putaran (rpm)

#### 2.4.3. Daya Mekanis (*Mechanical Horse Power*) $N_m$

Daya yang digunakan untuk melawan gesekan dan hambatan serta untuk menggerakkan peralatan bantu.

$$N_m = \frac{P_m \cdot v_d \cdot n \cdot i}{0,45 \cdot z} \dots\dots(\text{Hp})$$

atau

$$N_m = N_{fr} + N_{vent} + N_{aux} \dots\dots(\text{Hp})$$

Dimana :

$P_m$  = Tekanan mekanis rata-rata ( $\text{Kg/m}^2$ )



$N_{fr}$  = daya yang digunakan untuk melawan gesekan.

$N_{aux}$  = Daya yang digunakan untuk bahan bakar, pompa, kipas radiator dll.

$N_{vnet}$  = Daya yang digunakan untuk melawan hambatan dan bagian-bagian yang bergerak (*flywheel, gear* dll).

#### 2.4.4. *Moment Torsi (T)*

$$T = F \cdot L$$

Atau

$$T = 716,2 \frac{N_e}{n} \text{ (kgm atau Nm)}$$

Dimana :

F = Beban pengereman (kg)

L = Panjang lengan dinamometer (m)

#### 2.4.5. *Tekanan (P)*

a) Tekanan Mekanis Rata-rata (Pa)

$$P_a = 10 [A + B \left[ \left( \frac{L \cdot n}{30} \right) \right]] \dots \dots \dots \text{(kg/cm}^2\text{)}$$

Dimana :

A = 0,105 : B = 0,012 untuk mesin *diesel*

A = 0,05 : B = 0,0155 untuk mesin bensin

L = panjang langkah torak

b) Tekanan efektif rata-rata (Pe)

$$P_e = \frac{0,45 \cdot N_e \cdot Z}{V_d \cdot n \cdot i} \dots \dots \dots \text{(kg/cm}^2\text{)}$$

c) Tekanan indikasi rata-rata

$$P_i = P_e + P_a \dots \dots \dots \text{(kg/cm}^2\text{)}$$

#### 2.4.6. *Specific Fuel Consumption (SFC)*

a) *Specific fuel consumption efektif* (SFC<sub>e</sub>)

$$SFC_e = \frac{F_e}{N_i} \dots \dots \dots \text{(kg/Hp.jam)}$$

b) *Specific fuel consumption indicatif* (SFC<sub>i</sub>)

$$SFC_i = \frac{F_e}{N_i} \dots \dots \dots \text{(kg/Hp.jam)}$$

### 2.4.7. Kapasitas Aliran

a) Aliran udara melalui *nozel* ( $G_s$ )

$$G_s = \theta \cdot \varepsilon \frac{\pi}{4} d \cdot \sqrt{2^2} \cdot g \cdot t_a$$

Dimana :

$$\theta = \text{Koeffisien kemiringan } nozel = 0.882$$

$$\varepsilon = \text{Koeffisien aliran udara} = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$$

$$d = \text{Diameter } nozel = 0,036$$

$$g = \text{Gravitasi bumi} = 9,81 \text{ (m/dt}^2 \text{)}$$

$t_a$  = Berat jenis udara pada kondisi ruangan saat pengujian

b) Kapasitas aliran gas buang ( $O_2$ )

$$G_s = \frac{G_s + F_c}{3600} \dots\dots\dots \text{(kg/dt)}$$

### 2.4.8. Neraca Pegas

Keseimbangan panas atau energi yang dimasukkan dalam (mesin jumlah panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar) dengan jumlah panas yang dimampatkan menjadi kerja dan panas yang terbuang, baik melalui gas asap, air pendingin atau yang terbuang secara radiasi.

a. Hasil panas pembakaran ( $Q_b$ )

$$Q_b = F_c \cdot LHV_{bb} \dots\dots\dots \text{(Kcal/jam)}$$

Dimana :

LHV = Low Heating Value = Nilai

Untuk bahan bakar Premium = 11.000 (Kcal/jam)

Untuk bahan bakar solar 10.500 (Kcal/jam)

b. Kerugian panas pendingin air ( $Q_w$ )

$$Q_w = W \cdot c_{pw} (T_o - T_i) \dots\dots\dots \text{(Kcal/jam)}$$

Dimana :

W = Debit air pendingin (kg/jam)

C<sub>pw</sub> = Panas jenis air (1Kcal/kg)

T<sub>o</sub> = Temperatur air keluar (°c)

T<sub>i</sub> = temperatur air masuk (°c)

- c. Panas yang dibawa gas buang ( $Q_{eg}$ )

$$Q_{eg} = G_g \cdot C_{pg} (T_2 - T_1) \cdot 36.000 \dots \dots \dots (\text{Kcal/jam})$$

Dimana :

$$G_g = \text{Debit aliran gas buang (kg/s)}$$

$$C_{pg} = \text{Panas jenis gas buang} = 0,285$$

- d. Panas yang diubah menjadi daya mekanik ( $Q_m$ )

$$Q_m = 632 \cdot N_e \dots \dots \dots (\text{Kcal/jam})$$

Dimana :

$$1 \text{ HP} = 632 (\text{Kcal/jam})$$

- e. Panas yang hilang karena sebab lain ( $Q_{pp}$ )

$$Q_{pp} = Q_b - Q_m - Q_{eg} - Q_w \dots \dots \dots (\text{Kcal/jam})$$

$$1 = \frac{Q_e}{Q_b} + \frac{Q_{eg}}{Q_b} + \frac{Q_w}{Q_b} + \frac{Q_{pp}}{Q_b} + \frac{Q_m}{Q_b}$$

$$1 = Q_e + Q_{eg} + Q_w + Q_{pp} + Q_m$$

$$Q_e = \frac{Q_e}{Q_b} \times 100 \%$$

$$Q_{eg} = \frac{Q_{eg}}{Q_b} \times 100 \%$$

$$Q_w = \frac{Q_w}{Q_b} \times 100 \%$$

$$Q_m = \frac{Q_m}{Q_b} \times 100 \%$$

$$Q_{pp} = \frac{Q_{pp}}{Q_b} \times 100 \%$$

#### 2.4.9. Effisiensi ( $\eta$ )

- a. Effisiensi mekanis ( $\eta_m$ )

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \times 100 \%$$

- b. Effisiensi thermal Efektif ( $\eta_e$ )

$$\eta_e = 632 \cdot \frac{N_e}{Q_b} \times 100 \%$$

- c. Effisiensi thermal indikatif ( $\eta_i$ )

$$\eta_i = 632 \cdot \frac{N_i}{Q_b} \times 100 \%$$

- d. Effisiensi volumetrik ( $\eta_v$ )

$$\eta_v = \frac{G_s \cdot z \cdot 60}{t_d \cdot n \cdot V_d} \times 100 \%$$

Dimana :  $t_d$  = berat jenis udara aktual = 1,68.

#### 2.4.10. Effisiensi pengisian ( $\eta_e$ )

$$\eta_e = \frac{G_s \cdot z \cdot 60}{t^2 \cdot n \cdot V_d} \times 100$$

## BAB III PELAKSANAAN PERCOBAAN

### 3.1. Spesifikasi Mesin

Spesifikasi mesin *diesel*

- Siklus : 4 Langkah
- Jumlah silinder : 1
- Volume langkah torak : 376 cc (isi silinder)
- Diameter silinder : 68 mm
- Panjang langkah torak : 75 mm
- Perbandingan kompresi : 36 : 1 (rasio)
- Bahan bakar : solar
- Pendingin : air
- ruang kompresi : 10,4717 cc
- Tenaga rata-rata : 5/2200
- Tenaga maksimal : 6,5 / 2200
- Torsi maksimal : 2,3 / 1800

### 3.2. Alat ukur yang dipakai

a) *Tachometer*

Adalah alat ukur untuk mengukur putaran pada proses *output*.

b) Tabung pengukur

Adalah tabung untuk mengukur volume solar yang digunakan selama percobaan selain itu digunakan tabung untuk mengukur kapasitas pendinginan.

c) *Stopwatch*

Adalah alat untuk mengukur waktu yang diperlukan dalam pemakaian bahan bakar pada tabung pengukur.

d) *Thermometer*

Adalah alat untuk mengukur temperatur air pendingin dan temperatur ruangan dan temperatur gas buang.

e) *Barometer*

Adalah untuk mengukur tekanan udara ruangan

f) *Aerometer*

Adalah alat untuk mengukur berat jenis bahan bakar yang digunakan dalam pengujian.

- g) Dinamometer
- h) Tebel untuk mencari kelembapan relatif

### **3.3. Pelaksanaan Percobaan.**

- a) Motor dihidupkan sampai kondisi stedy.
- b) Untuk posisi *thortlle* constan (76%) putaran motor bervariasi, karena beban dirubah dengan *increment* tertentu.