

# ANALISA PENGARUH KAPASITAS UDARA UNTUK CAMPURAN BAHAN BAKAR TERHADAP PRESTASI MESIN DIESEL MITSUBHISI L300

**Kusnadi, Suprihadi Agus**

Program Studi D III Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama

Jln. Mataram No. 09 Tegal

Telp/Fax (0283) 352000

## ABSTRAK

Parameter prestasi dari suatu mesin sangat dipengaruhi oleh sistem yang berkerja pada mesin itu sendiri. Olehnya itu sistim-sistim yang bekerja didalamnya kiranya perlu diperhatikan agar tercipta kinerja mesin yang optimal. Salah satu sistim yang sangat berpengaruh terhadap kinerja suatu mesindintentukan oleh sistim pembakaran dalam silinder, karena campuran bahan bakar dengan udara sangat mempengaruhi kesempurnaan pembakaran. Penelitian ini akan mengkaji sejauh mana pengaruh kapasitas udara pada minyak bakar (solar) terhadap prestasi mesin Diesel. Motor bakar adalah salah satu jenis mesin konversi energi yang dapat mengubah energi kimia yang bersumber dari bahan bakar menjadi energi panas yang dihasilkan melalui proses pembakaran antara udara dan bahan bakar dalam suatu ruang bakar, yang selanjutnya diubah lagi menjadi energi mekanis (energi kerja).

**Kata kunci** : *Prestasi, Kapasitas Udara, Bahan Bakar.*

## 1. Pendahuluan

Mesin pembakaran luar merupakan proses pembakaran yang terjadi diluar mesin. Energi thermal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin melalui beberapa dinding pemisah. Seperti pada mesin uap, semua energi yang diperlukan oleh mesin itu mula-mula meninggalkan gas hasil pembakaran yang tinggi temperturnya, melalui dinding pemisah kalor atau ketel uap, energi itu kemudian masuk ke dalam fluida kerja yang kebanyakan terdiri dari air atau uap. Dalam proses ini temperatur uap dan dinding ketel harus jauh lebih rendah daripada temperatur gas hasil pembakaran untuk mencegah kerusakan material. Jadi dalam hal ini tinggi fluida kerja dan efektifitasnya sangat dibatasi oleh kekuatan material yang dipakai.

Mesin Pembakaran Dalam adalah Proses pembakaran berlangsung di dalam motor itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja. Seperti pada motor bakar, torak menggunakan beberapa silinder yang didalamnya terdapat torak yang bergerak translasi (bolak-balik). Didalam silinder itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan torak yang oleh batang penghubung (batang penggerak) dihubungkan dengan proses engkol, gerak translasi torak tadi menyebabkan gerak rotasi pada poros engkol

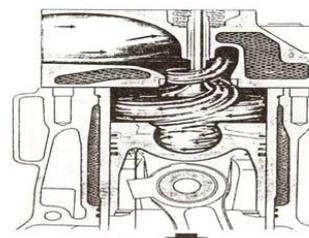
dan sebaliknya gerak tersebut menimbulkan gerak translasi pada torak. Seperti pada motor empat tak dengan bahan baker bensin, motor disel empat tak juga bekerja dalam empat langkah, dua putaran atau 7200. Berturut-turut dalam silinder terdapat langkah masuk (isap), langkah kompresi, langkah usaha dan langkah keluar (pembuangan).

## 2. Landasan Teori

### a. Prinsip Kerja Motor Diesel

#### 1) Langkah masuk (hisap)

Katup masuk membuka, torak bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah). Jadi poros engkol memutar (terus) 180°. Tekanan di dalam silinder rendah. Disebabkan selisih tekanan antara udara luar dan tekanan rendah di dalam silinder, maka udara mengalir ke dalam silinder. Tidak terdapat katup pengatur seperti pada motor bensin. Udara dapat mengalir masuk tidak terbatas. Motor diesel bekerja dengan sisa udara. Pada motor-motor besar dengan muatan penuh kira-kira mencapai jumlah 100%. Pada motor-motor kecil sekiranya 40%



Gambar 1. Pusaran udara selama langkah masuk

2) Langkah kompresi

Selama langkah kompresi katup masuk dan katup keluar tertutup. Torak bergerak dari TMB ke TMA. Poros engkol berputar terus 180° lagi. Udara yang ada dalam silinder, dimampatkan kuat di atas torak dan menyebabkan temperatur enaik.

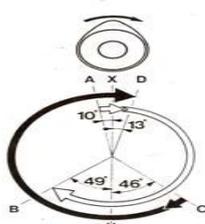
3) Langkah Usaha

Selama langkah usaha, katup masuk dan katup keluar dalam keadaan tertutup. Pada akhir langkah kompresi, pompa penyemprotan bertekanan tinggi itu menyebabkan sejumlah bahan bakar dengan ketentuan sempurna kedalam udara yang dimampatkan panas oleh sebuah pengabut. Bahan bakar itu terbagi sangat halus dan bercampur dengan udara panas. Karena temperature tinggi dari udara yang dimampatkan, maka bahan baker itu langsung terbakar. Akibatnya, tekanan naik dan torak bergerak dari TMA ke TMB.

Poros engkol terus berputar lagi 180°. Untuk pembakaran bahan baker 1 gram, secara toritis diperlukan 15,84 gramudara. Secara praktis, untuk pembakaran yang baik campuran bahan bakar – udara yang sempurna memerlukan perbandingan sempurna 20 - 25 gramudara.

4) Langkah keluar (Pembuangan)

Pada akhir langkah keluar katup pembuangan membuka. Torak bergerak dari TMB ke TMA dan mendorong gas – gas pembakaran keluar melalui katup buang yang terbuk. Jadi, dipandang secara toritis pada motor di sel empat tak, katup masuk (isap) dan katup keluar (buang) bersama – sama menutup dan hanya selama 180° menghasilkan usaha. Semakin banyak silinder sebuah motor, maka langkah usahaakan semakin banyak setiap 720° atau membuat dua putaran.

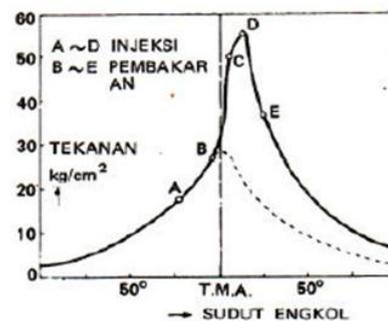


Gambar 2. Diagram katup motor diesel 4 langkah

b. Proses Pembakaran Pada Motor Diesel

Proses pembakaran dibagi menjadi 4 periode :

- 1) Periode 1: Waktu pembakaran tertunda (ignition delay) (A -B) Pada periode ini disebut fase persiapan pembakaran, karena partikel-partikel bahan bakar yang diinjeksikan bercampur dengan udara di dalam silinder agar mudah terbakar.
- 2) Periode 2: Perambatan api (B-C) Pada periode 2 ini campuran bahan bakar dan udara tersebut akan terbakar di beberapa tempat. Nyala api akan merambat dengan kecepatan tinggi sehingga seolah-olah campuran terbakar sekaligus, sehingga menyebabkan tekanan dalam silinder naik. Periode ini sering disebut periode ini sering disebut pembakaran letup.
- 3) Periode 3: Pembakaran langsung (C-D) Akibat nyala api dalam silinder, maka bahan bakar yang diinjeksikan langsung terbakar. Pembakaran langsung ini dapat dikontrol dari jumlah bahan bakar yang diinjeksikan, sehingga periode ini sering disebut periode pembakaran dikontrol.
- 4) Periode 4: Pembakaran lanjut (D-E) Injeksi berakhir di titik D, tetapi bahan bakar belum terbakar semua. Jadi walaupun injeksi telah berakhir, pembakaran masih tetap berlangsung. Bila pembakaran lanjut terlalu lama, temperatur gas buang akan tinggi menyebabkan efisiensi panas turun.]



Gambar 3. Proses Pembakaran Mesin Diesel

Bentuk ruang bakar mesin diesel

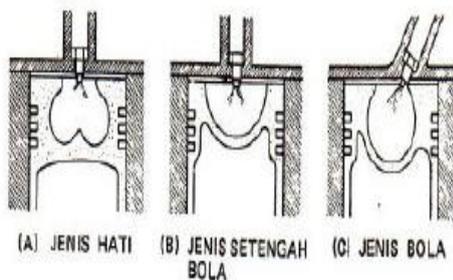
Ruang bakar pada motor diesel lebih rumit disbanding ruang bakar motor bensin. Bentuk ruang bakar pada motor diesel sangat menentukan kemampuan mesin, sebab ruang bakar tersebut direncanakan dengan tujuan agar campuran

bahan udara dan bahan bakar menjadi homogen dan mudah terbakar sekaligus. Ruang bakar motor diesel digolongkan menjadi 2 tipe, yaitu:

- Tipe ruang bakar langsung (direct combustion chamber).
- Tipe ruang bakar tambahan (auxiliary combustion chamber)

Tipe ruang bakar tambahan terdapat 3 macam, yaitu:

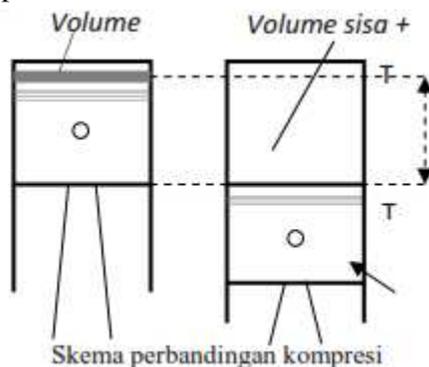
- Ruang bakar kamar muka (precombustion chamber).
- Ruang bakar pusar (swirl chamber).
- Ruang bakar air cell (Air cell combustion chamber)



Gambar 4. Ruang Bakar Lansung

### c. Perbandingan Kompresi

Perbandingan kompresi berpengaruh besar terhadap tekanan yang dapat dihasilkan, dan tekanan berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan oleh motor. Pada motor pembakaran dalam perbandingan kompresinya adalah 12 sampai 25



Gambar 5. Skema Perbandingan Kompresi

### d. Pengisian Tekanan

Melihat kondisi dan tempat pengoperasian mesin diesel sangat bervariasi, maka terjadi perubahan tekanan udara yang mengakibatkan perubahan kinerja mesin. Berat volume udara sangat tergantung pada kondisi udara atmosfer yang dihisap.

Pada tekanan udara yang lebih tinggi dan temperature lebih rendah, berat udara yang dihisapakan bertambah, maka diperoleh daya poros yang lebih besar, sebaliknya pada tekanan udara yang lebih rendah dan temperatur tinggi, berat udara yang diisapakan berkurang maka efisiensi termal akan menurun, sementara gas buang akan berasap lebih tebal

### e. Siklus Termodinamika Motor Diesel

Dalam usaha menganalisa proses motor bakar umumnya digunakan siklus udara sebagai siklus ideal, dimana siklus udara menggunakan beberapa keadaan yang sama dengan siklus yang sebenarnya, yaitu urutan proses, perbandingan kompresi dan pemilihan temperature dan tekanan. Siklus toritis untuk penyalaan kompresi 4 langkah dapat dilihat pada gambar 5 dengan pemanasan pada tekanan konstant, dimana udara dikompresikan sampai mencapai temperatur nyala bahan bakar, kemudian bahan bakar diinjeksikan dengan laju penyemprotan sedemikian rupa sehingga dihasilkan proses pembakaran pada tekanan constant, dimana penyalaan bahan bakar diakibatkan oleh suatu kompresi.

## 3. Metode Penelitian

### 1. Prosedur Pengujian.

Untuk Mencari Nilai Cd

- 1) Pasang pipa saluran udara di depan orifice yang berdiameter 30,1 mm
- 2) Jalankan mesin, atur putaran hingga mendekati putaran maksimal.
- 3) Ukur kecepatan udara yang masuk ke orifice.
- 4) Ulangi pointa hingga pint c pada setiap pergantian orifice. Untuk Prestasi Mesin Pasang orifice yang berdiameter 7,5 mm
- 5) Jalankan mesin
- 6) Atur pembebanan mesin pada beban 500 gram
- 7) Ukur putaran mesin
- 8) Ukur waktu pemakaian bahan bakar
- 9) Ukur beda tekanan orifice
- 10) Ulangi poin a hingga poinb untuk setiap pergantian orifice.

Pada setiap penggantian orifice, putaran dan pembebanan tetap constant

### 2. Alat Penelitian

Peralatan Penelitian yang digunakan:

- 1) Plant Fuel Gauge

Alat ini adalah suatu tabung (alat

ukur volume bahan bakar) yang berkapasitas 10cc, 20cc, dan 30cc. Dalam pengujian ini digunakan volume 10cc.

2) Tachometer menampilkan putaran mesin per menit sebagai indikator untuk pengemudi. Dengan memperhatikan kecepatan putaran mesin, pengemudi dapat segera mematikan mesin saat mesin bekerja berlebihan. Tachometer juga dapat meyakinkan bahwa turbocharger dan mesin bekerja dengan selaras.

3) Orifice Orifice yang dipakai pada penelitian ini berfungsi sebagai alat ukur kapasitas udara yang masuk kedalam silinder. Orifice yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 5 jenis yang berbeda diameter lubangnya maka, masing masing Orifice dicari nilai C<sub>dn</sub> terlebih dahulu.

4) Anemometer. Alat ini digunakan untuk mengukur kecepatan udara yang masuk kedalam selinder melalui lubang Orifice.

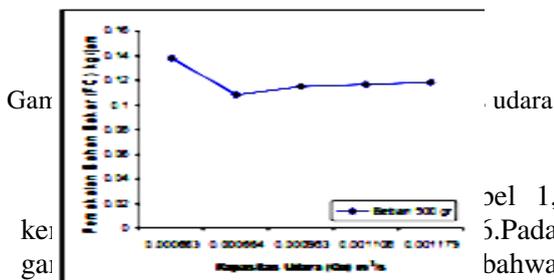
#### 4. Hasil dan Analisa

##### 1. Hasil Perhitungan Pengujian

###### 1) Tabel 1. Perhitungan Pengujian

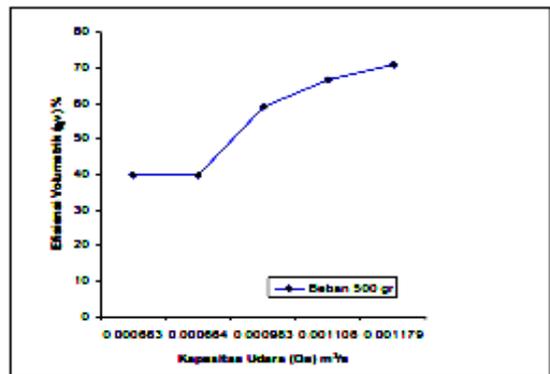
NO	Putaran (rpm)	Ne (kw)	P <sub>i</sub> (kJ/kg.jam)	FC (kg/jam)	Q <sub>a</sub> (m <sup>3</sup> /s)	SFC (kg/kW.jam)	m <sub>1</sub> (kg/jam)	m <sub>2</sub> (kg/jam)	AFR	η <sub>vol</sub> (%)	η <sub>th</sub> (%)	D <sub>o</sub> (mm)
1	1296	0.163074	97.4026	0.137944	0.00062818	0.845895	2.744067	6.885648	19.89263	39.85198	9.628611	7.5
2	1296	0.163074	97.4026	0.107371	0.00064342	0.660863	2.750378	6.885648	25.52857	39.94363	12.32822	10
3	1296	0.163074	97.4026	0.114864	0.00098262	0.704364	4.070705	6.885648	35.4394	59.11869	11.56333	12.5
4	1296	0.163074	97.4026	0.116911	0.001108106	0.716917	4.587558	6.885648	39.23978	66.62492	11.36086	15
5	1296	0.163074	97.4026	0.11808	0.00117894	0.724086	4.87938	6.885648	41.32266	70.86305	11.24838	20

###### 2) Hubungan Kapasitas Udara (Q<sub>a</sub>) dengan Pemakaian Bahan Bakar FC



pada beberapa kapasitas udara, turun kemudian naik kembali. Hal ini disebabkan, pada kapasitas udara Q<sub>a</sub> = 6,62x10<sup>-4</sup> pembakaran tidak sempurna bahan bakar lebih mendominasi

daripada udara (campuran kaya). Kemudian pada Q<sub>a</sub> = 6,64x10<sup>-4</sup> didalam ruang bakar volume silinder didominasi oleh bahan bakar sehingga terjadi lagi pembakaran tidak sempurna. Kemudian pada Q<sub>a</sub> = 9,83 x10<sup>-4</sup> pemakaian bahan bakar turun, karena ruang bakar didominasi oleh udara. Pada Q<sub>a</sub> ini terjadi lagi pembakaran tidak sempurna, kemudian pada Q<sub>a</sub> = 6,64x10<sup>-4</sup>. Pemakaian bahan bakar turun dititik ini terjadi pembakaran yang sempurna, karena pada Q<sub>a</sub> ini terjadi efisiensi thermal (η<sub>th</sub>) yang tertinggi (gambar 6). Pada perubahan Q<sub>a</sub> selanjutnya ruang silinder didominasi oleh udara terjadi lagi ketidak seimbangan bahan bakar dan udara, halini ditandai dengan terjadinya penurunan efisiensi thermal.



Gambar 7 Grafik Hubungan Kapasitas Udara dengan Efisiensi Volumetrik η<sub>v</sub>

#### 2. Pembahasan

##### 1) Hubungan Kapasitas Udara (Q<sub>a</sub>) dengan Efisiensi Thermal (η<sub>th</sub>)

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 3, kemudian digambarkan pada gambar 8. Dari gambar tersebut menjelaskan bahwa pada kapasitas udara = Q<sub>a</sub> 6,64x10<sup>-4</sup> naik dan penambahan kapasitas udara selanjutnya efisiensi thermal semakin menurun. Hal ini disebabkan pada Q<sub>a</sub> 6,64x10<sup>-4</sup> terjadi pemakaian bahan bakar yang terendah kemudian naik kembali seiring dengan kenaikan kapasitas udara (gambar 3.3) pada penelitian ini diperoleh efisiensi thermal yang tertinggi yaitu η<sub>th</sub> = 12,328% pada FC=0.107 kg/jam dan Q<sub>a</sub>=6,64 x 10<sup>-4</sup>.m<sup>3</sup>/s

## 5. Kesimpulan

Semakin besar kapasitas udara, semakin menaikkan Efisiensi Volumetrik tetapi tidak selamanya menaikkan Efisiensi thermal, Karena pada kapasitas udara tertentu efisiensi thermalnya menurun pada daya mesin 0,162 kW diperoleh efisiensi thermal yang tertinggi  $\eta_{th} = 11,57\%$ . Efisiensi volumetrik 39,94%, pada diameter orifice 10 mm dengan kapasitas udara  $(Q_a) = 6,64 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Petrovesky.N,*Marine Internal Combustion Engine*, Translated from the Russian by Horace, E. Isakson Mir Publisher Moscow.
- [2] Streeter Victor L, Wylie Benjamin E, Prijoarko,*Mekanika Fluida*, Edisi Delapan Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [3] Trommelmans. J, *Prinsip-Prinsip Mesin Diesel untuk Otomotif*, Penerbit PT Rosda Jayaputra Jakarta
- [4] Wiranti Arismunandar, *Motor Diesel Putaran Tinggi*, Edisi IV, Penerbit ITB, Bandung, 1983
- [5] Wiranto Arismunandar, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Edisi III, Penerbit ITB, Bandung, 1980.

