

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

Marlon Hetharia

Dosen Jurusan Mesin, Politeknik Katolik Saint Paul Sorong
e-mail : aln_heth@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari pengaruh kapasitas udara dalam ruang pembakaran (selinder) sebagai campuran bahan bakar solar terhadap prestasi mesin Diesel. Untuk mengetahui kapasitas udara yang masuk kedalam ruang pembakaran digunakan alat ukur orifice berdiameter 7.5,10, 12.5, 15,20 mm pada putaran 1296 rpm konstan. Udara luar masuk ruang pembakaran melalui orifice dipasang pada dinding kotak penampungan udara, kemudian udara ini dimasukkan kedalam ruang bakar melalui katup isap oleh gerakan piston dengan kecepatan konstan.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa Semakin besar kapasitas udara, semakin menaikkan Efisiensi Volumetrik tetapi tidak selamanya menaikkan Efisiensi thermal, Karena pada kapasitas udara tertentu efisiensi thermalnya menurun. Dengan menggunakan orifice berdiameter 10 mm menaikkan prestasi mesin ,kapasitas udara, Efisiensi Volumetrik dan menaikkan Efisiensi thermal.

Kata kunci: Kapasitas udara, Prestasi mesin

ABSTRACT

This research studies atmosphere capacities influence in combustion chamber (selinder) as diesel fuel fuel mixture to Diesel engine performance. To know atmosphere capacities entering into combustion chamber is applied by measuring instrument orifice is having diameter 75,10, 125, 15,20 mm at revolution 1296 rpm constant. Atmosphere outside combustion chamber admission through orifice attached at relocation box wall of atmosphere, then this atmosphere packed into combustion chamber through induction valve by piston impulse with constant speed.

From result of assaying indicates that Ever greater of atmosphere capacities, increasingly boosts up Volumetric efficiency but not forever boosts up Efisiensi thermal, Because at certain atmosphere capacities of its(the thermal efficiency declines. By using orifice is having diameter 10 mm to boost up engine performance , atmosphere capacities, Volumetric efficiency and boosts up Efisiensi thermal.

Keywords: Atmosphere capacities, Engine performance

PENDAHULUAN.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia, yang ditandai dengan meluasnya penggunaan mesin-mesin diesel diberbagai sektor kehidupan, maka dipandang perlu adanya suatu penelitian dan riset yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi maupun efektifitas dari mesin tersebut. Hal ini dimaksudkan sebagai upaya inovatif kearah peningkatan prestasi dari suatu mesin serta performance bila ditinjau dari aspek teknologi ekonomi.

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 mesin ditentukan 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).

Motor bakar secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu :

a. Mesin Pembakaran Luar

Proses pembakaran 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.

b. Mesin Pembakaran Dalam

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 bakar bensin, motor disel empat tak juga bekerja dalam empat langkah, dua putaran atau 720° . Berturut-turut dalam silinder terdapat langkah masuk (isap), langkah kompresi, langkah usaha dan langkah keluar (pembuangan).

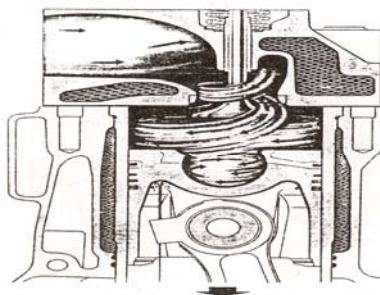
TINJAUAN PUSTAKA

Prinsip Kerja Motor Diesel

- Langkah masuk (isap)

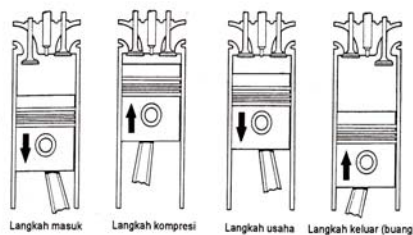
Katup masuk membuka, torak bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah). Jadi poros engkol memutar (terus) 180° . Tekanan di dalam silinder rendah.

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 sekitara 40%.



Pusaran Udara selama langkah masuk

Dengan cara demikian sebuah motor diesel juga bekerja dengan penyemprotan bahan bakar maksimal, tanpa asap. Dengan menggunakan kompresor silinder yang bertekanan, menyebabkan lebih banyak udara mengalir dalam silinder-silinder daripada pengisian secara alami.



Cara Kerja Motor Diesel 4 Langkah

- 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 temperature naik.
- 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 ke dalam 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 gram udara. Secara praktis, untuk pembakaran yang baik campuran bahan baker-udara yang sempurna memerlukan perbandingan sempurna 20-25 gram udara.
- Langkah kelur (Pembuangan)
Pada akhir langkah keluar katup pembuangan membuka. Torak bergerak dari TMB ke TMA dan mendorong gas-gas pembakaran ke luar melalui katup buang yang terbuk. Jadi, dipandang secara toritis pada motor disel 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 usaha akan semakin banyak setiap 720° atau membuat dua putaran.

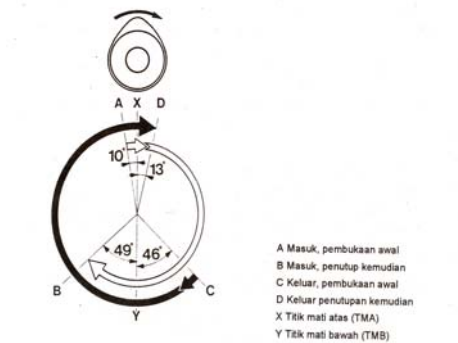


Diagram katup motor Diesel 4 langkah

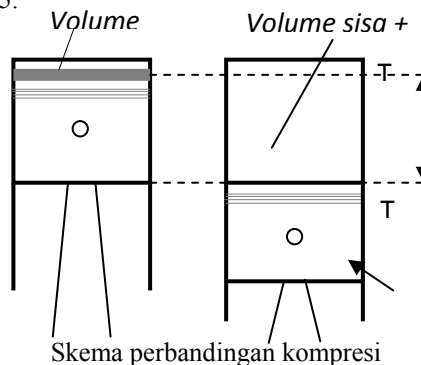
Proses Pembakaran Pada Motor Diesel

Perbandingan kompresi adalah perbandingan antara volume ruang silinder pada saat torak berada di awal kompresi terhadap volume silinder pada saat torak berada di akhir kompresi, atau volume silinder pada saat torak di TMB dibagi volume silinder pada saat torak di TMA, atau volume langkah silinder ditambah volume sisa berbanding volumer sisa atau :

$$\frac{\text{Volume Sisa} + \text{Volume Langkah}}{\text{Volume Sisa}} \tag{1}$$

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.



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

Menyikapi hal tersebut maka perlu kiranya diperhatikan kinerja mesin ditempat mana mesin itu dioperasikan. Hal ini dapat diperbaiki secara kuat dengan jalan memasukkan udara atmosfer masuk ke dalam silinder selama langkah isap.

Telah diketahui bahwa daya motor tergantung pada tenaga yang terdapat dalam silinder dan efisiensi termis indikator. Daya motor dapat dinaikkan dengan dua cara, yakni dengan salah satu atau kedua faktor berikut :

- Mengusahakan efisiensi termis setinggi mungkin.
- Menambah tenaga yang dikandung oleh campuran bahan bakar udara dan silinder.

Efisiensi termis dapat dinaikkan dengan nilai perbandingan kompresi setinggi mungkin. Perbandingan kompresi mempunyai batas tertentu, tergantung pada sifat mendetonasi (pada motor bensin) dan knock (pada motor diesel), kekuatan konstruksi motor dan tegangan termis yang sanggup diterima oleh bahan motor.

Menaikkan daya dengan menambah massa campuran bahan bakar udara tiap siklus dapat dicapai dengan jalan :

- Menaikkan angka putaran poros, asal efisiensi volumetric tetap tinggi.
- Menaikkan tekanan udara masuk ke dalam silinder selama langkah pengisian.

Siklus Thermodinamika 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 2.5 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.

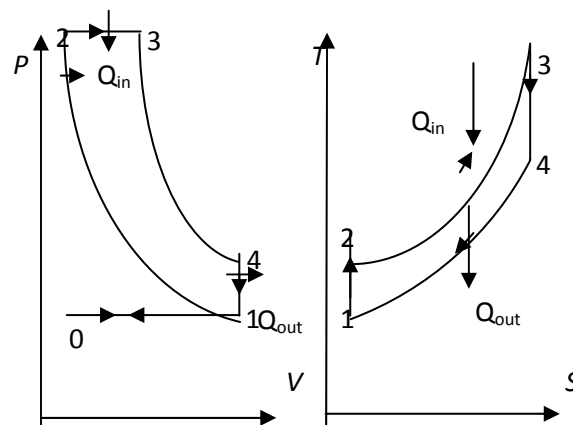


Diagram P-V dan T-S Siklus Diesel

Prsos – proses yang terjadi :

- Proses (0 – 1) = Langkah isap (Pemasukan udara murni).
- Proses (1 – 2) = Langkah kompresi isentropic
- Proses (2 – 3) = Proses pembakaran (Pemasukan kalor pada tekanan konstant)
- Proses (3 – 4) = Langkah ekspansi (kerja) dalam keadaan isentropic
- Proses (4 – 1) = Proses Pembuangan (pengeluaran kalor) pada volume konstant
- Proses (1 – 0) = Langkah buang

METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang digunakan :

a. Plant Fuel Gauge

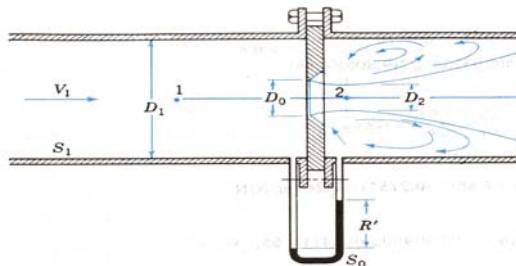
Alat ini adalah suatu tabung (alat ukur volume bahan bakar) yang berkapasitas 10 cc, 20 cc, dan 30 cc. Dalam pengujian ini digunakan volume 10 cc.

b. Tachometer

Dipakai untuk mengukur besarnya putaran mesin .

c. 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 lubangnyanya maka, masing masing Orifice dicari nilai Cdnya terlebih dahulu.



Profil Orifice

Untuk mengetahui Coeffisien discharge (Cd) Orifice digunakan persamaan kontinuitas

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} \quad (2)$$

Dengan

V_1 = kecepatan udara sebelum Orifice

V_2 = kecepatan udara sesudah Orifice

P_1 = tekanan udara sebelum Orifice

P_2 = tekanan udara sesudah Orifice

g = percepatan gravitasi

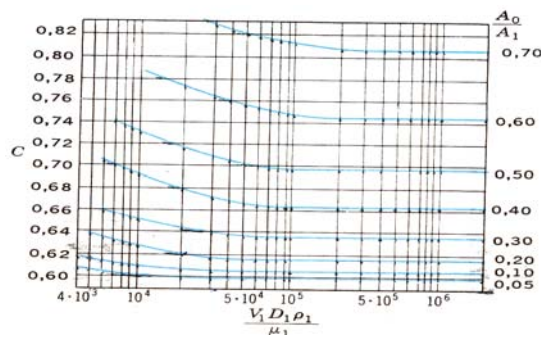
γ = berat jenis udara

Kecepatan udara diperoleh dengan menggunakan Anemometer. Selanjutnya nilai disubstitusi ke dalam persamaan Re pada gambar.3.2. Dari gambar tersebut yang menghubungkan Re dengan A_0/A_1 , maka nilai Cd diperoleh. Hasil perhitungan Cd untuk masing-masing Orifice dapat dilihat pada Tabel 2.1

Hasil Perhitungan Coefisien Discharge (Cd)

| No | Diameter Orifice (mm) | V_1 m/s | A_0/A_1 | Re | Cd |
|----|-----------------------|-----------|-----------|--------|-------|
| 1 | 7,5 | 2,2 | 0,06 | 4118,3 | 0,61 |
| 2 | 10 | 2,5 | 0,11 | 4679,9 | 0,62 |
| 3 | 12,5 | 2,6 | 0,17 | 4867,1 | 0,637 |
| 4 | 15 | 2,8 | 0,24 | 5241,5 | 0,65 |
| 5 | 20 | 3,1 | 0,44 | 5803,1 | 0,71 |

Kecepatan udara V_1 diperoleh dengan menggunakan Anemometer. Selanjutnya nilai V_1 disubstitusi ke dalam persamaan Re pada gambar.2.2. Dari gambar tersebut yang menghubungkan Re dengan A_0/A_1 , maka nilai Cd diperoleh. Hasil perhitungan Cd untuk masing-masing Orifice dapat dilihat Tabel 2.1.



Nilai Cd untuk hubungan Re vs A_0/A_1

d. Anemomo Meter.

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

Prosedur Pengujian.

Untuk Mencari Nilai Cd

- a. Pasang pipa saluran udara di depan orifice yang berdiameter 30,1 mm
- b. Jalankan mesin, atur putaran hingga mendekati putaran maksimal.
- c. Ukur kecepatan udara yang masuk ke orifice.
- d. Ulangi point a hingga pint c pada setiap pergantian orifice.

Untuk Prestasi Mesin

- a. Pasang orifice yang berdiameter 7,5 mm
 - b. Jalankan mesin
 - c. Atur pembebanan mesin pada beban 500 gram
 - d. Ukur putaran mesin
 - e. Ukur waktu pemakaian bahan bakar
 - f. Ukur beda tekanan orifice
 - g. Ulangi pont a hingga point b untuk setiap pergantian orifice.
- Pada setiap penggantian orifice, putaran dan pembebanan tetap konstant.

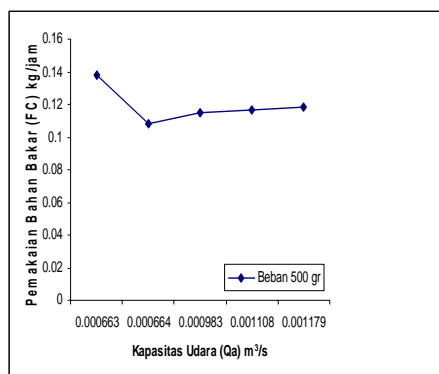
HASIL & PEMBAHASAN

Berikut ini menunjukkan table hasil perhitungan

Hasil perhitungan

| NO | Putaran n (rpm) | Ne (kw) | Pc (kJ/Kg.Jam) | FC (kg/jam) | Qa (m ³ /s) | SFC (kg/kW.jam) | mu (kg/jam) | mut (kg/jam) | AFR | η_{Vol} (%) | η_{th} (%) | Do mm |
|----|-----------------|----------|----------------|-------------|------------------------|-----------------|-------------|--------------|----------|------------------|-----------------|-------|
| 1 | 1296 | 0.163074 | 97.4026 | 0.137944 | 0.000662818 | 0.845895 | 2.744067 | 6.885648 | 19.89263 | 39.85198 | 9.628611 | 7.5 |
| 2 | 1296 | 0.163074 | 97.4026 | 0.107737 | 0.000664342 | 0.660663 | 2.750378 | 6.885648 | 25.52857 | 39.94363 | 12.32822 | 10 |
| 3 | 1296 | 0.163074 | 97.4026 | 0.114864 | 0.000983262 | 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 | 0.001178594 | 0.724086 | 4.87938 | 6.885648 | 41.32266 | 70.86305 | 11.24838 | 20 |

• Hubungan Kapasitas Udara (Qa) dengan Pemakaian Bahan Bakar FC

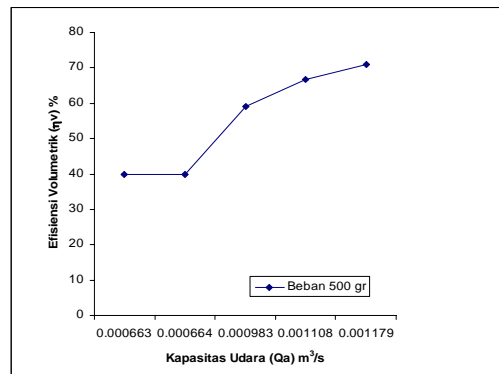


Grafik hubungan antara kapasitas udara dengan pemakaian bahan bakar

Hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.1, kemudian digambarkan pada gambar 3.1. Pada gambar tersebut menjelaskan bahwa pemakaian bahan bakar pada beberapa kapasitas udara, turun kemudian naik kembali. Hal ini disebabkan, pada kapasitas udara $Q_a = 6,62 \times 10^{-4}$ pembakaran tidak sempurna bahan bakar lebih mendominasi daripada udara (campuran kaya). Kemudian pada $Q_a = 6,64 \times 10^{-4}$ didalam ruang bakar volume silinder didominasi oleh bahan bakar sehingga terjadi lagi pembakaran tidak sempurna. Kemudian pada $Q_a = 9,83 \times 10^{-4}$ pemakaian bahan bakar turun, karena ruang bakar didominasi oleh udara. Pada Q_a ini terjadi lagi pembakaran tidak sempurna, kemudian pada $Q_a = 6,64 \times 10^{-4}$ Pemakaian bahan bakar turun di titik ini terjadi pembakaran yang sempurna, karena pada Q_a ini terjadi efisiensi thermal (η_{th}) yang tertinggi (gambar 3.1). Pada perubahan Q_a selanjutnya ruang silinder didominasi oleh udara terjadi lagi ketidak seimbangan bahan bakar dan udara, hal ini ditandai dengan terjadinya penurunan efisiensi thermal.

- **Hubungan kapasitas Udara (Q_a) dengan Efisiensi Volumetrik (η_v)**

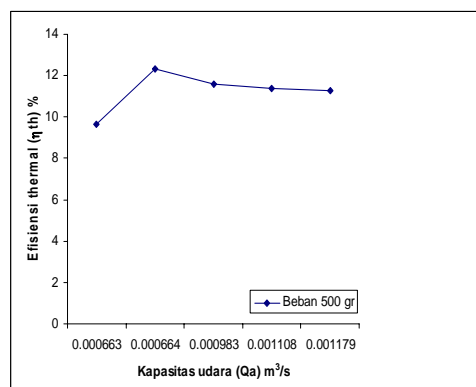
Hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.1, kemudian digambarkan pada gambar 3.2. Dari gambar tersebut menjelaskan bahwa semakin besar kapasitas udara, semakin menaikkan efisiensi volumetrik. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya kapasitas udara maka laju aliran udara (m_a) semakin besar pula. Sehingga perbandingan laju aliran massa udara aktual dan laju aliran massa udara teoritis (m_{at}) semakin besar, maka efisiensi volumetrik juga akan bertambah. Efisiensi volumetrik untuk mesin diesel berkisar 40% Pada penelitian ini efisiensi volumetrik yang efektif sebesar 39,94 %.



Grafik Hubungan Kapasitas Udara dengan Efisiensi Volumetrik η_v

- **Hubungan Kapasitas Udara (Q_a) dengan Efisiensi Thermal (η_{th})**

Hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.1, kemudian digambarkan pada gambar 3.2. Dari gambar tersebut menjelaskan bahwa pada $Q_a 6,64 \times 10^{-4}$ naik dan penambahan kapasitas udara selanjutnya efisiensi thermal semakin menurun. Hal ini disebabkan pada $Q_a 6,64 \times 10^{-4}$ 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 $\eta_{th} = 12,328$ % pada $FC = 0.107$ kg/jam dan $Q_a = 6,64 \times 10^{-4} m^3/s$



Grafik Hubungan Kapasitas Udara dengan Efisiensi Thermal η_{th}

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 (Qa) = $6,64 \times 10^{-4}$ m³/s

DAFTAR PUSTAKA

Petrovesky. N, *Marine Internal Combustion Engie*, Translated from the Russian By Horace, E. Isakson Mir Publisher Moscow.

Streeter Victor L, Wylie Benjamin E, Prijono arko, *Mekanika Fluida*, Edisi Delapan Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Trommelmans. J, *Prinsip-Prinsip Mesin Diesel untuk Otomotif*, Penerbit PT Rosda Jayaputra Jakarta

Wiranti Arismunandar, Motor Diesel Putaran Tinggi, Edisi IV, Penerbit ITB, Bandung, 1983

Wiranto Arismunandar, Penggerak Mula Motor Bakar Torak, Edisi III, Penerbit ITB, Bandung, 1980