

PERHITUNGAN PERBANDINGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR-UDARA MESIN TOYOTA CORONA 2000 CC

Arief Rudy Yulianto¹, Drs. Ireng Sigit A² dan Dini Cahyandari³

Abstrak

Sebuah mobil merupakan suatu kendaraan dimana penggerakannya menggunakan motor (engine) dengan menggunakan bahan bakar berupa bensin atau solar. Mulai tahun 1885 sampai dengan tahun 2007 banyak mobil dirancang dengan menggunakan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi tersebut. Akan tetapi ada juga sebagian kecil yang telah menggunakan penggerak motor listrik dan tenaga angin. Meskipun demikian, penggunaan bahan bakar bensin maupun solar masih mendominasi konsumsi mesin-mesin kendaraan saat ini. Permasalahan yang terjadi mengenai penggunaan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi, seperti bensin adalah semakin menipisnya cadangan sumber bahan bakar tersebut. Hal ini disebabkan sumber energi tersebut adalah sumber energi yang tidak dapat diperbaharui sehingga lama-kelamaan akan mengalami kelangkaan. Oleh karena itu perlu sekali melakukan penghematan energi dari minyak bumi tersebut. Untuk mengetahui besarnya konsumsi bahan bakar pada sebuah kendaraan dapat dilakukan pengujian dan perhitungan ulang dengan melihat kondisi yang sebenarnya. Dari hasil perhitungan pada Mesin Toyota Corona 2000 CC diperoleh bahwa konsumsi bahan bakar adalah 1 dan 12 untuk udara.

Kata Kunci: Konsumsi Bahan Bakar, Mesin Toyota Corona 200 CC

PENDAHULUAN

Alat transportasi merupakan sebuah peralatan yang sangat dibutuhkan oleh manusia, karena dengan alat tersebut tenaga yang dibutuhkan manusia saat bekerja dapat dikurangi atau lebih ringan dan waktu lebih efisien. Sesuai dengan perkembangan jaman terciptalah suatu alat transportasi yang lebih canggih yaitu mobil.

Sebuah mobil merupakan suatu kendaraan dimana penggerakannya menggunakan motor (engine) dengan menggunakan bahan bakar berupa bensin atau solar. Mulai tahun 1885 sampai dengan tahun 2007 banyak mobil dirancang dengan menggunakan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi tersebut. Akan tetapi ada juga sebagian kecil yang telah menggunakan penggerak motor listrik dan tenaga angin. Meskipun demikian,

¹ Prodi Teknik Mesin UNIMUS

² Prodi Teknik Mesin UNIMUS

³ Prodi Teknik Mesin UNIMUS

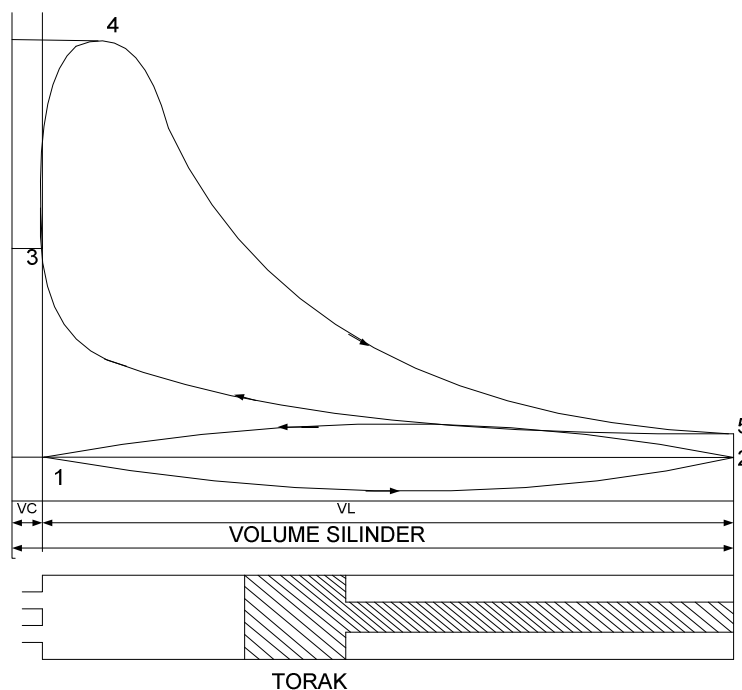
penggunaan bahan bakar bensin maupun solar masih mendominasi konsumsi mesin-mesin kendaraan saat ini.

LANDASAN TEORI

Motor bensin adalah suatu motor yang menggunakan bahan bakar bensin. Sebelum bahan bakar ini terbakar didalam silinder terlebih dahulu dijadikan gas yang kemudian dikompresikan didalam ruang bakar, yang dimaksud gas disini adalah campuran udara dan bensin. Umumnya perbandingan udara dan bensin adalah 15:1. Dengan adanya campuran bensin dan udara yang dikompresikan didalam silinder maka terjadilah ledakan yang akan mendorong torak kebawah dengan tenaga yang besar. Karena tenaga ini tidak bisa langsung digunakan maka tenaga ini diubah menjadi gerak-putar.

Bahan bakar dan udara masuk kedalam silinder dan dikompresikan oleh torak, campuran bahan bakar dan udara dibakar oleh loncatan bunga api dari busi didalam silinder. Kecepatan pembakaran melalui campuran udara biasanya 10-25 m/dt. Suhu udara naik hingga 2000-2500°C dan tekanannya mencapai 30-40 kg/cm².

Pada siklus pembakaran motor bensin dipengaruhi oleh Volume (V), tekanan (P), dan temperatur (T).



Gambar 1. Diagram P-V

Perubahan tekanan gas didalam silinder merupakan proses secara keseluruhan. Sebuah grafik yang memperlihatkan hubungan antara tekanan dan volume disebut diagram $P-V$. Untuk menjelaskan makna dari diagram $P-V$ motor bakar torak, terlebih dahulu perlu dipakai beberapa idealisasi sehingga prosesnya dapat dipahami dengan lebih mudah. Proses siklus yang ideal itu biasanya dinamai siklus udara, dengan beberapa siklus idealisasi sebagai berikut :

1. Fluida kerja didalam silinder adalah udara, dianggap sebagai gas ideal dengan konstanta kalor yang konstan.
2. Proses kompresi dan ekspansi berlangsung secara isentropic.
3. Proses pembakaran dianggap sebagai proses pemanasan fluida kerja.
4. Pada akhir proses ekspansi, yaitu pada waktu torak mencapai TMB, fluida kerja didinginkan sehingga tekanan dan temperaturnya mencapai tekanan dan temperatur atmosfer.
5. Tekanan fluida kerja didalam silinder selama langkah buang dan langkah isap adalah konstan dan sama dengan tekanan konstan.

Pada gambar diatas menunjukkan siklus volume konstan yang dianggap sebagai siklus dasar dari setiap mesin empat-langkah. Pada waktu torak berada pada TMB (Titik 2) udara pada kondisi atmosfer. Gerakan torak dari TMB ke TMA (Titik 3) menyebabkan udara pada kondisi atmosfer tersebut mengalami proses kompresi isentropic sampai torak mencapai TMA, sesuai dengan idealisasi (2). Pada waktu torak berada pada TMA udara dipanasi pada volume konstan sehingga tekanan naik, sesuai dengan idealisasi (3). Pada gambar diatas proses tersebut terakhir dilukiskan sebagai proses dari titik 3 sampai 4, dimana garis 3-4 merupakan garis vertical. Selanjutnya, gerakan torak dari TMA ke TMB merupakan proses ekspansi isentropic dari titik 4 ke titik 5, sesuai dengan idealisasi (2). Pada saat torak mencapai TMB (titik 5), sesuai dengan idealisasi (4) udara didinginkan sehingga mencapai kondisi atmosfer (titik 2). Gerakan torak selanjutnya dari TMB ke TMA, yaitu dari titik 2 ke titik 1, adalah langkah buang pada tekanan konstan.

Prinsip Kerja Motor

Didalam mesin bensin campuran udara dan bensin dihisap kedalam silinder. Kemudian dikompresikan oleh torak saat bergerak naik. Bila campuran udara dan bensin

terbakar dengan adanya api dari busi yang panas sekali, maka akan menghasilkan tekanan gas yang besar didalam silinder. Dari gerak lurus torak dirubah menjadi gerak putar pada poros engkol melalui batang torak. Gerak putar inilah yang menghasilkan tenaga pada mobil.

Posisi tertinggi yang dicapai torak dalam silinder disebut titik mati atas (TMA), dan posisi terendah yang dicapai torak disebut titik mati bawah (TMB). Jarak bageraknya torak antara TMA dan TMB disebut langkah torak (stroke).

Ada juga mesin yang tiap siklusnya terdiri dari dua langkah torak. Mesin ini disebut mesin dua langkah (2 Tak), poros engkolnya berputar satu kali selama torak menyelesaikan dua langkah. Sedangkan mesin lainnya tiap siklus terdiri dari empat langkah torak, mesin ini disebut mesin empat langkah (4 Tak). Poros engkol berputar dua putaran penuh selama torak menyelesaikan empat langkah dalam tiap satu siklus, tetapi yang akan kita uraikan adalah mesin bensin 4 langkah.

Motor Bensin 4 Langkah

1. Langkah Hisap

Dalam langkah ini torak bergerak dari TMA ke TMB, campuran udara dan bensin dihisap kedalam silinder. Katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak kebawah menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, masuknya campuran udara dan bensin kedalam silinder disebabkan adanya tekanan udara luar (atmospheric pressure).

2. Langkah Kompresi

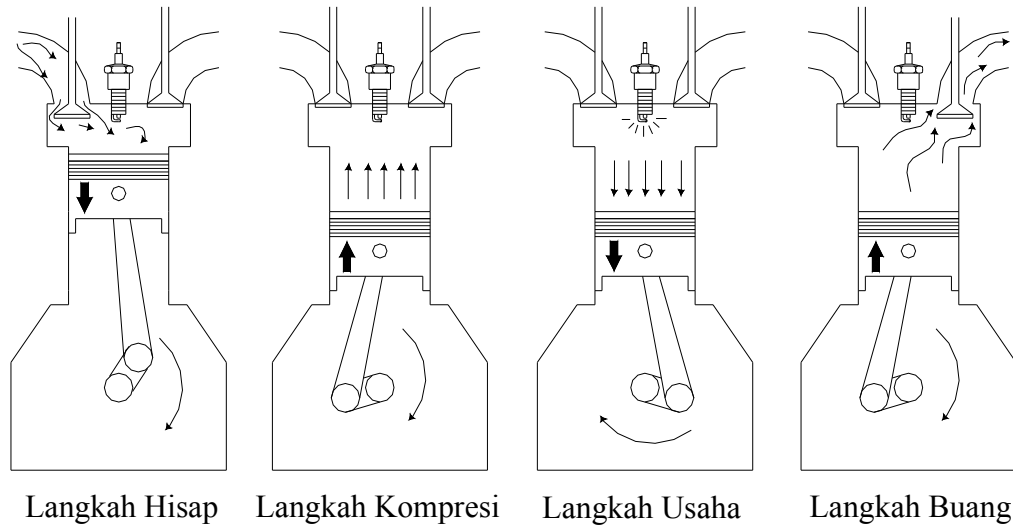
Dalam langkah ini campuran udara dan bensin dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak mulai naik dari TMB ke TMA campuran yang dihisap tadi dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya naik sehingga akan mudah terbakar. Poros engkol berputar satu kali, ketika torak mencapai TMA.

3. Langkah Usaha

Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat sebelum torak mencapai TMA pada langkah kompresi, busi memercikkan bunga api, sehingga terjadi ledakan di dalam silinder dan mendorong torak ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin (engine power).

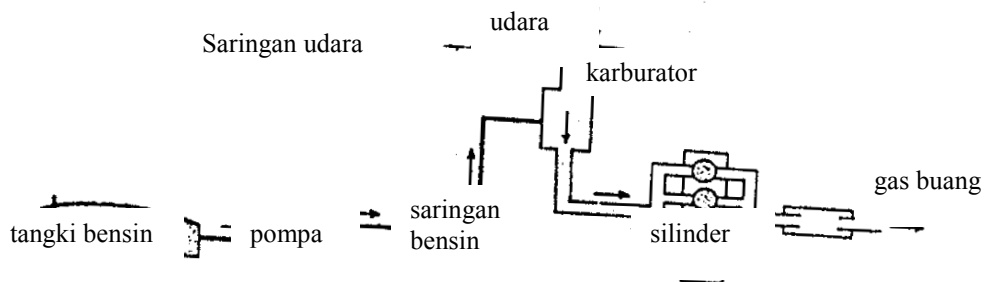
4. Langkah Buang

Dalam langkah ini, gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katup buang terbuka, torak bergerak dari TMB ke TMA, mendorong gas bekas keluar dari silinder.



Gambar 2. Prinsip Kerja motor bensin 4 langkah

Sistem penyaluran bahan bakar merupakan salah satu sistem yang penting di dalam motor bensin, bahan bakar yang digunakan dicampur dengan udara sebelum dinyalakan oleh busi. Proses pencampuran bahan bakar tersebut dilakukan di dalam karburator. Adapun skema sistem penyaluran bahan bakar pada motor bensin adalah seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3. Skema Dari Sistem Penyaluran Bahan Bakar Pada Motor Bensin

Bahan bakar ditampung di dalam tangki bahan bakar, disaring oleh fuel filter, selanjutnya dihisap dan ditekan oleh pompa (fuel pump) untuk masuk ke dalam karburator. Di dalam karburator inilah bahan bakar dicampur dengan udara, diteruskan ke ruang bakar. Campuran bahan bakar terbakar dengan bantuan bunga api dari busi. Gas sisa pembakaran ini dikeluarkan melalui saluran buang.

Komponen-komponen Sistem Bahan Bakar

1. Tangki Bensin

Tangki bensin tempat penampungan bahan bakar yang akan dipompakan oleh pompa bahan bakar dari tangki ke karburator. Tangki bahan bakar ini harus selalu dijaga kebersihannya agar aliran bahan bakar dapat lancar dan tidak cepat merusak saringan bahan bakar ataupun komponen-komponen bahan bakar lainnya.

2. Saringan Bensin

Saringan bensin berfungsi untuk menyaring kotoran sebelum bahan bakar masuk ke dalam karburator dan ditempatkan diantara tangki dengan pompa bahan bakar.

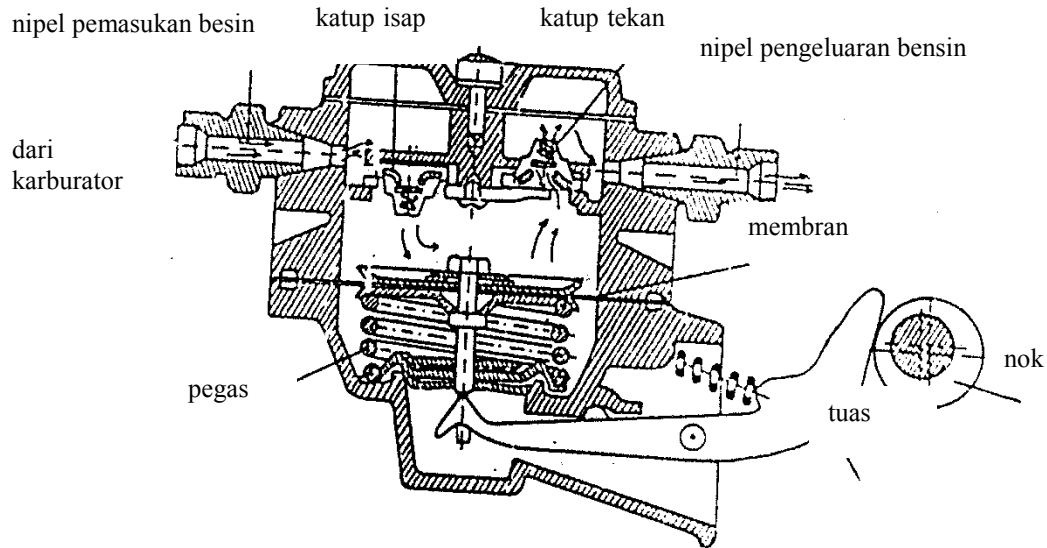
3. Pompa Bensin

Pompa bensin berfungsi menyalurkan bensin dari tangki ke dalam karburator, hal ini dikarenakan penempatan tangki yang rendah dan jauh dari mesin serta posisi karburator yang selalu lebih tinggi daripada posisi tangki bahan bakar. Pompa bensin ada 2 macam yaitu pompa bensin mekanik dan pompa bensin listrik, pada mobil Toyota Corona ini menggunakan pompa bensin mekanik, pompa ini digerakkan oleh cam shaft.

Pompa Bensin Mekanik

Pompa bahan bakar ini bekerja dengan cara menghisap bahan bakar yang ada pada tangki dan dialirkan ke karburator melalui selang bensin. Apabila cam shaf mengangkat rocker arm, maka tuas rocker arm akan menarik batang pendorong ke bawah. Hal ini akan menyebabkan membran bergerak ke bawah, katup masuk terbuka, dan pegas akan mengecil. Akibat gerakan membran ke bawah dan katup masuk terbuka maka bahan bakar masuk ke dalam pompa. Selanjutnya cam shaf berputar dan tidak mengangkat lagi tuas, akibatnya pegas akan kembali ke posisi semula dan membran akan

bergerak ke atas, sehingga katup buang akan terbuka dan bahan bakar akan terdorong keluar melalui katup buang.

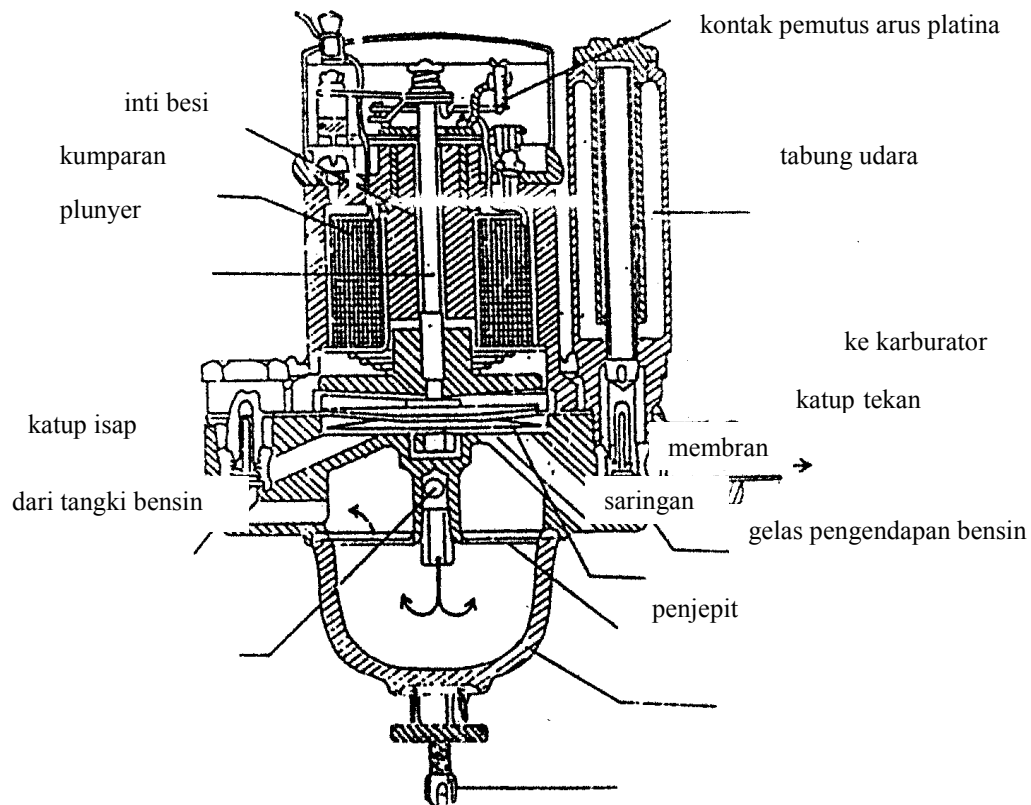


Gambar 4. Pompa Bensin Mekanik

Pompa Bensin Elektrik

Pompa Bensin Listrik lebih efisien dari pompa bahan bakar mekanik dan memberikan beberapa keuntungan yang tidak terdapat pada pompa bahan bakar mekanik. Pompa bahan bakar listrik akan mengisi karburator begitu kontak di ON kan. Keuntungan lain adalah dapat ditempatkan pada lokasi yang diinginkan.

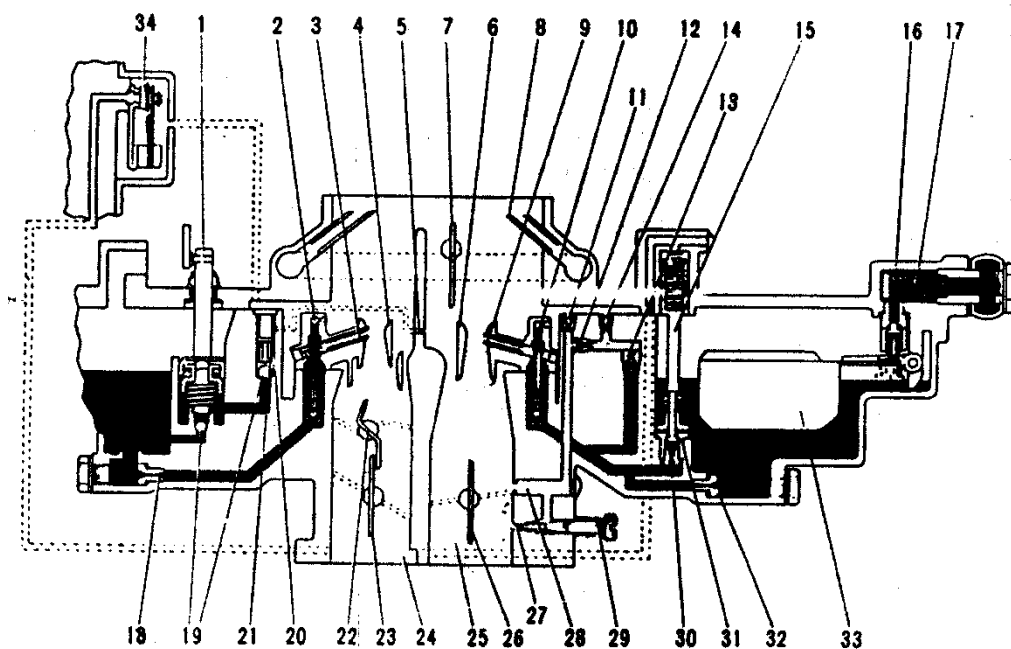
Cara kerja pompa ini adalah apabila pompa di "ON" kan, arus listrik akan mengalir ke kumparan dan menyebabkan timbul medan magnet yang dapat menarik membran, sehingga terjadi kevakuman diruang pemompaan. Hal ini akan menarik katup masuk terbuka dan bahan bakar masuk ke dalam ruang pemompaan. Pada waktu yang hampir bersamaan dengan gerakan membran tertarik oleh magnet, kontak poin juga akan terputus dan medan magnet pada kumparan akan hilang. Akibatnya pegas akan mendorong membran kembali pada posisi semula dan tekanan pada ruang pemompaan akan naik akan menyebabkan bahan bakar akan tertekan keluar melalui katup buang. Demikianlah proses berlangsung terus menerus selama kunci kontak di "ON" kan.



Gambar 5. Pompa Bensin Elektrik

4. Karburator

Karburator memiliki fungsi utama sebagai tempat pencampuran bensin dan udara dengan komposisi yang tepat sehingga dapat dinyalakan di dalam ruang bakar. Cara kerja karburator adalah berdasarkan perbedaan tekanan. Untuk memperoleh kerja maksimal maka di dalam karburator terdapat venturi, yaitu penciutan suatu lubang yang membuat udara lewat menjadi lebih cepat. Semakin cepat udara yang lewat melalui venturi semakin rendah pula tekanan pada venturi, jadi tekanan rendah pada venturi ini adalah dasar tenaga pada karburator. Untuk membantu kelancaran aliran bensin dan membantu memecah bahan bakar menjadi partikel-partikel yang lebih kecil dan agar pengabutan menjadi lebih baik, maka disambungkan tabung udara peniup (*air bleed tube*) kemudian pada tabung utama karburator diberi venturi agar terjadi penambahan percepatan aliran udara secara tiba-tiba sehingga akan menyebabkan kevakuman yang lebih baik dan semburan bahan bakar akan semakin baik.



- | | | |
|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 1. Pump plunger | 13. Slow jet | 24. Secondary bore |
| 2. Secondary main air bleeder | 14. Slow air bleed No. 1 | 25. Primary bore |
| 3. Secondary main nozzle | 15. Power piston | 26. Primary Throttle valve |
| 4. Secondary small venturi | 16. Needle valve | 27. Idle port |
| 5. Pump jet | 17. Strainer | 28. Slow port |
| 6. Primary small venturi | 18. Secondary main jet | 29. Idle adjusting screw |
| 7. Choce valve | 19. Steel ball | 30. Power jet |
| 8. Air vent | 20. Stopper | 31. Power valve |
| 9. Primary main nozzle | 21. Pump discharge weight | 32. Primary main jet |
| 10. Primary main air bleeder | 22. Heigh speed valve | 33. Float |
| 11. Slow air bleed No. 2 | 23. Secondary Throttle valve | 34. Thermostatic valve |
| 12. Economi zer jet | | |

Gambar 6. Karburator

PERHITUNGAN KARBURATOR

1. Kecepatan udara masuk (C_1)

$$C_1 = \frac{2 \cdot L \cdot n}{60}$$

Dimana:

C_1 = kecepatan udara masuk di seksi masuk venturi (m/s)

L = panjang langkah (m)

n = putaran mesin (rpm)

$$C_1 = \frac{2 \cdot 0,0865 \cdot 6000}{60}$$

$$= 17,3 \text{ m/s}$$

2. Kecepatan udara di kerongkongan venturi (C_2)

Berdasarkan persamaan kontinuitas:

$$G_a = A_1 \cdot \gamma \cdot C_1 = A_2 \cdot \gamma \cdot C_2$$

Sehingga:

$$C_1 = C_2 \cdot \left[\frac{A_2}{A_1} \right]$$

Dimana:

A_1 : luas penampang seksi masuk venturi (m²)

A_2 : luas penampang kerongkongan venturi (m²)

$$17,3 = C_2 \cdot \left[\frac{2 \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \right)}{\left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \right)} \right]$$

$$= C_2 \cdot \left[\frac{2 \left(0,785 \cdot 0,035^2 \right)}{\left(0,785 \cdot 0,068^2 \right)} \right]$$

$$= C_2 \cdot \frac{0,0019}{0,0036}$$

$$= C_2 \cdot 0,53$$

$$C_2 = \frac{17,3}{0,53}$$

$$= 32,6 \text{ m/s}$$

3. Perbedaan tekanan udara diseksi masuk venturi dan di kerongkongan venturi (Δp_a)

$$C_2^2 \cdot \left[1 - \left[\frac{A_2}{A_1} \right]^2 \right] = \frac{2g}{\gamma a} \cdot (P_1 - P_2)$$

Dimana:

g : gravitasi (m/s)

$\gamma\alpha$: berat jenis udara (Kg/m³)

$(P_1 - P_2)$: perbedaan tekanan udara diseksi masuk venturi dan dikerongkongan venturi (Kg/m²), selanjutnya dinyatakan dengan Δpa .

$$32,6^2 \cdot \left[1 - \left(\frac{0,0019}{0,0036} \right)^2 \right] = \frac{2 \cdot 9,81}{9,81 \cdot 1,1644} \cdot \Delta pa$$

$$1062,76 \cdot 0,72 = \frac{19,62}{11,42} \cdot \Delta pa$$

$$1062,76 \cdot 0,72 = 1,72 \cdot \Delta pa$$

$$\Delta pa = \frac{1062,76 \cdot 0,72}{1,72}$$

$$= 444,88 \text{ kg/cm}^2$$

4. Berat Udara Mengalir (G_a)

Karena pada kenyataannya tidak seluruh luas penampang A_2 dapat dipakai dengan baik, maka untuk mengoreksi penyimpangan dari keadaan yang ideal tersebut, maka perlu didefinisikan pengeluaran G_a yaitu:

$$G_a = \frac{\text{Jumlah aliran yang sebenarnya (kg/s)}}{\text{Jumlah aliran yang ideal (kg/s)}}$$

Sehingga:

$$G_a = C_a \cdot A_2 \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot \gamma\alpha \cdot \Delta pa}{1 - \left[\frac{A_2}{A_1} \right]^2}}$$

$$K_a \cdot A_2 \cdot \sqrt{2g \cdot \gamma\alpha \cdot \Delta pa}$$

Karena:

$$K_a = \frac{C_a}{\sqrt{1 - \frac{A_2}{A_1}}}$$

Dimana:

Ka : Koefisien aliran, besarnya 0,94 - 0,99

$$\begin{aligned} Ga &= 0,96 \cdot 0,0001923 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 11,42 \cdot 444,26} \\ &= 0,058 \text{ kg/det} \\ &= 208,8 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

5. Aliran Bahan Bakar melalui Orifice (Gf)

Besarnya Gf dapat dicari dengan rumus:

$$Fi = \frac{Gf}{Ni}$$

Fi = Pemakaian bahan bakar indikator

Ni = Daya indikator

Dimana dari perhitungan awal telah diketahui nilai

$$Fi = 0,255 \text{ kg/Hp.jam}$$

Sehingga:

$$0,255 = \frac{Gf}{63,58}$$

$$\begin{aligned} Gf &= 0,255 \cdot 63,58 \\ &= 16,21 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

6. Perbandingan jumlah bahan bakar-udara

$$\begin{aligned} Ga : Gf &= 208,8 \text{ kg/jam} : 16,21 \text{ kg/jam} \\ &= 12 : 1 \end{aligned}$$

Jadi perbandingan jumlah bahan bakar-udara pada keadaan kerja mesin motor mulai hidup = 12 : 1

Keadaan kerja mesin	Perbandingan udara bensin
Motor mulai hidup	5 : 1
Putaran Idling	11 : 1
Bila tenaga maksimal diperlukan	12 ~ 13 : 1
Pemakaian ekonomis	16 ~ 18 : 1

Sumber : Wiranto Arismunandar, Penggerak Mula Motor Bakar Torak, hal 58

KESIMPULAN

- Kondisi dari tiap-tiap komponen itu sendiri, pada evaluasi komponen-komponen yang bergerak memang terdapat sedikit keausan namun tidak dapat mempengaruhi kerja dari mesin karena nilai keausannya belum melebihi standart.
- Dari data mesin diketahui :
Diameter silinder (D) : 85 mm, Panjang Ingkah (L) : 86,50 mm, Volume silinder: 1962,38 cm³, Perbandingan kompresi : 8, didapatkan Daya evektif (Ne) sebesar 54,7 HP.
- Dari perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa :
 - Pemakaian bahan bakar efektif (F_e) = 0,360 liter/HP.jam
 - Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan (F_h) = 19,70 liter/jam

SARAN

Agar dalam perhitungan hasil yang diperoleh tidak begitu melenceng jauh maka perlu diperhatikan hal-hal yang dapat mempengaruhi hasil perhitungan yaitu :

- Ketelitian dalam pengukuran mesin yang digunakan dalam perhitungan
- Sebelum dilakukan test uji coba, sistem yang mempengaruhi kerja mesin diharapkan dalam kondisi baik, sehingga tidak mempengaruhi test uji coba

DAFTAR PUSTAKA

- Aris Munandar Wiranto, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, Institut Teknologi Bandung, Bandung 1988.
- Kovack M, *Motor Vehikle Engine*, Mir Publiser, Moscow, 1971
- Petrovsky, N. Prof. *Motor Internal Combustion Engine*, Mir Publiser, Moscow, 1978
- Sularso Ir. MSME. Kiyokatsu Suga Prof. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin Pt. Pradnya Paramita*, Jakarta, Indonesia 1991