

ANALISIS KONSTRUKSI DASAR PADA SISTEM PENGAPIAN MOTOR BAKAR

Oleh:

Daniel Tulus Maringan Sipahutar ¹⁾

Arifin Saragih ²⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2)}

E-mail:

danieltulus@gmail.com ¹⁾

arifinsaragih@gmail.com ²⁾

ABSTRACT

Lubrication is the provision of lubricating oil between two surfaces that are in contact with each other and move between components with one another which can cause wear and heat in the two areas. In the combustion engine, it is clear that the lubricating oil has a very important role because the combustion engine consists of components that move both rotating (rotational) and up and down (translational) movements where the movement will cause friction in the tangent plane. Considering the increasing number of scientific developments in the field of technology, as a Mechanical Engineering student feels the need to develop and explore it more. This type of combustion engine is very common today, especially in transportation equipment, large and small factories. This fuel motor is the most suitable choice as a prime mover, as well as a backup (emergency) driver.

Keywords: Motor Fuel and Oil Lubrication System.

ABSTRAK

Pelumasan merupakan pemberian minyak pelumas antara dua permukaan yang saling bersinggungan dan saling bergerak pada komponen yang satu dengan yang lain yang dapat menimbulkan keausan dan panas pada dua bidang tersebut. Pada motor bakar jelas minyak pelumas mempunyai peran yang sangat penting karena motor bakar terdiri dari komponen yang bergerak baik gerakan berputar (*rotasi*) maupun gerakan naik turun (*translasi*) dimana gerakan tersebut akan menimbulkan gesekan-gesekan pada bidang yang bersinggungan. Mengingat semakin banyaknya perkembangan ilmu pengetahuan di bidang ilmu teknologi, sebagai Mahasiswa Teknik Mesin merasa perlu untuk serta mengembangkan dan lebih mendalami hal tersebut. Jenis motor bakar ini sangat banyak dijumpai pada saat ini, khususnya pada alat transportasi, pabrik-pabrik besar maupun kecil. Motor bakar ini merupakan pilihan yang paling sesuai sebagai penggerak utama, maupun sebagai penggerak cadangan (*emergency*).

Kata Kunci : Motor Bakar dan Sistem Pelumasan Minyak.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Apabila kita meninjau dan mengamati mini bus kendaraan angkutan penumpang umum, dewasa ini adalah merupakan suatu alat vital bagi masyarakat, yang mana dalam fungsinya kendaraan yang berupa alat transportasi ini dapat membantu pemecahan problema bagi kelancaran arus ekonomi, perdagangan, tugas – tugas pemerintahan, dunia pendidikan maupun komunikasi antar sesama suku dan bangsa. Di jaman modern ini perkembangan teknologi semakin maju dari tahun ke tahun. Dari perkembangan teknologi yang semakin maju tersebut menghasilkan produk yang canggih yang semua bertujuan untuk mensejahterakan umat manusia. Adapun salah satu hasil teknologi tersebut yaitu jenis kendaraan roda empat, kendaraan pribadi jenis mini bus khususnya. Di Indonesia jenis mobil ini banyak diminati oleh masyarakat yang anggota keluarganya banyak, sehingga jenis mobil ini sangat efisien bagi mereka. Oleh karena itu disini penulis/perancang akan merancang sebuah motor penggerak untuk kendaraan roda empat khususnya untuk jenis mini bus.

Dalam perancangan ini penulis memilih Motor Bakar penggerak kendaraan Mini Bus L 300 dengan memakai sistem *Single Over Head Camshafs* (SOHC). Kapasitas penumpang yang akan direncanakan yaitu berjumlah delapan (8) orang. Dengan perencanaan seperti ini, masyarakat akan lebih nyaman berada dalam mobil ini, karena kendaraan ini memiliki *body* dan *chasis* yang lebih besar dibandingkan jenis minibus lainnya. Selain untuk mobil keluarga mobil ini juga sangat baik digunakan bagi para pengusaha angkutan jarak jauh (*travel*). Mini bus jenis L 300 ini mempunyai kelebihan dari motor bakar versi sebelumnya yakni :

konstruksi mesin lebih kecil, komponen mesin lebih sederhana, mesin

lebih bandel, dan bahan bakar lebih irit (hemat).

Motor bakar salah satu jenis mesin pembakaran dalam, yaitu mesin tenaga dengan ruang bakar yang terdapat di dalam mesin itu sendiri (*internal combustion engine*), sedangkan mesin dengan pembakaran luar disebut (*external combustion engine*). Dimana orang untuk tujuan tertentu perlu mengubah energi dari suatu bentuk ke bentuk lain dan alatnya yang disebut pesawat atau mesin.

Motor bakar adalah mesin atau pesawat tenaga yang merupakan mesin kalor dengan menggunakan energi *thermal* dan potensial untuk melakukan kerja mekanik dengan merubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas (*thermal*) dan potensial sehingga menghasilkan energi mekanik. Cara memperoleh energi *thermal* tersebut dari hasil proses pembakaran bahan bakar di dalam mesin itu sendiri.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini, tentu saja harus ada rumusan masalah sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, biaya, dan waktu yang ada. Agar masalah ini dapat tepat pada sasaran, maka penulis membatasi ruang lingkupnya, yang nanti diharapkan hasilnya sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam hal ini penulis membatasi masalah ini sebagai berikut:

- a. Klarifikasi jenis motor bakar
- b. Cara kerja motor bakar
- c. Perhitungan daya dan putaran motor
- d. Perhitungan komponen komponen utama motor bakar
- e. Analisa daya dan putaran motor
- f. Pembahasan sistem pelumas dan pendingin

1.3 Batasan Masalah

Dalam menyelesaikan rancangan ini Penulis membatasi masalah yang akan dibahas, yakni hanya berkisar pada :

1. Pendahuluan
2. Tinjauan Pustaka

3. Perhitungan Daya dan Putaran Motor
4. Analisa Termodinamika
5. Ukuran Utama Motor Bakar
6. Analisa Gaya Dinamis
7. Pelumasan dan Pendinginan

1.4 Tinjauan Umum

Motor Bakar yang akan dirancang penulis digunakan untuk penggerak mobil keluarga (*pribadi*). Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan jenis Motor Bakar ini adalah :

1. Putaran motor tinggi, sehingga tiap titik bobotnya menjadi kecil.
2. Putaran motor stabil dan kecil kemungkinan untuk terjadinya *knocking*.
3. Pemakaian bahan bakar yang irit.
4. Perbandingan kompresi yang tinggi pada umumnya digunakan pada motor diesel berukuran besar dengan putaran rendah. Perbandingan kompresi yang rendah banyak dipakai pada motor diesel berukuran kecil dengan putaran tinggi (>1200 rpm).

1.5 Maksud dan Tujuan

Mengingat semakin banyaknya perkembangan ilmu pengetahuan di bidang ilmu teknologi, sebagai Mahasiswa Teknik Mesin merasa perlu untuk serta mengembangkan dan lebih mendalami hal tersebut. Jenis motor bakar ini sangat banyak dijumpai pada saat ini, khususnya pada alat transportasi, pabrik-pabrik besar maupun kecil. Motor bakar ini merupakan pilihan yang paling sesuai sebagai penggerak utama, maupun sebagai penggerak cadangan (*emergency*).

Untuk mengetahui macam-macam jenis ruang bakar motor diesel yang banyak dipakai pada mobil.

1. Untuk Mengetahui Komponen-komponen Konstruksi Mesin motor bakar.diesel yang dirancang.
2. Untuk Mengetahui keuntungan dan kelemahan dari motor bakar diesel yang dirancang.
3. Untuk memilih jenis ruang bakar yang tepat untuk digunakan pada mobil

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemilihan Jenis Motor Bakar Penggerak

Untuk memilih langkah motor yang akan direncanakan, maka harus terlebih dahulu dipertimbangkan keuntungan dan kerugian dari kedua jenis langkah motor yaitu motor 4 langkah dan motor 2 langkah.

Adapun keuntungan – keuntungan dan kerugian – kerugian dari kedua jenis motor langkah tersebut adalah:

1. *Power impuls* terjadi pada setiap putaran sehingga motor berjalan lebih tenang.
2. Konstruksinya lebih sederhana.
3. Effisiensi untuk motor, putarannya lebih rendah.

2.2 Kerugian motor dua langkah adalah:

1. Pemakaian pompa *scavenging* memerlukan daya khusus sehingga daya yang dihasilkannya berkurang
2. Putaran motor tidak dapat tinggi kerana akan menyulitkan proses *scavenging*.
3. Karena pembakaran terjadi setiap putaran, maka motor cepat panas sehingga sistim pendinginan harus diperhatikan.

2.3 Keuntungan motor empat langkah adalah :

1. Putaran motor dapat lebih tinggi.
2. Karena terjadinya langkah-langkah khusus untuk pengisian dan pembuangan maka *effisiensi thermis* akan tinggi dan pemakaian bahan bakar lebih ekonomis.

maka penulis lebih cenderung untuk memilih ‘‘Jenis motor diesel 4 langkah’’ sebagai penggerak kendaraan minibus yang akan dirancang.

2.4 Menurut Pemakaiannya

Motor Bakar diesel banyak kita jumpai didalam pemakaiannya, misalnya :

1. Sebagai alat penggerak transportasi, seperti : mobil, kapal laut, dan lain-lain.
2. Sebagai penggerak dari pembangkit

listrik, seperti : generator, mesin las listrik, dan lain-lain.

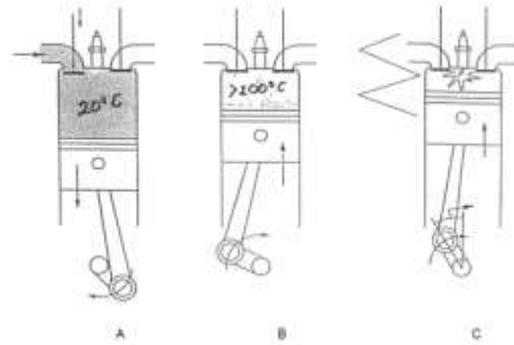
3. Sebagai penggerak mesin lain, seperti untuk menggerakkan mesin kompresor angin yang digunakan untuk keperluan tambal ban, menggerakkan kompresor air pada *unit door smeer* dan lain-lain.

2.5 Sistem Pengapian Pada Motor Bakar

Sistem pengapian bertujuan untuk menghasilkan arus listrik bertegangan tinggi untuk kebutuhan pembakaran campuran bahan bakar dalam udara dalam ruangan bakar. Pada dasarnya rangkaian pada sistem pengapian ada dua yaitu pengapian primer dan pengapian sekunder. Pada rangkaian *primer* sistem pengapian mencakup seluruh komponen yang bekerja dengan tegangan rendah, dari baterai atau alternator, sedangkan rangkaian *sekunder* bekerja pada tegangan tinggi seperti pada komponen yang ada setelah terminal *output coil* sampai pada masa busi.

Pada skripsi ini akan macam-macam sistem pengapian baik itu pengapian dengan penyalan sendiri maupun dengan bunga api listrik. Selain itu ada pula sistem pengapian dengan baterai dan sistem pengapian magnet beserta fungsi dan kerjanya akan penulis terangkan secara jelas beserta contoh gambar pendukung sehingga skripsi ini lebih mudah dipahami dan di mengerti. Untuk lebih lengkapnya tentang materi dasar sistem pengapian bisa anda lihat pada penjelasan bawah ini.

1. Bahan bakar dikabutkan atau diuapkan contohnya pada gambar A dan B
2. Perbandingan campuran disesuaikan contohnya pada gambar A
3. Temperatur capuran cukup tinggi contohnya pada gambar B
4. Penyalan pada saat yang tepat contohnya pada gambar contohnya pada gambar C



Gambar: 1 Konstruksi Dasar Sistem Pengapian Motor Bakar

Sumber :
<https://www.google.co.id/search:gambarT/hedieselpage.com>.

3. METODE PELAKSANAAN

3.1 Sistem pelumasan

Pelumasan adalah pemberian minyak pelumas antara dua permukaan yang saling bersinggungan dan saling bergerak pada komponen yang satu dengan yang lain yang dapat menimbulkan keausan dan panas pada dua bidang tersebut. Pada motor bakar jelas minyak pelumas mempunyai peran yang sangat penting karena motor bakar terdiri dari komponen yang bergerak baik gerakan berputar (*rotasi*) maupun gerakan naik turun (*translasi*) dimana gerakan tersebut akan menimbulkan gesekan-gesekan pada bidang yang bersinggungan. Tujuan pelumasan pada motor bakar adalah:

- A. Sebagai pelapis (*oil film*) antara bidang yang saling bergesekan (bersentuhan) dan keausan akibat kontak langsung antara dua bidang
- B. Sebagai media pendingin yaitu mendinginkan permukaan yang panas akibat gesekan-gesekan pada komponen yang bergerak dan saling bersinggungan dan mendinginkan panas yang ditimbulkan oleh pembakaran pada ruang bakar selama motor bekerja.
- C. Sebagai peredam bunyi dan kejutan.
- D. Mengurangi tahanan akibat gesekan.
- E. Memperpanjang umur mesin

Dari tujuan diatas yang paling penting adalah yang pertama dimana pada permukaan antara komponen yang saling bersinggungan pelumas akan membuat lapisan *oil film* sehingga tidak terjadi kontak langsung. Tebal *oil film* tergantung pada *viskositas* minyak pelumas yang dipakai dan besarnya tekanan yang terjadi antara kedua permukaan. Kondisi minyak pelumas juga dipengaruhi oleh *temperature* lingkungan, tekanan serta kecepatan kedua permukaan yang bergesek.

Sistem pelumasan pada motor bakar dibagi tiga, yaitu :

1. Sistem Celup

Pelumasan sistem celup adalah pelumasan pada bagian-bagian mesin dengan cara mencelupkan kedalam minyak pelumas yang ditampung dalam ruang *carter* (bak minyak pelumas).

2. Sistem Tekan

Sistem ini dilakukan dengan sebuah pompa pelumas untuk menekan minyak pelumas kebagian-bagian yang kerjanya, misalnya : paa bantalan utama, baut, pena dan poros cam.

3. Sistem Percik

Sistem ini dipergunakan dengan cara memercikkan minyak pelumas kebagian-bagian yang mengenai bidang kerjanya, misalnya : dinding silinder, piston roda gigi (*timing gear*) dan mekanisme katup.

Biasanya pada motor bakar menggunakan kombinasi dari ketiga sistem pelumasan tersebut. Pada perencanaan ini apat dilihat sistem pelumasan yang dipakai. Pada saat mesin motor bakar beroperasi, minyak pelumasan yang berada di bak penampungan oil (*carter*) akan dihisap oleh pompa oil (*oil pump*) melalui stainer yang kemudian akan melumasi seluruh komponen-komponen yang perlu dilumasi dan kemudian oli kembali lagi kedalam *carter*.

Pada motor bakar pemilihan pompa oil terdapat dua bagian, yaitu:

a. jenis pompa oil roda gigi

Dimana dari hasil gerak roda gigi akan mensirkulasikan oli ke seluruh komponen.

b. jenis pompa oil rotor (*trochoid*)

Pada sistem pompa oil pelumasan ini terdapat sistem tekan yaitu komponen bantalan yang pada batang penggerak dan *camshaft*. Sedangkan untuk piston dan dinding silinder dilumasi dengan sistem percikan atau semburan maka dipilih jenis pompa oil rotor (*trochoid*).

Pada pompa ini tidak ada tekanan minak secara tiba-tiba yang berubah yaitu dari tekanan yang tinggi (tekanan di tempat pengeluaran) menjadi tekanan rendah (ditempat pemasukan) yang akan dapat menimbulkan bunyi yang keras, hal ini tidak terjadi pada pompa ini karena pemasukan minyak pelumas berlangsung secara tegak lurus terhadap eksentrasitas.

3.2 Pemilihan Minyak Pelumas

a. Kapasitas minyak pelumas

Minyak pelumasan di sirkulasikan kebagian-bagian yang perlu dilumasi, karena itu minyak pelumas akan mengalami penyusutan yang antara lain disebabkan :

- a. terbakarnya minyak pelumas
- b. adanya kebocoran-kebocoran
- c. terjadinya penguapan

Kapasitas minyak pelumasan yang dibutuhkan utuk semua sistem tergantung kepada daya pelumasan mesin.

- a. Untuk melumasi bagian yang bergerak dapat dihitung dengan rumus :

$$W_1 = (5 - 10) \text{ Lb/Bhp.hr} \dots \dots \dots \text{Lit 17, hal 485}$$

Dimana :

$$W_1 = 8 \text{ Lb/Bhp.hr (diambil)}$$

- b. Untuk mendinginkan piston dan dinding silinder adalah :

$$W_2 = (20 - 40) \text{ Lb/Bhp.hr}$$

Dimana :

$W_2 = 30 \text{ Lb/Bhp.hr}$ (diambil) Sehingga jumlah aliran minyak pelumas yang dibutuhkan :

$$W = W_1 + W_2$$

$$= 8 + 30 = 38 \text{ Lb/Bph.hr}$$

Untuk daya motor sebesar 77,34 Hp maka jumlah minyak pelumas :

$$\begin{aligned} Q &= 77,34 \cdot W \\ &= 77,34 \times 38 \\ &= 2938 \text{ Lb/hr} \end{aligned}$$

Sehingga daya untuk pompa minyak pelumas adalah:

$$N_p = \frac{Q \cdot P_0}{27.000 \cdot P} \text{ (Hp)} \dots \text{Lit 14, hal 410}$$

Dimana :

$$P_0 = \text{Tekanan minyak pelumas (5 - 6,5)}$$

$$= 6,5 \text{ (diambil)} \quad P = \text{Efisiensi pompa (0,7 : 0,72)} = 0,72 \text{ (diambil)}$$

$$\begin{aligned} Q &= \text{Kapasitas minyak pelumas} \\ &= 2938,92 \text{ Lb/hr} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} P &= \frac{2938,92 \cdot 6,5}{27.000 \cdot 0,7} \text{ (Hp)} \\ &= 1 \text{ Hp} \end{aligned}$$

c. Kekentalan Minyak Pelumas

Kemampuan minyak pelumas untuk memenuhi fungsinya yaitu mencegah keausan, haruslah diuji dari kekentalannya. Harga kekentalan minyak pelumas tergantung pada *temperature* operasi dan jenis minyak tersebut dapat ditentukan. Kekentalan (*viskositas*) minyak pelumas terdiri dari:

1. *Viskositas absolute*
2. *Viskositas kinematika*
3. *Viskositas spesifik* atau *saybolt universal viscosity*

3.3 Pendinginan

Pada proses pembakaran yang terjadi didalam silinder akan timbul *temperature* yang tinggi, proses pembakaran ini terjadi berulang-ulang selama motor bekerja sehingga dindig silinder, kepala silinder dan bagian-bagian

yang berhubungan dengan motor bakar ini akan menimbulkan panas.

Oleh Karena itu bagian-bagian diatas pelu mendapat pendingin yang cukup agar *temperature* berada pada batas-atas yang diizinkan yaitu sesuai dengan kekuatan material dan kondisi pengoperasian yang baik.

3.4 Sistem pendinginan

Berdasarkan sistem fluida yang dipakai maka sistem pendinginan dapat dibedakan atas dua jenis pendinginan pada motor, yaitu:

a. Dengan pendinginan udara (*Compressible*)

Dengan pendinginan udara pada umumnya dipakai pada motor kecil dengan jumlah silinder satu atau dua saja, lazimnya digunakan pada sepeda motor dimana pada bagian luar dari blok atau dinding silinder dilengkapi dengan sirip-sirip pendinginan untuk memperluas pengaturan panas.

b. Dengan pendinginan air (*Incompressible*)

c. Pada perencanaan ini dipilih dengan pendinginan air, karena jenis ini sangat cocok dan sesuai diangan perencanaan di mana pada sistem pendinginan ini sering digunakan pada motor-motor ukuran sedang dan besar dengan jumlah silinder dua, tiga, atau lebih, baik mobil maupun motor *stasioner* dengan alasan:

1. menyerap panas lebih baik dan lebih cepat dibandingkan dengan pendinginan udara
2. konstruksi panas kompak dan sederhana
3. mudah *menetralisasi* panas atau pada *temperature* tinggi

Pada sistem pendinginan dengan air ini ada dua (2) bagian yaitu:

a. sistem pendinginan terbuka

pada sistem ini terdapat sirkulasi alam yang menggunakan menara pendingin atau kolom pendingin yang biasanya digunakan pada mesin *stasioner* yang berdaya besar.

b. sistem pendinginan tertutup
pada sistem ini air pendingin dialirkan melalui lubang-lubang dinding silinder. Air pendinginan akan menyerap panas dari semua bagian tersebut dan kemudian mengalirkan meninggalkan blok mesin menuju radiator. Dibelakang radiator dipasang kipas untuk menyerap udara panas yang dilepas air pendinginan melalui kisi-kisi pada dinding radiator yang berfungsi sebagai pendinginan yang disebut juga dengan sirkulasi tekan. Jadi air pendingin tidak berhubungan langsung dengan udara luar.

Sistem pendinginan ini biasa digunakan pada mesin berdaya kecil dan sedang baik motor maupun motor *stasioner*, sehingga dalam perencanaan dipakai sistem pendinginan tertutup.

3.5 Kapasitas Air pendingin

Kapasitas air pendingin yang di sirkulasi dan air keluar dari blok silinder motor untuk menghindari tegangan yang mungkin terjadi pada bagian yang tidak diinginkan, perbedaan *temperature* air masuk dan air keluar pada blok silinder tidak boleh lebih 270C (3000K) untuk ukuran kecil dan menengah ke atas.

Perhitungan :

Jumlah panas yang diserap oleh pendingin air pada radiator (20 – 30)% dari panas akibat pembakaran.

$$Cp = Sfc \cdot Bhp \cdot LHV$$

Dimana :

$$Be = \text{Pemakaian bahan bakar } \textit{spesifik} = 0,40 \text{ Lb/Hp.Jam}$$

$$Bhp = \text{Daya motor} = 77,34 \text{ Hp}$$

$$LHV = \text{Nilai kotor pembakaran rendah} = 18255 \text{ Btu/lb}$$

Maka :

$$Cp = 0,40 \cdot 77,34 \cdot 18255 = 564,736 \text{ Btu/jam} = 142.313,47 \text{ Kkal/Jam}$$

Jumlah panas yang diterima oleh air pendingin (Qc)

$$Qc = 25\% \cdot Cp = 25\% \cdot 564,736$$

$$= 141,184 \text{ Btu/Jam} = 35.578,36 \text{ Kkal/Jam}$$

Kapasitas air pendingin yang harus di suppling (QW)

$$QW = Qc/CW \cdot \Delta t \dots\dots(N. Petrovsky, 1988. Hal 485)$$

$$CW = \text{Panas jenis air} = \text{Kkal/kg } ^\circ\text{C} = \text{berat jenis air} = 1 \text{ kg/L}$$

Δt = Beda *temperature* air yang keluar dari dinding silinder dengan air yang masuk

$$= 10^0 \text{ C} \dots(M. Khovach, 1967. Hal 408)$$

Maka :

$$QW = 35.578,36 \text{ Kkal/Jam}$$

3.6 Daya Pompa Air Pendingin

Jenis pompa yang akan digunakan adalah pompa *sentrifugal* yang digerakkan melalui *belt* mesin. Besar daya pompa yang dibutuhkan:

$$Np = \frac{10 \cdot QW \cdot Pd}{2036.75 \cdot P} \dots\dots(N. Petrovsky, 1988. Hal 485)$$

Dimana:

Pd = Tekanan air pendingin yang keluar dari pompa (1-2)kg

$$= 1,5 \text{ atm (diambil)}$$

$$P = \text{efisiensi pompa} = 80\% = 0,8$$

Maka :

$$Np = \frac{10 \cdot 35.578,36 \cdot 1,5}{2036.75 \cdot 0,8} \dots\dots(N. Petrovsky, 1988. Hal 485) = 0,4 \text{ Hp}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa daya, Thermodinamika dan Putaran Motor Bakar

3.1.1 Pembahasan Daya dan Putaran yang Dibutuhkan Kendaraan

Dari sekian banyak tipe kendaraan yang beredar dipasaran maka disini penulis memilih merancang kendaraan mini bus dengan alasan sebagai berikut:

1. Mobil mini bus dapat digunakan oleh satu keluarga.
2. Mobil mini bus memberikan kenyamanan pada saat mengendarainya.
3. Mobil mini bus adalah kendaraan yang mempunyai fungsi untuk jumlah orang yang banyak.
Faktor-faktor yang mempengaruhi daya motor penggerak adalah :

- a. Berat total kendaraan
- b. Kecepatan maksimum kendaraan
- c. *Air resistance*
- d. *Grade resistance*

4.2 Idealisasi Dari Analisa Thermodinamika

Untuk mengetahui kondisi kerja, maka analisa thermodinamika sangat penting. Dengan menghitung analisa thermodinamika maka dapat diketahui besar-besaran thermodinamika yang meliputi :

- a. Kondisi-kondisi kerja, *temperature*, tekanan dan volume gas pada setiap proses.
- b. Proses-proses apa yang terjadi pada setiap kondisi kerja.
- c. *Efisiensi*, tekanan *efektif* dan *spesifik fuel consumption*.

Karena proses-proses thermodinamika yang terjadi didalam motor bakar torak amat kompleks untuk dianalisa menurut teori, maka untuk memudahkan analisa proses tersebut perlu dilakukan beberapa *idealisasi*, yaitu :

- a. *Fluida* kerja dalam ruang bakar dianggap sebagai gas *ideal*.
- b. Tekanan masuk silinder dianggap tekanan *atmosfir*.
- c. Proses pembakaran dan pertukaran gas dianggap sebagai proses perpindahan panas dari *fluida* kerja dibawah kondisi yang telah diidealisasikan, misalnya kondisi tekan dan volume yang

konstan.

- d. Proses *kompresi* dan *ekspansi* berlangsung *isentropis*.
- e. Pada sembarang titik dari siklus kerja, tekanan dan *temperature fluida* kerja di semua bagian silinder adalah sama.

Dengan idealisasi-idealisasi diatas, maka akan dapat dianalisa setiap titik pada siklus. Dengan diperolehnya siklus dengan kondisi ideal maka akan dapat diperkirakan proses yang sebenarnya dengan mengalihkan siklus *ideal* terhadap suatu faktor yang mencakup penyimpangan dari keadaan yang sebenarnya.

4.3 Pemilihan Siklus

Pada motor *diesel* terdapat dua macam siklus yang dapat digunakan untuk menganalisa proses thermodinamika yang terjadi, kedua siklus itu adalah :

- a. Siklus udara tekanan konstan (*diesel cycle*).
- b. Siklus gabungan (*dual cycle*).

4.4 Perhitungan Thermodinamika

Siklus gabungan (*dual cycle*) merupakan siklus mendekati keadaan mesin yang sebenarnya, maka dalam hal ini yang digunakan adalah *siklus* gabungan (*dual cycle*), pada umumnya perbandingan *kompresi* untuk motor bakar *diesel* adalah 14 – 18. Sebagian dasar pertimbangan ditentukan perbandingan *kompresi* $r_c = 16,2$. Dan contoh perhitungan dibawah ini dihitung kondisi-kondisi yang terjadi untuk perbandingan *kompresi* $r_c = 16,2$.

a. Keadaan awal (titik 0)

$$\begin{aligned} \text{Tekanan udara luar (Po)} &= 14,7 \text{ psi} \\ \text{Temperatur udara luar (To)} &= 115^\circ\text{F} \end{aligned}$$

b. Langkah isap (0-1)

Kenaikan *temperature* udara selama melalui saluran masuk 4 – 40°C atau 36 – 71°F, kenaikan *temperature* udara diperkirakan 45°F, sehingga kondisi udara pada titik 1 :

$$\begin{aligned} T_1 &= (115 + 45)^\circ\text{F} = 160^\circ\text{F} = 620^\circ\text{R} \\ P_1 &= P_0 \end{aligned}$$

Untuk menentukan volume *spesifik* (v_1)

dapat dipergunakan persamaan gas *ideal*:
 PV = GRT atau MRT.....lit,14 hal 16-17

Dimana :

- Pi = tekanan *absolute* = 14,7 psi
 = 14,7 x 144 = 2116,8 lb/ft²
- v₁ = Volume *spesifik* (ft³/lb)
- R = *Konstanta* gas luar (53,34 ft.lb/lb.m⁰R)
- T₁ = *Temperatur* (620⁰R)
- G = berat gas (1 lbm)

Jadi volume *spesifik* pada tekanan 1 adalah:

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1}$$

$$v_1 = \frac{53,34 \times 620}{2116,8}$$

$$v_1 = 15,62 \text{ ft}^3/\text{lb}$$

Dari tabel gas pada *temperature* T₁ = 620⁰R, diperoleh :

- Entalphy* udara hi = 148,30 Btu/lbm udara
- Internal energy* U₁ = 105,80 Btu/lbm udara
- Tekanan relative* Pr₁ = 2,25 psi
- Volume relative* Vr₁ = 102,10 ft³/lb

c. Proses kompresi (1-2)

Proses *kompresi* berlangsung secara *isentropis*, sehingga berlaku hubungan :

$$\frac{v_{r1}}{v_{r2}} = \frac{v_1}{v_2} \text{ rc dan } \frac{Pr_1}{Pr_2} = \frac{P_1}{P_2} \dots \text{Lit.8.hal 20}$$

Dimana rc = 16,2 ; maka untuk *kompresi* ini diperoleh :

$$v_2 = \frac{v_1}{rc} \dots \text{lit.8.hal 20}$$

$$v_2 = \frac{15,62}{16,2}$$

$$v_2 = 0,964 \text{ ft}^3/\text{lb udara}$$

Dan ;

$$Vr_2 = \frac{vr_1}{rc} \dots \text{lit.8.hal 20}$$

$$Vr_2 = \frac{102,10}{16,2}$$

$$Vr_2 = 6.302 \text{ ft}^3/\text{lb udara}$$

Untuk Vr₂ = 6.302 ft³/lb udara, maka dari tabel gas diperoleh :

- T₂ = 17.55.04⁰R
- H₂ = 437.46 Btu/lbm udara
- U₂ = 317.18 Btu/lbm udara
- Pr₂ = 103.15 psi

Tekanan akhir *kompresi* diperoleh dari persamaan :

$$P_2 = \frac{Pr_2}{Pr} \times P_1 \dots \text{lit.8.hal 20}$$

$$P_2 = \frac{103,15}{2,25} \times 14,7$$

$$P_2 = 673,9 \text{ psi}$$

4.5 .Proses pembakaran (2-2')

Proses pembakaran berlangsung pada volume *konstan* (2-2) dan pada tekanan konstan (2-3), karena jumlah persen bahan bakar yang terbakar pada masing-masing proses merupakan tafsiran, maka kondisi 2 sukar ditentukan.

$$U_3 + \frac{P_3 V_2}{j} = U_3 + U_{bb} + \frac{P_3 V_2}{j} \dots \text{Lit.14 hal 18-19}$$

$$H_3 = U_3 + U_{bb} + \frac{P_3 V_2}{j}$$

5. SIMPULAN

Simpulan

Dari hasil perhitungan dan perencanaan yang telah dipilih, maka dapat disimpulkan bahwasannya motor bakar *diesel* dengan sistem *single over head cam (SOHC)* sangat cocok digunakan untuk mesin penggerak mini bus karena desain dari konstruksi mesinnya lebih sederhana, ringan, lebih kecil, dari versi sebelumnya disebabkan mesin ini adalah mesin putaran tinggi.

Konstruksi yang lebih sederhana dapat mempengaruhi terhadap performa mesin dimana beban yang dialami oleh motor bakar akibat massa komponen dan gesekan komponen lebih kecil. Hal ini diakibatkan letak cam shaft terletak di kepala silinder sehingga pada mesin ini tidak lagi menggunakan *push rod, follower* dll. Akibat dari berkurangnya komponen tersebut juga dapat meminimalkan terhadap tingkat kebisingan dan getaran yang dihasilkan oleh motor bakar tersebut.

Saran

Perencanaan motor bakar penggerak mini bus ini direncanakan sebagai alat transportasi yang efisien untuk jalur lalu lintas darat. Disini penulis

sebagai pembuat perencanaan ini nantinya keawetan motor bakar yang dirancang sangatlah perlu perawatan demi ketahanan motor bakar dalam melakukan proses kerja yang *efisien*, normal dan stabil.

Adapun beberapa *spesifikasi* perawatan yang penulis sarankan untuk menjaga ketahanan kerja dan keawetan motor bakar ini antara lain :Perawatan sistem penulis

- a. Periksa jumlah minyak pelumas harus rutin dilakukan sebelum memulai kerja motor.
- b. Oli mesin harus diganti secara rutin dan berkala yang berkisar setiap 5000 Km.
- c. Saringan minyak pelumas harus dalam keadaan bersih dan baik, harus diganti secara berkala setiap penggantian oli 10000 Km.

1. Perawatan sistem bahan bakar

- a. Bersihkan saringan bahan bakar secara rutin dan berkala setiap 5000 Km dan diganti 10000 Km.
- b. Tangki bahan bakar juga rutin dan berkala dibersihkan setiap kendaraan menempuh jarak 20000 Km
- c. Ukuran bahan bakar dalam tangki jangan pernah kurang dari $\frac{1}{4}$ jumlah bahan bakar penuh ditangki.

6. DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik, 2016. **Tanaman Pangan**. [Serial Online]. (<https://www.bps.go.id/subject/53/tanaman-pangan>). Diakses 06 juni 2019

Sularso, Kiyokatsu Suga, 1994. **Elemen Mesin**. Jakarta: PT Pradya Pramita.

Khurmi, R S. Gupta, J K. 1980. **Ateks Book of Machine Design**. New Delhi: Eurasia Publlishing House (Pvt) LTD.

G. Takeshi Sato, N. Sugianto Haartanto. 2005. **Menggambar Mesin**. Jakarta: PT Pertja.

mengajukan dan menyarankan agar Pakpahan, D. (1982). **Alat dan mesin pertanian**. Departemen pendidikan dan

kebudayaan, Direktorat pendidikan Menengah Kejuruan

Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi Volume 1 (Hal 87-88)

(<https://artikely.wordpress.com/2017/12/10/>), diakses pada tanggal 06 Juni. 2020

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), diakses pada tanggal 12 juni 2020.