

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Tahir (2015), melakukan penelitian dengan menggunakan motor bensin diganti dengan bahan bakar gas yaitu CNG. Dari pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa CNG mempunyai kekuatan yang lebih rendah di banding bahan bakar cair. Dari penelitian didapatkan bahwa kekuatan CNG menjadi lebih rendah yaitu sekitar 18,5 %. Panas rendah yang dihasilkan adalah berdasarkan suhu selama pembakaran. Sebuah metode baru untuk meningkatkan pembakaran CNG sekarang sedang dipelajari untuk melanjutkan penelitian ini.

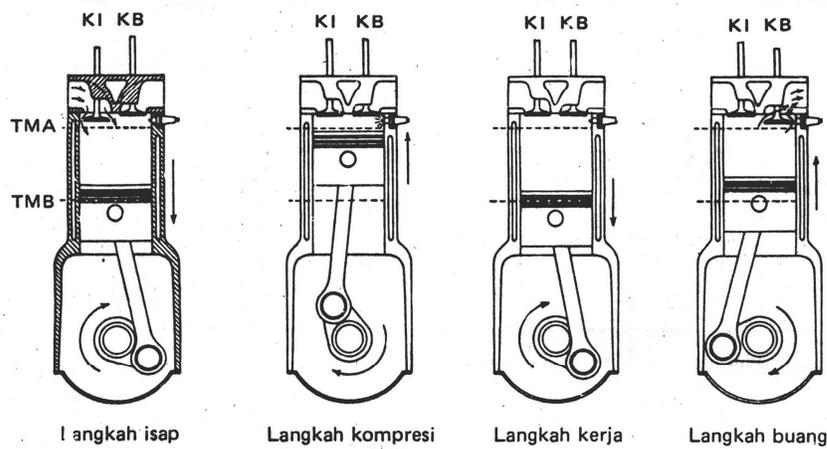
Abubakar (2013), Penggunaan BBM menjadi penyumbang besar terhadap polusi udara karena di dalam bahan bakar tersebut terkandung bahan-bahan yang membahayakan terhadap kesehatan manusia dan merusak lingkungan. Bahan-bahan yang terkandung dalam BBM diantaranya : CO, HC, NOX, SOX, Timbal dalam bentuk senyawa TEL (*Tetra Ethil Lead*) dan sejenisnya.

2.2 Motor Bensin

Motor bensin adalah suatu mekanisme atau konstruksi mesin yang mengubah energi panas dari bahan bakar menjadi energi gerak melalui proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder (*internal combustion*). Motor bensin dibagi menjadi 2 yaitu: motor bensin 2 langkah dan motor bensin 4 langkah.

2.2.1 Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Langkah

Motor bensin 4 langkah mempunyai prinsip 4 kali langkah torak atau 2 kali putaran poros engkol untuk satu siklus kerjanya. Berikut gambar dari skema motor bensin 4 langkah.



Gambar 2.1 Skema motor bensin 4 langkah
Sumber : Wiratmaja, 2010

a. Langkah Isap (*Suction Stroke*)

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB). Pada saat ini katup bahan bakar terbuka sehingga campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder yang selanjutnya akan dikompresi.

b. Langkah Kompresi (*Compression Stroke*)

Katup isap dan katup buang dalam posisi tertutup. Piston bergerak dari TMB ke TMA sehingga mendorong campuran bahan bakar dan udara. Akibatnya terjadi peningkatan tekanan pada silinder. Kemudian sebelum mencapai TMA, dipercikan api yang berasal dari *spark plug* atau busi.

c. Langkah Ekspansi (*Expansion Stroke*)

Percikan api dari busi membakar campuran bahan bakar dan udara sehingga terjadi letusan. Letusan tersebut mendorong piston ke TMB dan menggerakkan poros engkol yang ditransmisikan untuk menggerakkan gear depan. Pada saat ini katup isap dan buang dalam keadaan tertutup.

d. Langkah Buang (*Exhaust Stroke*)

Piston bergerak dari TMB ke TMA untuk membuang hasil pembakaran. Saat ini keadaan katup buang terbuka dan katup isap tertutup. Ini adalah akhir dari siklus motor bakar 4 langkah.

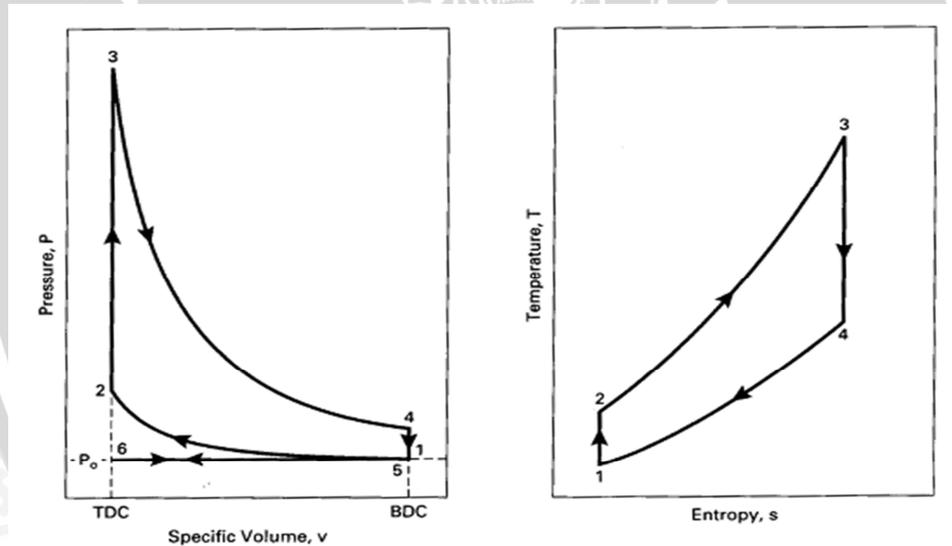
2.2.2 Kelebihan dan kekurangan motor bensin 4 Langkah

Kelebihan : Putaran rendah lebih baik dan panas mesin lebih dapat didinginkan oleh sirkulasi oli. Langkah pemasukan dan buang lebih panjang sehingga efisiensi pemasukan dan tekanan efektif rata-rata lebih baik. Panas mesin menjadi lebih rendah dibanding dengan mesin dua langkah.

Kekurangan : Perawatan lebih sulit karena konstruksinya lebih rumit disbanding dengan mesin 2 langkah. Oli mesin menjadi lebih boros dan viskositasnya lebih cepat berkurang karena melumasi seluruh bagian.

2.2.3 Siklus Otto

Siklus standar udara pada motor bensin disebut siklus otto atau siklus udara volume konstan, karena pemasukan dan pengeluaran kalor terjadi pada kondisi volume yang tetap. Pada siklus ini tambahan panas terjadi secara konstan ketika piston dalam posisi titik mati atas (TMA). Siklus udara volume konstan dapat digambarkan dalam diagram P – V dan diagram T – s pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Siklus Ideal Otto
Sumber : Pulkrabek (1997:95)

Langkah kerja siklus otto terdiri dari:

1. Proses 6-1 adalah langkah hisap yang terjadi pada tekanan konstan (*Isobaric*) dan temperatur konstan (*Isotermic*).
2. Proses 1-2 adalah langkah kompresi pada kondisi entropi konstan (*Isentropic*).
3. Proses 2-3 adalah pemasukan kalor terjadi pada volume konstan (*Isokhorik*).
4. Proses 3-4 adalah langkah ekspansi pada kondisi entropi konstan (*Isentropic*).

5. Proses 4-5 adalah pembuangan panas pada saat volume konstan (*Isokhorik*).
6. Proses 5-6 adalah pembuangan sisa kalor (langkah buang) pada tekanan konstan (*Isobaric*) dan temperatur konstan (*Isotermic*).

2.3 Reaksi Pembakaran Pada Motor Bensin

Pembakaran di dalam silinder adalah reaksi kimia atau bias disebut reaksi persenyawaan bahan bakar dengan udara (*oxygen*), yang diikuti dengan timbulnya panas. Panas yang dilepas selama proses pembakaran inilah yang digunakan untuk tenaga atau *power*.

Mekanisme pembakaran dipengaruhi oleh keseluruhan proses pembakaran di mana atom-atom dari bahan bakar dapat bereaksi dengan oksigen dan membentuk gas. Perbandingan campuran kira-kira 12 sampai 15 berbading 1, artinya 12 – 15 kg udara dalam 1 kg bahan bakar.

Pada motor bensin menggunakan bahan bakar bensin yang mudah terbakar dan mudah menguap. Campuran udara dan bensin yang masuk kedalam silinder dan dikompresikan oleh torak pada tekanan 8-15 bar atau 8-15 kg/cm² dinyalakan oleh percikan bunga api listrik dari busi. Kecepatan pembakaran adalah 10 -25 m/detik, suhu udara naik hingga 2000-25000 °C, tekanan pembakaran berkisar 30- 40 bar.

Proses pembakaran pada motor bensin dapat terjadi bila :

- a. Campuran udara dan bahan bakar masuk kedalam silinder.
- b. Campuran udara dan bahan bakar dikompresikan.
- c. Campuran udara dan bahan bakar dinyalakan dengan percikan api listrik.

Bensin mengandung unsur-unsur *carbon* dan *hydrogen* yang dapat terbakar bila :

- *Hydrocarbon* terbakar bersama *oxygen* sebelum *carbon* bergabung dengan *oxygen*.
- *Carbon* terbakar lebih dulu daripada *hydrogen*.
- Senyawa *hydrocarbon* terlebih dulu bergabung dengan *oxygen* dan membentuk senyawa (senyawa *hydroxilasi*) dan kemudian terbakar (*thermis*).

Jika pembakaran berlangsung, diperlukan :

1. Bahan bakar dan udara dimasukkan kedalam silinder.
2. Bahan bakar dipanaskan hingga suhu nyala.

Dalam pembakaran *hydrocarbon* yang normal tidak akan terjadi jelaga jika kondisinya memungkinkan untuk proses *hydroxilasi*. Hal ini dimungkinkan bila pencampuran pendahuluan (*premixture*) antara bahan bakar dan udara mempunyai waktu yang cukup untuk memasukan *oxygen* kedalam molekul *hydrocarbon*.

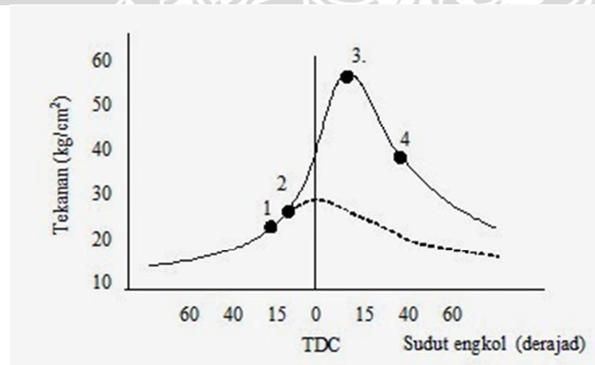
Bila *oxygen* dan *hydrogen* tidak bercampur dengan baik, maka akan terjadi proses *cracking* di mana pada gas buang akan timbul jelaga. Pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak sempurna.

Ada 2 kemungkinan yang dapat terjadi pada pembakaran motor bensin, yaitu:

1. Pembakaran sempurna (normal), di mana bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan kondisi beban yang dikehendaki.
2. Pembakaran tidak sempurna (tidak normal), di mana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar, atau atau tidak terbakar bersama-sama pada saat dan kondisi yang dikehendaki.

a. Pembakaran Sempurna (normal)

Grafik pembakaran sempurna dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.3 Grafik hubungan tekanan dengan sudut engkol saat penyalan busi
Sumber : Deny Farhan, 2014

Grafik diatas memperlihatkan suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara tekanan dari sudut engkol mulai dari saat penyalan sampai akhir pembakaran.

Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api. Kemudian api membakar gas dari bahan bakar yang berada di sekelilingnya dan terus menjalar sampai semua partikel gas bahan bakar terbakar habis. Pada saat gas bakar dikompresikan, tekanan dan suhunya naik sehingga terjadi reaksi kimia dimana molekul hidro karbon terurai dan bercampur dengan *oxygen* dan udara.

b. Pembakaran Tidak Sempurna

Pembakaran tidak sempurna merupakan proses pembakaran dimana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar, atau tidak terbakar bersama pada saat keadaan yang diinginkan. Apabila *oxygen* dan hidrokarbon tidak bercampur dengan baik maka akan terjadi proses pembakaran tidak normal timbul asap. Pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak sempurna. Akibat pembakaran tidak sempurna yaitu: Detonasi, dan Pre-ignition.

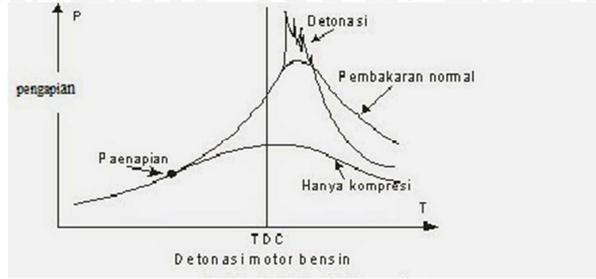
1). Detonasi

Dalam hal ini gas baru yang belum terbakar terdesak oleh gas yang telah terbakar, sehingga tekanan dan suhu naik sampai keadaan hampir terbakar. Jika pada saat ini gas terbakar dengan sendirinya maka akan timbul ledakan (detonasi) yang menghasilkan gelombang kejutan (explosif) berupa suara ketukan (*knocking noise*) yang terjadi pada akhir pembakaran. Tekanan pembakaran dalam silinder lebih cepat dari 40kg/cm^2 tiap 0,001 detik. Akibatnya tenaga mesin berkurang dan dapat memperpendek umur mesin. Hal-hal yang menyebabkan ketukan pada mesin adalah:

- Perbandingan kompresi, tekanan kompresi, suhu pemanasan campuran, dan suhu pada silinder yang terlalu tinggi.
- Pengapian yang terlalu cepat.
- Putaran mesin yang rendah dan penyebaran api lambat.
- Penempatan busi dan konstruksi ruang bakar tidak tepat, serta jarak penyebaran api yang terlampau jauh.

Penyebab detonasi pada motor bensin ada dalam dua jenis :

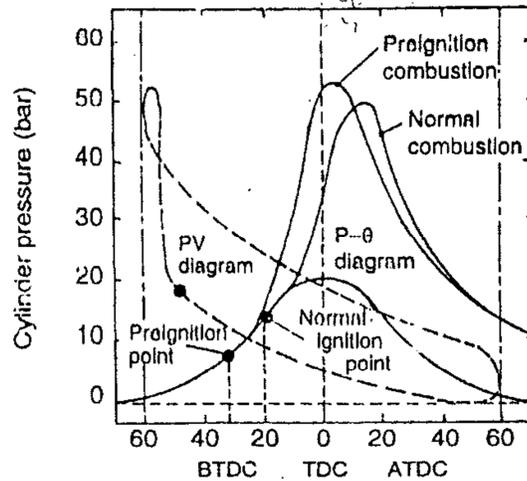
- Detonasi yang disebabkan karena campuran bahan bakar sudah menyala sebelum busi mengeluarkan percikan api.. Hal ini karena kotoran arang yang tertimbun diatas kepala torak dan ruang bakar dan menyala terus menerus.. Untuk menghilangkannya, perlu dilakukan pembersihan.
- Detonasi karena kecepatan pembakaran bahan bakar di sekitar busi sangat tinggi. Hal ini mengakibatkan bahan bakar tidak dapat terbakar secara sempurna dan meninggalkan sisa bahan bakar yang belum terbakar terkompresikan, hal ini menyebabkan suhu pembakaran naik. Bahan bakar terbakar dengan sendirinya tanpa melalui busi. Dengan kata lain pembakaran bahan bakar lebih cepat daripada pembakaran normal.



Gambar 2.4 Diagram P-T pembakaran
 Sumber : Deny Farhan, 2014

2). Pre-ignition

Gejala pembakaran tidak sempurna adalah pre-ignation peristiwanya hampir sama dengan *knocking* tetapi perbedaannya terjadi hanya pada saat busi belum memercikan bunga api.



Gambar 2.5 Grafik *Pre-Ignition* motor.
 Sumber : Deny Farhan, 2014

Bahan bakar terbakar dengan sendirinya sebagai akibat dari tekanan dan suhu yang cukup tinggi sebelum terjadinya percikan bunga api dari busi. Jadi *pre-ignation* adalah peristiwa pembakaran yang terjadi sebelum sampai pada waktu yang dikehendaki bahan bakar terbakar.

2.4 Air Fuel Ratio

Air-Fuel Ratio (AFR) adalah perbandingan antara jumlah massa atau mol udara dan bahan bakar yang menjadi salah satu parameter penting pada suatu proses pembakaran. AFR dirumuskan sebagai berikut:

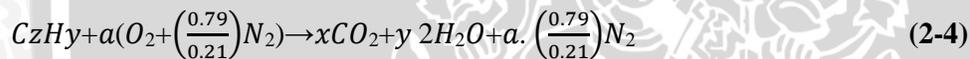
$$\text{AFR} = \left(\frac{\text{mol}_{\text{udara}}}{\text{mol}_{\text{bahan bakar}}} \right) \quad (2-1)$$

$$\text{AFR} = \left(\frac{\text{Massa}_{\text{udara}}}{\text{Massa}_{\text{bahan bakar}}} \right) \quad (2-2)$$

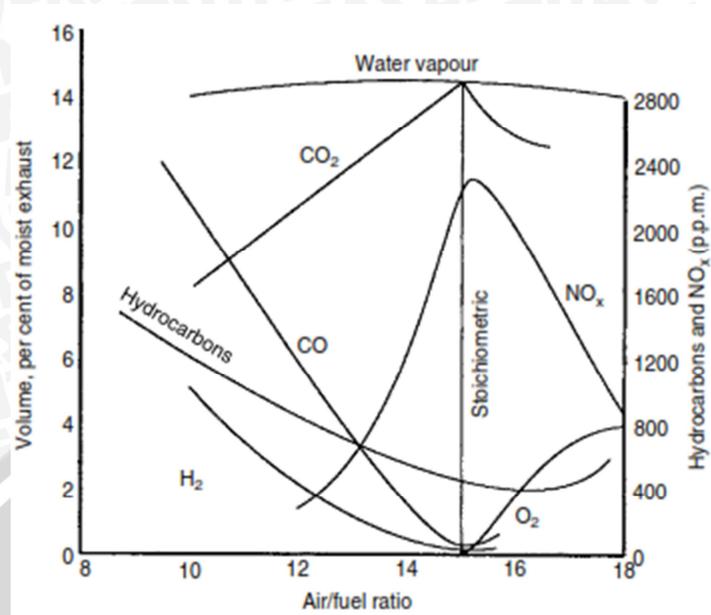
AFR juga dapat dinyatakan dalam perbandingan *volume* karena sebanding dengan perbandingan mol. Perbandingan *volume* ini sering digunakan untuk jenis bahan bakar gas. AFR bensin mencapai 1 : 14.7 yang berarti satu bagian bahan bakar membutuhkan 14.7 bagian udara untuk melayani proses pembakaran di dalam ruang bakar. Besarnya AFR dapat diketahui dari uji coba reaksi pembakaran yang benar-benar terjadi dan nilai ini disebut AFR aktual. Sedangkan AFR lainnya adalah AFR stoikiometri, merupakan AFR yang diperoleh dari persamaan reaksi pembakaran. Dari perbandingan nilai AFR tersebut dapat diketahui nilai *equivalen ratio* (ϕ) :

$$\phi = \left(\frac{\text{AFR}_{\text{sto}}}{\text{AFR}_{\text{akt}}} \right) \quad (2-3)$$

Untuk dapat mengetahui nilai AFR, maka harus dihitung jumlah keseimbangan atom C, H dan O dalam suatu reaksi pembakaran. Adapun rumus umum reaksi pembakaran yang menggunakan udara kering adalah :



Nilai AFR sangat mempengaruhi volume dari gas buang, dapat dilihat di gambar 2.4 bahwa saat AFR semakin kecil terhadap nilai stokiometri emisi CO dan HC mengalami kenaikan sedangkan CO₂ mengalami penurunan, hal ini dikarenakan pembakaran tersebut berlangsung pada kondisi terlalu banyak bahan bakar dibandingkan dengan udara. Dapat dilihat juga semakin tinggi nilai AFR dari garis stokiometri maka volume dari O₂ semakin naik sedangkan CO₂ menurun, hal ini dikarenakan pembakaran tersebut berlangsung pada saat keadaan terlalu banyak udara dibandingkan bahan bakarnya. Untuk kadar emisi HC dan CO saat keadaan lebih besar nilai AFR stokiometri mengalami sedikit kenaikan dikarenakan kegagalan dalam pembakaran dan suhu pembakaran yang rendah.

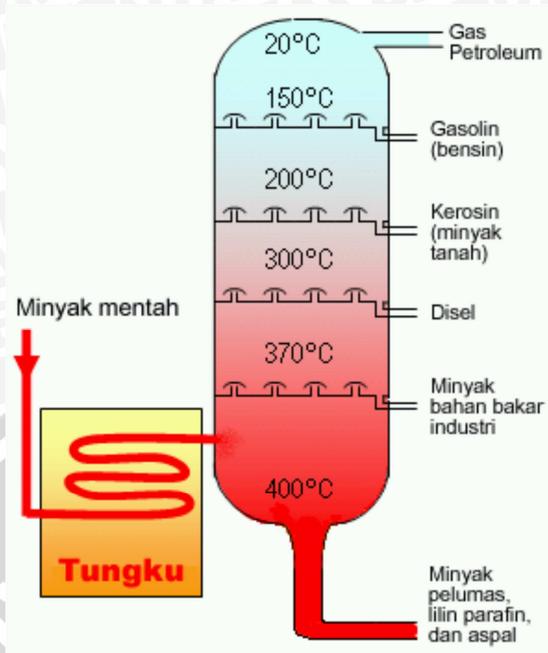


Gambar 2.6 Grafik hubungan antara volume emisi gas buang terhadap AFR
Sumber : Martyr (2007 : 327)

2.5 Bahan Bakar Minyak

Bahan bakar minyak (BBM) adalah bahan bakar mineral cair yang di peroleh dari hasil tambang pengeboran sumur – sumur minyak yaitu minyak mentah atau *crude oil*. Hasil dari pengolahan minyak bumi menghasilkan berbagai produk. Minyak dan gas terbentuk dari siklus alami yang dimulai dari sedimentasi sisa-sisa tumbuhan dan binatang yang terkubur selama jutaan tahun yang lalu. Material-material organik tersebut berubah menjadi minyak dan gas akibat efek kombinasi temperatur dan tekanan didalam kerak bumi. Kumpulan dari minyak dan gas tersebut membentuk reservoir minyak dan gas.

BBM terdiri dari beberapa jenis hidrokarbon yang berasal dari minyak bumi, yang sebagian besar merupakan deret senyawa alkana, bervariasi dalam komposisi dan kemurniannya. Berikut adalah sistem destilasi bertingkat dari minyak bumi.



Gambar 2.7 Destilasi Bertingkat Minyak Bumi
Sumber : Fatimah (1994)

2.6 Bahan Bakar Gas

Bahan bakar gas adalah gas bumi yang tidak berwarna yang berasal dari pengeboran minyak dan batu bara yang terjadi secara alami maupun gasifikasi. Bahan bakar gas dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu gas alam (natural gas) dan *manufacturer gas*. Contoh dari gas alam adalah Metana, sedangkan contoh dari *manufacturer gas* adalah LPG. Kandungan bahan bakar gas yang mudah terbakar merupakan senyawa CH_4 , CO , dan H_2 dengan komposisi yang berbeda-beda sesuai dengan jenis bahan bakarnya (Wardana, 2008).

2.7 Bahan Bakar Alternatif untuk Kendaraan

2.7.1 CNG (*Compressed Natural Gas*)

CNG yang berasal dari gas alam, tersusun atas gas metana (CH_4) sebagai senyawa kimia paling banyak. Dan berikut adalah senyawa-senyawa kimia penyusun CNG:

Hydrogen (H_2) = 1,82%

Metana (CH_4) = 93,33%

Etilena (C_2H_4) = 0,25%

Karbonmonoksida (CO) = 0,45%

Karbondioksida (CO_2) = 0,22%

Nitrogen (N₂) = 3,40%

Oksigen (O₂) = 0,35%

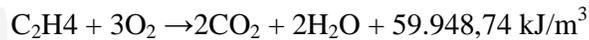
Hidrogen sulfida (H₂S) = 0,18%

Dari komposisi di atas, maka proses pembakaran CNG terjadi pembakaran senyawa-senyawa CH₄, C₂H₄, H₂, CO, dan H₂S. Berikut adalah reaksi pembakaran masing-masing senyawa tersebut :

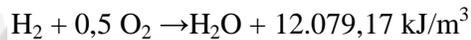
Reaksi Pembakaran Metana



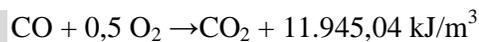
Reaksi Pembakaran Etilena



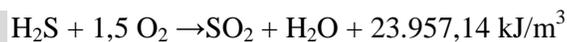
Reaksi Pembakaran Hidrogen



Reaksi Pembakaran Karbon Monoksida



Reaksi Pembakaran H₂S



Dari perincian di atas, maka nilai kalor total (Q_h) yang dihasilkan oleh pembakaran 1 m³ adalah:

$$Q_h = 35.190,53 + 149,87 + 219,84 + 53,75 + 43,12 = 35.657,11 \text{ kJ/m}^3 \quad (2.5)$$

Densitas untuk CNG adalah sebesar 0,679 kg/m³. Nilai kalor untuk tiap 1 kg CNG adalah sebesar 52.514,15 kJ/kg atau 52,51415 MJ/kg. Di Indonesia, CNG bukanlah bahan bakar baru. Pencanaan untuk menggunakan CNG yang harganya lebih murah dan lebih bersih lingkungan daripada bahan bakar minyak (BBM) sudah dilakukan sejak tahun 1986. Pada saat itu ditetapkan bahwa 20 persen dari kendaraan taksi harus memakai CNG. Namun saat itu BBM lebih menarik dibanding dengan BBG. CNG kadang-kadang dianggap sama dengan LNG. Walaupun keduanya sama-sama gas alam, perbedaan utamanya adalah CNG adalah gas terkompresi sedangkan LNG adalah gas dalam bentuk cair. CNG secara ekonomis lebih murah dalam produksi dan penyimpanan dibandingkan dengan LNG yang membutuhkan pendinginan dan tangki kriogenik yang harganya mahal. Akan tetapi CNG membutuhkan tempat penyimpanan yang lebih besar untuk sejumlah massa gas alam yang sama serta perlu tekanan yang sangat tinggi. Oleh karena itu pemasaran CNG lebih ekonomis untuk lokasi-lokasi yang dekat dengan sumber gas alam.

CNG juga perlu dibedakan dari LPG, yang merupakan campuran terkompresi dari propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}).

Komposisi gas metana (CH_4) yang mempunyai fraksi yang lebih ringan dari udara, membuat CNG akan terlepas ke udara seketika pada saat terjadi kebocoran sehingga relatif lebih aman dibandingkan dengan Bahan Bakar Minyak. Penggunaan CNG sebagai bahan bakar jauh lebih bersih dan ramah terhadap lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar minyak, hal ini disebabkan karena pembakaran CNG menghasilkan emisi yang lebih sedikit dibandingkan dengan Bahan Bakar Minyak (1/3 kadar emisi BBM), selain itu dengan kandungan oktan (RON – Research Octane Number) sebesar 120, CNG juga mampu menghasilkan pembakaran yang lebih bersih, sehingga mesin kendaraan lebih tahan lama dengan perawatan yang efisien. Harga CNG untuk sektor transportasi saat ini ditetapkan oleh Pemerintah sebesar Rp 3,100/lsp.

2.7.2 Etanol

Etanol disebut juga etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut, atau *alkohol* saja, adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa ini merupakan obat psikoaktif dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern.

Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH dan rumus empiris C_2H_6O . Ia merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Etanol sering disingkat menjadi EtOH, dengan "Et" merupakan singkatan dari gugus etil (C_2H_5). Etanol sendiri memiliki nilai kalor sebesar 29,7 kJ/g atau sebesar 29.700 kJ/kg.

Pada tahun 1840 etanol menjadi bahan bakar lampu di Amerika Serikat, pada tahun 1880-an Henry Ford membuat mobil *quadrycycle* dan sejak tahun 1908 mobil Ford model T telah dapat menggunakan (bio)etanol sebagai bahan bakarnya. Namun pada tahun 1920an bahan bakar dari petroleum yang harganya lebih murah telah menjadi dominan menyebabkan etanol kurang mendapatkan perhatian. Akhir-akhir ini, dengan meningkatnya harga minyak bumi, bioetanol kembali mendapatkan perhatian dan telah menjadi alternatif energi yang terus dikembangkan.

2.8 Muai volume

Jika suatu balok mula-mula memiliki panjang P_0 , lebar L_0 , dan tinggi h_0 dipanaskan hingga suhunya bertambah ΔT , maka berdasarkan pada pemikiran muai panjang dan luas diperoleh harga volume balok tersebut sebesar:

$$V = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta t)$$

dimana

- V : volume akhir (m^3)
 V_0 : volume mula-mula (m^3)
 γ : koefisien muai volume ($^{\circ}C/m^3$)
 Δt : kenaikan suhu ($^{\circ}C$)

Berikut beberapa koefisien muai volume zat cair.

<i>Koefisien muai volume zat cair</i>		
<i>No.</i>	<i>Jenis zat</i>	<i>Koefisin muai volume ($^{\circ}C$)</i>
1.	Air raksa	0,00018/ $^{\circ}C$
2.	Aseton	0,00150/ $^{\circ}C$
3.	Air	0,00021/ $^{\circ}C$
4.	Bensin	0,00095/ $^{\circ}C$
5.	Etanol	0.00094/ $^{\circ}C$

2.9 Urban Concept Car

Mobil *urban concept* adalah mobil yang menggunakan konsep perkotaan. Jadi, desain mobil ini tidak memiliki dimensi yang besar seperti halnya mobil lainnya yang sekarang ada di masyarakat. Mobil ini memiliki desain yang cukup ramping dan kecil agar memudahkan pengguna selama berkendara di jalanan dan untuk lebih menghindari kemacetan. Sekarang ini banyak produsen mobil seperti audi yang mulai memproduksi *urban concept car* ini.

2.10 Desain dan Spesifikasi Kendaraan

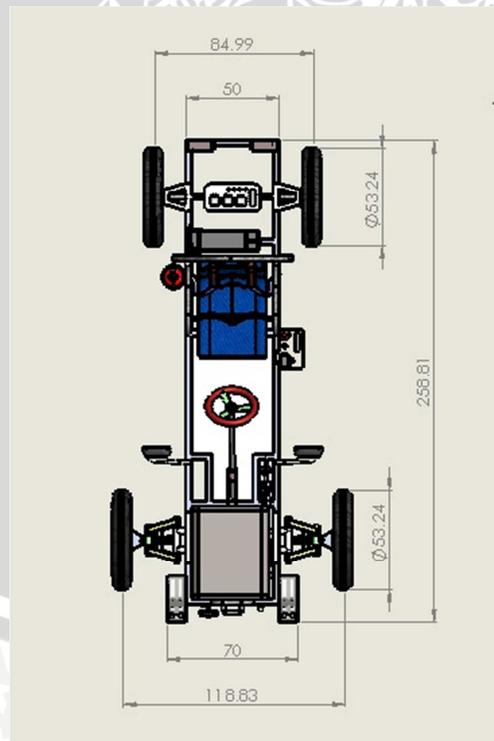
Berikut adalah Spesifikasi kendaraan urban konsep Marsella – apatte 62 adalah sebagai berikut:

- Mesin penggerak : Honda GX 160
- Sistem pengapian : *transistorized magneto ignition*
- *Bore x stroke* : 68 x 45 mm
- *Power output* : 4,8 HP pada 3600 rpm
- Torsi maksimal : 10,3 Nm pada 2500 rpm
- Rasio kompresi : 9 : 1

- Jumlah roda : 4 buah
- Jenis transmisi : *automatic chain sprocket*
- Jenis kopling : *sentrifugal clutch*
- Bahan dan jenis chassis : *Aluminium Ladder*
- *Body* : *Glass Fiber Reinforcement polymere*
- Panjang x lebar x Tinggi : 2,5 m x 1,2 m x 1,4 m
- *Wheel base* : 1,84 m
- *Track width* : 1 m
- *Ground clearance* : 0,2 m
- *Steering system* : *Ackerman steering*
- *Brake* : *disk brake*
- Berat total kendaraan : 143 kg

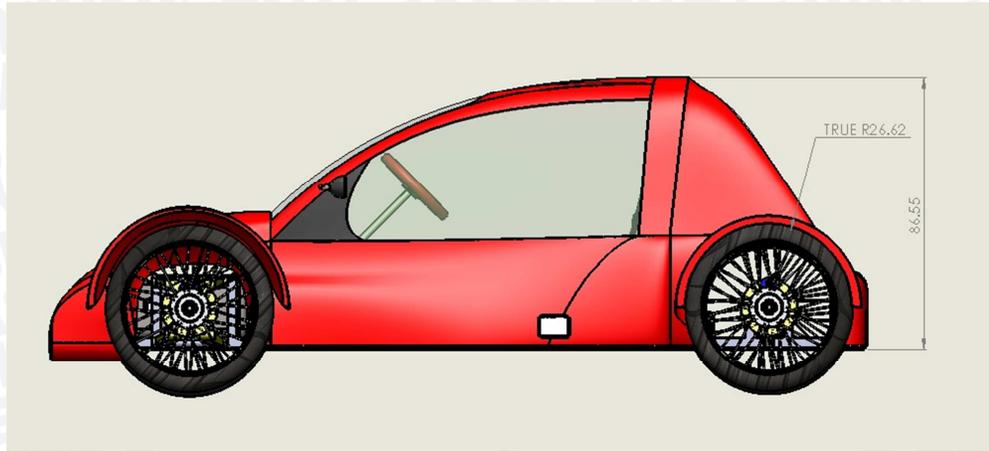
Berikut adalah gambar dari kendaraan urban concept tanpa body yang digunakan untuk melakukan pengujian:

- Tampak atas



Gambar 2.8 Dimensi kendaraan *urban concept* marsella tampak atas

- Tampak samping



Gambar 2.9 Dimensi kendaraan *urban concept* marsella tampak samping

Berikut adalah gambar *isometry* dari kendaraan *urban concept* lengkap dengan *body* kendaraan:



Gambar 2.10 kendaraan *urban concept* marsella

2.11 Pengujian Konsumsi Kendaraan *Urban Concept*

Hasil yang akan didapatkan pada penelitian ini adalah konsumsi bahan bakar. Untuk pengujian konsumsi bahan bakar etanol digunakan rumus hitung sebagai berikut:

$$fc = \frac{S \times 1000}{(V_{bb \text{ awal}} + (V_{\text{penambahan}} - V_{\text{akhir}}))}$$

Konversi ke dalam satuan km/kg dengan membagi hasil km/l dengan densitas etanol.

Densitas etanol = 0,7893 kg/l

Sedangkan untuk pengujian konsumsi bahan bakar CNG digunakan rumus hitung sebagai berikut:

Berat awal CNG (kg) :

Berat akhir CNG (kg) :

Jarak tempuh (km) : 5 km

Konsumsi BB (km/l) : $5 / (X - Y) = \dots\dots\dots$ km/kg

2.12 Gaya Hambat Pada Kendaraan

Gaya yang berpengaruh pada kendaraan berjalan yang mempengaruhi daya yang harus dihasilkan oleh mesin ada 3 yaitu, F_{drag} , $F_{gradient}$, dan $F_{rolling\ resistance}$.

-Rolling Resistance

Hal lain yang menghambat proses pengangkutan adalah rolling resistance (hambatan yang ditemui pada jalan yang dilalui). Bila kondisi jalan sangat jelek misalnya jalan berlumpur , berkrikil , berpasir dan sebagainya , maka hambatan tsb semakain besar sehingga dibutuhkan tenaga yang lebih besar pula . Beban yang lebih berat dan diangkut pada jalan yang jelek, hambatan yang timbul menjadi semakin besar.

Pada tabel dibawah ini menunjukkan beberapa kilogram hambatan pada beberapa kondisi jalan tertentu per 1.000 kg GVW

Pasir kering	250 kg
Jalan batu kerikil	130 kg
Jalan berbatu tidak rata	80 kg
Jalan batu yang diratakan	30 kg
Jalan aspal / beton	10 kg

-Grade Resistance

Grade resistance berarti adalah usaha yang dibutuhkan untuk melawan gaya berat truck misalnya pada saat menanjak . Untuk menghitung grade resistance secara sederhana dapat dituliskan dengan mengalikan GVW dengan prosentase kemiringan . Beban yang lebih besar pada jalan yang miring tajam mempunyai grade resistance yang lebih besar pula . Grade (derajat) kemiringan dituliskan menggunakan persent , untuk menghitung grade adalah dengan membagi antara tinggi kemiringan dan panjang lereng kemudian dikalikan 100 % .

Ada dua macam bentuk persentase grade yaitu :

- 1.Sinus rule (hukum sinus)



Sinus 1 % = Tinggi lereng 1 meter berbanding dengan 100 meter panjang kemiringan lereng.

2. Tangent rule (Hukum tangent)

Tangen 1 % = tinggi lereng 1 meter berbanding dengan 100 meter panjang sisi datar lereng.

-Gaya Hambat (*Drag force*) Aerodinamik

Gaya hambat adalah gaya udara yang berlawanan arah dengan arah gerak maju mobil, sehingga menghambat traksi mobil. Secara umum gaya hambat (*drag force*) dikenal melalui angka *Coeffisien of Drag* (C_D) Nilai C_D semakin kecil maka aerodinamika bodi mobil semakin baik, karena gaya hambat yang timbul semakin rendah.

Tabel Coefisien of Drag (C_D) secara umum untuk beberapa jenis mobil

No	Jenis Mobil	Koefisien Hambat (C_D)
1	Mobil penumpang	0,25 - 0,6
2	Mobil convertible	0,4 - 0,65
3	Mobil balap	0,20 - 0,25
4	Bus	0,6 - 0,7
5	Truck	0,8 - 1,4
6	Tractor - Tailer	0,8 - 1,3
7	Sepeda motor & pengendara	1,8

2.13 Hipotesis

Etanol dan CNG adalah bahan bakar alternatif untuk mensubstitusi bahan bakar minyak di masa yang akan datang. Namun, dalam penelitian dipercaya bahwa bahan bakar CNG lebih hemat dibanding etanol karena fase dari CNG yang sudah berupa gas. Dalam hal ini juga aspek ekonomi yang akan dirasakan jika menggunakan CNG sebagai bahan bakar untuk kendaraan. Karena harga yang murah dan konsumsi CNG yang lebih sedikit jika dibanding dengan bahan bakar cair seperti etanol.