

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Purnama (2010), meneliti tentang pengaruh pemakaian LPG pada genset bahan bakar bensin dengan menambah komponen pada sistem bahan bakar. Berdasarkan hasil percobaan didapatkan bahwa konsumsi bahan bakar LPG lebih sedikit dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar bensin dengan tingkat pembebanan yang sama pada genset. Dari penelitian tersebut secara tidak langsung dapat berkontribusi dalam hal penghematan energi.

Ghiffari (2010), meneliti tentang performa genset 4 langkah menggunakan LPG dan bensin. Dari hasil penelitian didapatkan efisiensi dengan menggunakan bahan bakar bensin sebesar 4,57 % sedangkan menggunakan bahan bakar LPG sebesar 12,70 %. Dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan bahan bakar LPG lebih ekonomis daripada bensin karena LPG memiliki efisiensi yang lebih tinggi.

Wahyudi (2008), meneliti tentang analisa konsumsi bahan bakar LPG pada motor supra x 125R. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pengujian langsung/*mobile* yaitu melewati rute sepanjang jalan Surakarta – Semarang – Magelang – Yogyakarta – Surakarta. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan penghematan sebesar 51,51 % dibandingkan dengan bensin.

2.2 Pengertian Kendaraan *Urban Concept*

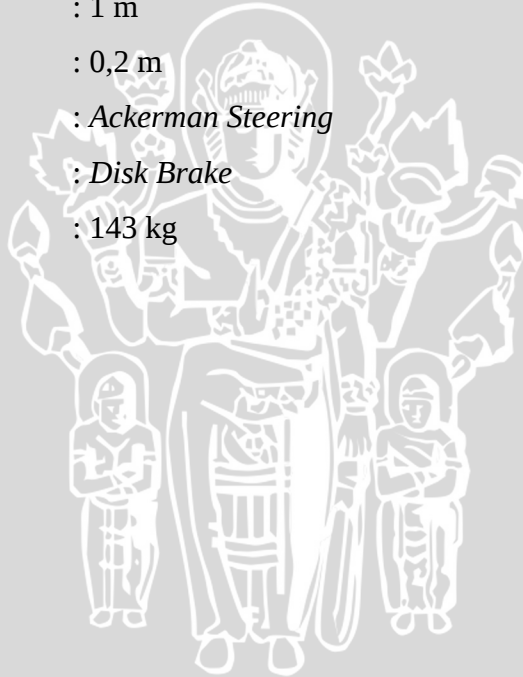
Kendaraan *Urban concept* adalah kendaraan yang memiliki desain roda 4 menyerupai kendaraan pada umumnya dan sesuai untuk kendaraan dijalanan yang dicanangkan kementrian riset dan teknologi. Kendaraan ini dibuat oleh mahasiswa dari berbagai institusi yang akan diikuti dalam berbagai kompetisi mobil hemat energi seperti KMHE dan SEM ASIA. Kendaraan urban yang dipakai untuk uji coba pada penelitian ini adalah Marsela apatte 62 brawijaya yaitu mobil generasi pertama hasil karya tim apatte 62 mahasiswa teknik mesin Universitas Brawijaya.

2.2.1 Desain dan Spesifikasi Kendaraan *Urban Concept*

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

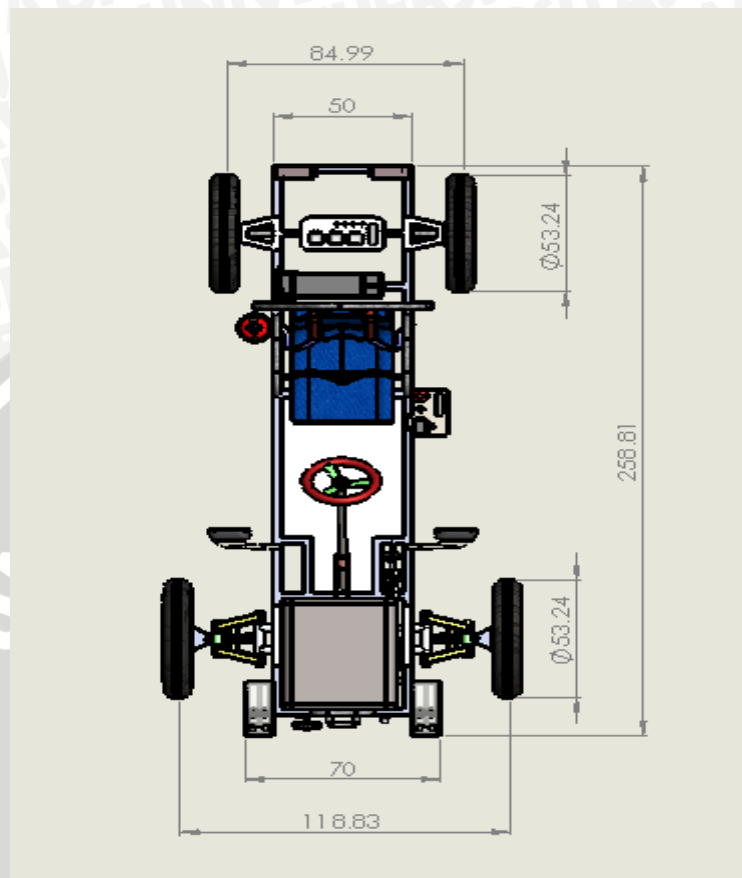
- Mesin penggerak : Honda GX 160

- System 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 desain rangka dari kendaraan *urban concept* marsela Apatte-62 Brawijaya yang digunakan untuk melakukan pengujian:

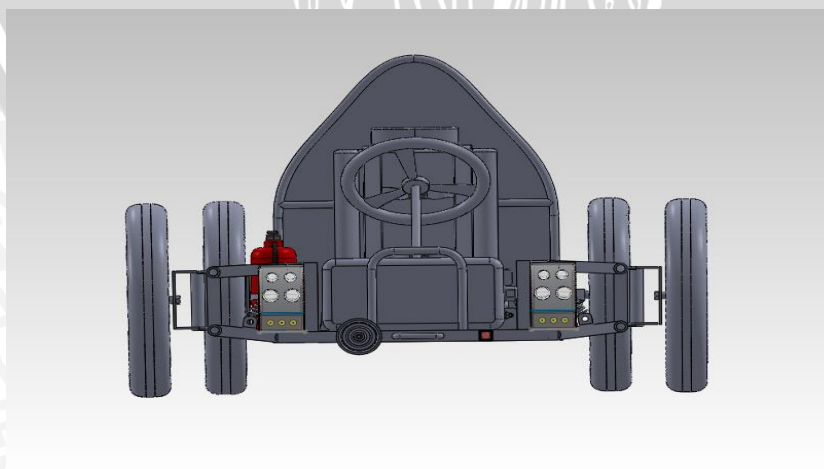
- Tampak atas



Gambar 2.1 Kendaraan *urban concept* marsela Apatte 62 Brawijaya tampak atas

Sumber : Apatte 62 doc

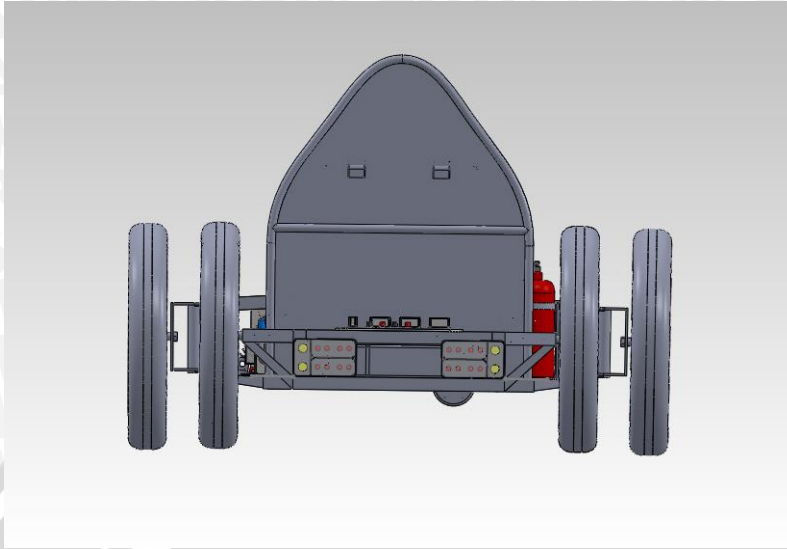
- Tampak depan



Gambar 2.2 Kendaraan *urban concept* marsela Apatte 62 Brawijaya tampak depan

Sumber : Apatte 62 doc

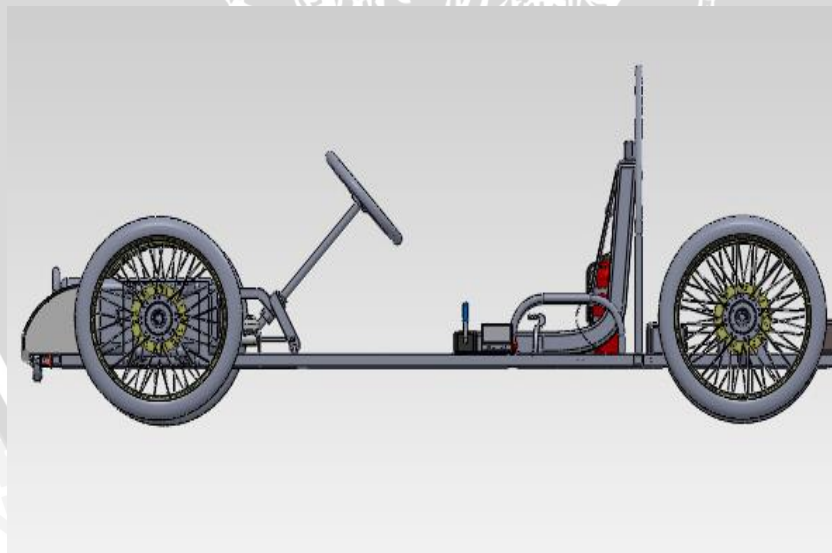
- Tampak belakang



Gambar 2.3 Kendaraan *urban concept* Apatte 62 Brawijaya tampak belakang

Sumber : Apatte 62 doc

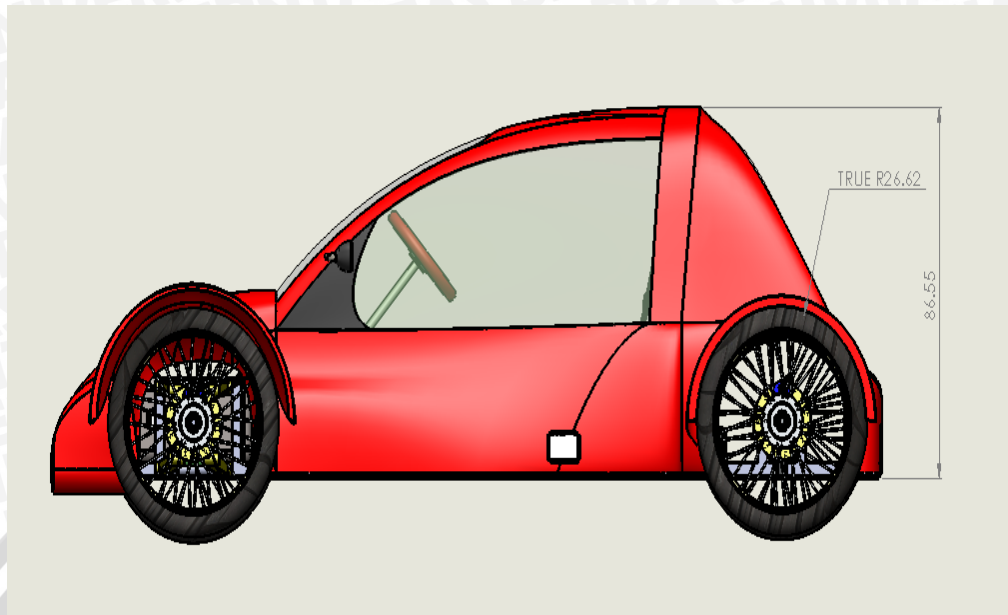
- Tampak samping



Gambar 2.4 Rangka kendaraan *urban concept* Apatte 62 Brawijaya tampak samping

Sumber : Apatte 62 doc

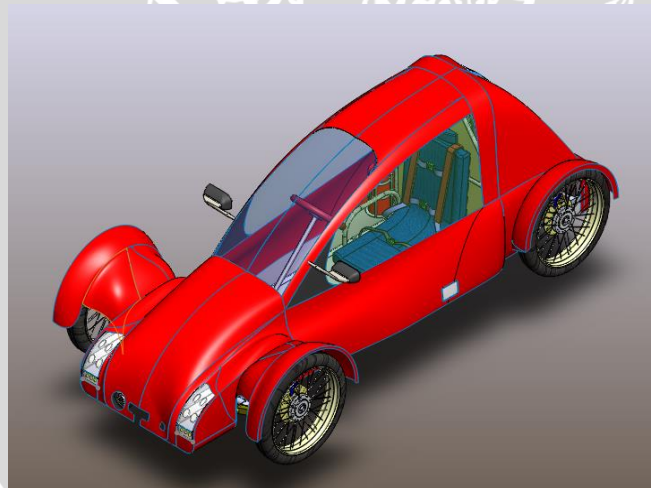
- Tampak samping menggunakan body



Gambar 2.5 Body Kendaraan *urban concept* Apatte 62 Brawijaya tampak samping

Sumber : Apatte 62 doc

Gambar isometry dari kendaraan *urban concept* marsela Apatte 62 Brawijaya lengkap dengan body kendaraan:



Gambar 2.6 Kendaraan *urban concept* marsela Apatte 62 Brawijaya isometric

Sumber : Apatte 62 doc

2.2.2 Proses Pabrikasi Kendaraan

Secara garis besar, proses pembuatan mobil urban konsep ini meliputi 3 hal yaitu pembuatan body kendaraan, pembuatan chasis, dan perancangan system transmisi dan penggerak. Proses pembuatan body kendaraan menggunakan material fiber komposit yang

dibuat dengan teknik *hand lay up*. Untuk proses assembly chasis menggunakan sambungan las dan keling. Sedangkan transmisi memakai *single speed ratio*.

2.2.3 Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar menggunakan *dual fuel* yaitu kendaraan bisa dioperasikan menggunakan bahan bakar cair dan bahan bakar gas secara bergantian. System bahan bakarnya masih menggunakan karburator untuk bahan bakar cair dan memakai koverter bahan bakar gas untuk pemasukan bahan bakar gasnya. Engine penggerak yang digunakan adalah motor bensin 4 langkah Honda GX 160cc satu silinder.

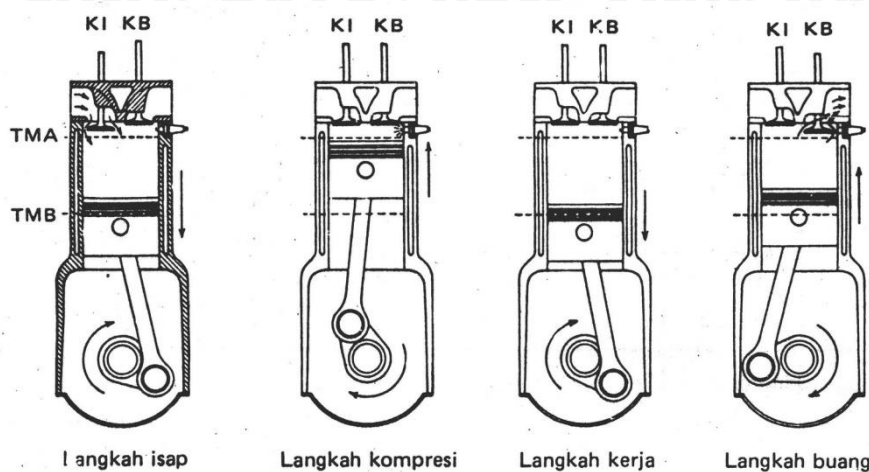
2.3 Motor Bensin

Motor bensin/*spark ignition* adalah salah satu jenis motor pembakaran dalam yang prinsipnya mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik berupa putaran poros engkol dengan siklus *otto*. Ciri khas dari jenis motor bensin ini adalah penggunaan busi pemantik yang berfungsi sebagai pemicu pembakaran bahan bakar dengan udara pada ruang bakar.

Motor bensin berbeda dengan motor diesel terutama pada sistem pencampuran bahan bakar. Pada motor diesel hanya udara yang dikompresikan di ruang bakar selanjutnya dilakukan penginjeksian bahan bakar saat akhir langkah kompresi. Berbeda dengan motor bensin pada umumnya mencampurkan bahan bakar dan udara sebelum masuk ke ruang bakar yang selanjutnya akan dinyalakan dengan bantuan busi.

2.3.1 Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Langkah

Prinsip kerja motor bensin 4 langkah dapat diartikan bahwa dalam satu kali melakukan siklus terdapat dua kali putaran poros engkol atau empat kali langkah torak. Dalam empat kali langkah piston terjadi proses penghisapan, kompresi, kerja, dan pembuangan. Beberapa istilah penting dalam membantu penjelasan prinsip kerja motor bensin empat langkah yaitu jarak puncak piston/titik mati atas (TMA) dan jarak minimal piston/titik mati bawah (TMB). Titik mati atas (TMA) adalah posisi piston berada pada titik paling atas dalam silinder mesin atau piston berada pada titik paling jauh dari poros engkol (*crankshaft*). Titik mati bawah (TMB) adalah posisi piston berada pada titik paling bawah dalam silinder mesin atau piston berada pada titik paling dekat dari poros engkol (*crankshaft*). Skema prinsip kerja motor bakar empat langkah dapat ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Skema langkah kerja mesin bensin 4 langkah

Sumber : Arismunandar, 2002

a. Langkah hisap

Piston bergerak menjauhi kepala silinder atau dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB) sehingga langkah ini menciptakan kevakuman pada ruang bakar. Pada langkah ini posisi katup hisap terbuka dan posisi katup buang tertutup, maka udara dan bahan bakar bisa masuk ke ruang bakar.

b. Langkah kompresi

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). pada langkah ini posisi katup hisap dan katup buang tertutup sehingga mengakibatkan udara dan bahan bakar dalam ruang bakar terkompresi. beberapa saat sebelum piston sampai pada posisi titik mati atas (TMA) terjadi waktu penyalaan bahan bakar dengan bantuan busi (*spark plug*) sehingga tekanan dan temperatur di ruang bakar akan meningkat.

c. Langkah kerja

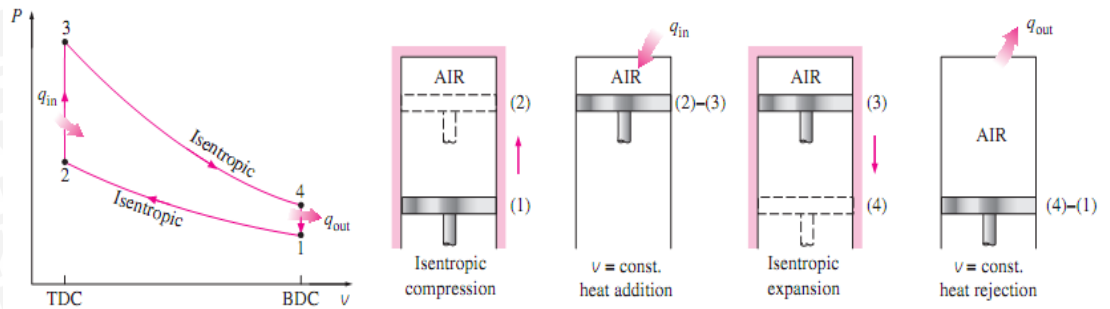
Temperatur dan tekanan yang tinggi hasil pembakaran mendorong piston menuju titik mati bawah (TMB). Pada posisi ini katup hisap dan katup buang tertutup. Di akhir langkah kerja katup buang terbuka. Langkah ini adalah langkah yang menghasilkan kerja.

d. Langkah buang

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Karena tekanan atmosfer lebih rendah daripada tekanan di ruang bakar maka gas panas sisa pembakaran keluar melalui katup buang. Pada posisi ini katup hisap tertutup dan katup buang terbuka.

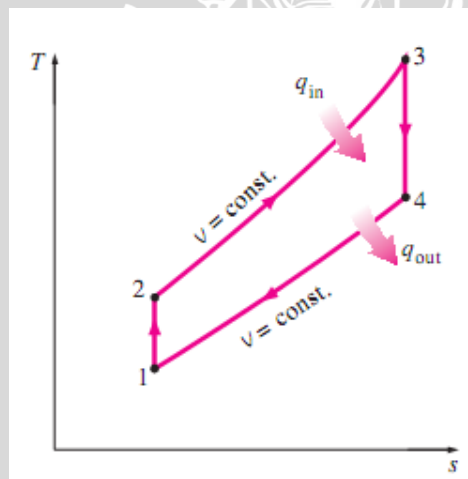
2.3.2 Siklus Ideal Motor Bensin 4 Langkah

Jenis siklus pada motor bensin adalah siklus otto. Pada siklus otto atau siklus volume konstan proses pembakarannya terjadi saat volume konstan. Sedangkan siklus otto sendiri dibagi menjadi 2 yaitu siklus empat langkah dan siklus dua langkah. Siklus volume udara konstan dapat digambarkan pada diagram P-V dan diagram T-S sebagai berikut.



Gambar 2.8 Diagram P-V siklus ideal otto

Sumber : Cengel (2006:494)



Gambar 2.9 Diagram T-S siklus ideal otto

Sumber : Cengel (2006:496)

Langkah dari Siklus Otto dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Proses 0-1 adalah langkah hisap yang terjadi pada tekanan konstan (*isobaric*) dan temperatur konstan (*isothermic*).
2. Proses 1-2 adalah langkah kompresi pada keadaan entropi konstan (*Isentropic*).
3. Proses 2-3 adalah proses pemasukan kalor pada volume konstan (*Isokhorik*).
4. Proses 3-4 adalah langkah ekspansi pada keadaan entropi konstan (*Isentropic*).
5. Proses 4-1 adalah proses pembuangan panas pada volume konstan (*Isokhorik*).

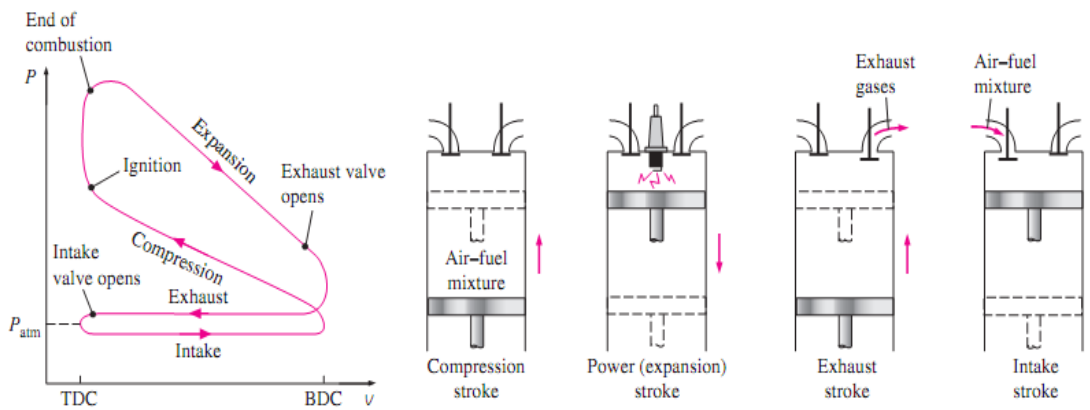
6. Proses 1-0 adalah langkah buang sisa kalor pada tekanan konstan (*isobaric*) dan temperatur konstan (*isothermic*).

2.3.3 Siklus Aktual Motor Bensin 4 Langkah

Menurut Arismunandar W. (1988) Dalam kenyataannya proses langkah kerja motor bensin tidak dapat bekerja dalam kondisi ideal. Hal ini dikarenakan adanya beberapa alasan sebagai berikut :

1. Kebocoran fluida kerja pada katup (*valve*), hal ini dikarenakan ketidakpresisian baik katup masuk maupun katup buang, juga kebocoran pada cincin piston dan dinding silinder yang memungkinkan gas panas akan bocor.
2. Fluida kerja bukanlah udara yang bisa dianggap sebagai gas ideal.
3. Katup masuk atau katup buang tidak dibuka dan ditutup tepat pada saat piston berada di titik mati atas (TMA) dan atau titik mati bawah (TMB), karena pertimbangan dinamika mekanisme katup
4. Pada motor bensin torak yang sebenarnya, pada saat torak di titik mati atas (TMA) tidak terdapat proses pemasukan kalor seperti pada siklus udara. Kenaikan tekanan dan temperatur fluida kerja disebabkan oleh proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar dalam silinder.
5. Pembakaran pada ruang bakar memerlukan jeda waktu untuk perambatan nyala apinya, sehingga proses pembakaran berlangsung pada kondisi volume ruang yang berubah – ubah sesuai gerakan piston. Oleh karena itu proses pembakaran harus dimulai beberapa derajat sudut engkol sebelum torak mencapai TMA dan berakhir beberapa derajat sudut engkol sesudah TMA menuju TMB. Jadi proses pembakaran tidak dapat berlangsung pada volume atau tekanan yang konstan.
6. Terdapat kerugian akibat perpindahan kalor dari fluida kerja ke fluida pendingin, Terutama pada langkah kompresi, ekspansi dan saat gas buang meninggalkan silinder. Perpindahan kalor ini terjadi karena ada perbedaan temperatur antara fluida kerja dan fluida pendinginan. Fungsi fluida pendinginan sendiri adalah untuk melindungi bagian mesin agar tidak aus karena *overheating* atau suhu mesin terlalu tinggi
7. Terdapat kerugian energi karena adanya gesekan antara fluida kerja dengan dinding silinder dan mesin.
8. Adanya kerugian energi kalor yang dibawa oleh gas buang dari dalam silinder ke atmosfer sekitarnya.

Dalam siklus udara ideal, langkah hisap dan langkah buang tidak diperlukan karena fluida kerja berada tetap di dalam silinder. Berikut adalah gambar siklus aktual dari motor bensin empat langkah.



Gambar 2.10 Siklus aktual mesin bensin empat langkah

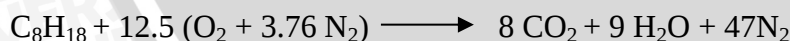
Sumber : Cengel (2006:494)

2.3.4 Pembakaran

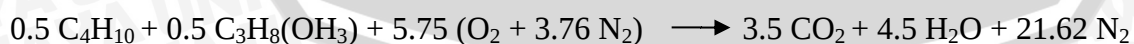
Pembakaran adalah suatu reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen, dan biasanya disertai dengan produk. Proses ini akan terjadi perubahan energi kimia menjadi energi *thermal*. Pembakaran pada motor bensin yaitu ketika *spark plug* memicu campuran bahan bakar dan oksigen terbakar saat piston mendekati titik mati atas (TMA). Sehingga hasil pembakaran yang memiliki tekanan dan temperatur tinggi tersebut mendorong piston menuju titik mati bawah (TMB). Adapun syarat agar terjadi suatu pembakaran yaitu :

1. Adanya suatu bahan bakar
2. Adanya pengoksidasi
3. Adanya energi aktivasi

Reaksi pembakaran teoritis pertamax adalah sebagai berikut :



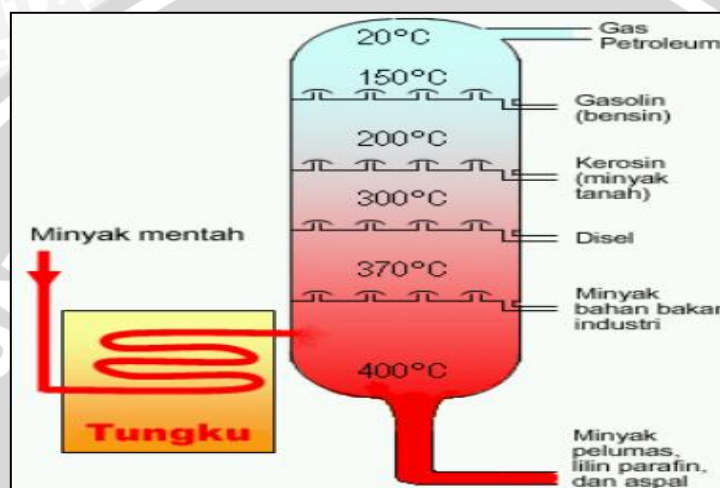
Reaksi pembakaran teoritis LPG (50% butana, 50% propana) adalah sebagai berikut:



Penyusun utama suatu bahan bakar adalah karbon, hidrogen dan sulfur. Syarat agar suatu pembakaran dikatakan sempurna adalah ketika semua kandungan karbon (C) dalam bahan bakar akan habis membentuk (CO_2), semua kandungan hidrogen (H) akan habis membentuk air (H_2O), dan semua kandungan sulfur dalam bahan bakar akan habis membentuk (SO_2). Jika syarat tersebut tidak terpenuhi maka suatu pembakaran dikatakan pembakaran tidak sempurna.

Pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar terjadi sangat cepat, tetapi terdapat jeda waktu sesaat untuk menghabiskan bahan bakar dan oksigen dari awal penyalaan oleh busi. Setelah busi menyala, nyala api akan merambat ke segala arah dengan kecepatan yang sangat tinggi (20-50 m/s) dan menyalakan campuran yang dilaluinya sehingga tekanan dalam ruang bakar meningkat sesuai campuran yang terbakar (Arismunandar (2002:82).

2.4 Bahan Bakar



Gambar 2.11 Destilasi Bertingkat Minyak Bumi

Sumber : Fatimah,1994

Ada sekitar 500 jenis hidrokarbon dengan jumlah atom C-1 sampai C-50. Titik didih hidrokarbon meningkat seiring bertambahnya jumlah atom C dalam molekulnya. Oleh karena itu dalam pengolahan minyak bumi digunakan destilasi bertingkat untuk memisahkan fraksi-fraksi jenis bahan bakar sesuai dengan titik didihnya. Ada 5 jenis produk yang dihasilkan dalam proses penyulingan, yaitu refinery gas (metana, etana, hidrogen), light distillates (LPG, gasoline, naphta), middle distillates (kerosine, diesel oil), heavy distillates (fuel oil), dan residuum (lubricating oils, wax, tar). Masing masing bahan bakar ini memiliki boiling point pada kisaran temperatur yang berbeda-beda. Proses destilasi bertingkat awalnya minyak mentah dipanaskan dalam aliran pipa di dalam tanur sampai suhu 370°C. Minyak mentah yang telah dipanaskan kemudian akan masuk kedalam kolom fraksinasi pada bagian flash chamber. Untuk menjaga suhu dan tekanan dalam kolom maka dibantu pemanasan dengan steam. Minyak mentah yang menguap pada proses distilasi ini akan naik ke atas kolom dan selanjutnya terkondensasi sesuai suhu yang berbeda-beda. Komponen yang memiliki titik didih yang lebih tinggi akan tetap berupa cairan dan turun kebawah, sedangkan yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap

dan naik ke bagian atas. Semakin ke atas suhu yang terdapat pada kolom fraksionasi tersebut semakin rendah, sehingga setiap komponen dengan titik didih lebih tinggi akan terpisah, sedangkan komponen yang memiliki titik didih yang lebih rendah akan naik ke bagian atas lagi. Dengan demikian komponen yang mencapai puncak adalah komponen yang pada suhu kamar berwujud gas. Fraksi minyak bumi yang dihasilkan berdasarkan rentang titik didihnya antara lain sebagai berikut :

1. Gas, memiliki rentang rantai karbon C1-C5, trayek didih 0°C sampai 50°C
2. Gasoline, memiliki rentang rantai karbon C6-C11, trayek didih 50°C sampai 85°C
3. Kerosin, memiliki rentang karbon C12-C20, trayek didih 85°C sampai 105°C
4. Solar, memiliki rentang karbon C21-C30, trayek didih 105°C sampai 135°C
5. minyak berat, memiliki rentang karbon C31-C40, trayek didih 135°C sampai 300°C
6. Residu, memiliki rentang karbon diatas C40, trayek didih diatas 300°C

2.4.1 Karakteristik Bahan bakar

Suatu motor bakar agar bekerja dengan optimum harus memperhatikan sifat-sifat utama bahan bakar. Berikut ini merupakan sifat-sifat bahan bakar yaitu :

1. Nilai kalor bahan bakar

Reaksi dari suatu pembakaran bahan bakar dengan oksigen akan menghasilkan panas. Panas yang akan dihasilkan oleh 1 kg bahan bakar yang terbakar sempurna disebut dengan nilai kalor bahan bakar. Nilai pembakaran tinggi (HHV) yaitu banyaknya panas yang dapat dihasilkan 1 kg bahan bakar saat pembakaran sempurna atau dengan kata lain nilai kalor bahan bakar dengan memperhitungkan panas yang dibutuhkan akibat kondensasi dari uap air hasil reaksi oksidasi dari hidrogen yang terkandung dalam bahan bakar. Nilai pembakaran rendah (LHV) yaitu banyaknya panas yang dapat dihasilkan 1 kg bahan bakar setelah dikurangi panas penguapan air yang berada dalam bahan bakar dan air yang terbentuk selama pembakaran karena persenyawaan H dan O.

2. Densitas

Densitas adalah massa bahan bakar dibandingkan terhadap volume bahan bakar dengan satuan (kg/m^3). Densitas atau massa jenis bahan bakar dalam hubungannya dengan pembakaran berguna dalam pengukuran kuantitatif/jumlah bahan bakar dan kualitas penyalaan.

3. Angka oktan

Angka oktan merupakan indikator bahan bakar untuk pembakaran berjenis mesin otto yang menunjukkan seberapa kuat bahan bakar tersebut tidak menyala dengan

sendirinya. Angka oktan sangat penting dalam pembakaran jenis otto terkait pengontrolan dalam pembakaran. Angka oktan erat kaitannya dengan *knocking* yaitu apabila bahan bakar menyala terlalu dini yang menyebabkan turunnya efisiensi serta getaran yang kuat pada mesin.

Bahan bakar yang memiliki oktan tinggi mempunyai kemampuan untuk tidak terbakar sendiri lebih lama. Bahan bakar tersebut sangat cocok dengan motor bensin yang memiliki kompresi tinggi. Cara untuk menaikkan nilai oktan biasanya dengan menambah zat aditif ke dalam bahan bakar seperti *tetraethyllead* (TEL), *methyl tertiary butyl ether* (MTBE), dan etanol. Namun di negara-negara yang menuntut peraturan lingkungan yang ketat penggunaan TEL sudah tidak dijumpai lagi karena sangat berbahaya terhadap lingkungan.

4. Penguapan

Penguapan yaitu kemampuan bahan bakar berubah dari fase cair ke fase gas. Hal ini erat kaitannya dengan titik didih bahan bakar, semakin rendah titik didihnya maka semakin tinggi pula kemampuan penguapannya. Karena didalam sistem pembakaran mesin *internal combustion* bahan bakar harus dalam fase gas maka penguapan bahan bakar ini sangat diperlukan.

a. Pengaruh *Volatilitas* terhadap daya kerja mesin

Dalam mesin, busi pengapian (*Spark Ignition Switch*), mesin akan bekerja dengan baik jika campuran bahan bakar dengan udara telah menjadi uap yang *homogen* sebelum atau saat pengapian. Pada saat start, dimana kondisi mesin masih dingin, maka volatilitas masih rendah yang menyebabkan sedikit kesulitan saat start. Kemampuan saat start tergantung pada penyediaan campuran bahan bakar dan udara yang mudah menyala pada saat pengapian. Perlu diingat bahwa perbandingan uap bahan bakar udara untuk bahan bakar yang ditentukan adalah berbanding terbalik dengan tekanan udara. Dengan demikian kemampuan chock untuk mengurangi tekanan saluran masuk adalah sangat membantu.

b. Pengaruh *Volatilitas* terhadap Vapor lock

Walau *volatilitas* yang tinggi sangat diperlukan saat start pada temperatur rendah, tetapi dilihat dari segi *vapor lock* hal ini harus dihindarkan. *Vapor lock* adalah terbatasnya suplai bahan bakar karena pembentukan uap yang cepat pada sistem suplai bahan bakar, pembentukan uap ini harus dibatasi dan disesuaikan dengan kerja dan kecepatan mesin.

Pembentukan uap yang terlalu cepat akan menghambat dan mengurangi aliran bahan bakar dan *intake manifold*. Ketika temperatur bahan bakar mencapai temperatur yang cukup, maka tekanan uap bahan bakar akan sama dengan tekanan dalam sistem saluran

bahan bakar, hal ini akan menghambat aliran bahan bakarnya. *Vapor lock* sering terjadi pada motor berjalan lama, sehingga terbentuk suhu tinggi pada bagian tertentu dari mesin, akibat terbentuknya uap bahan bakar yang berlebihan maka pada bagian tersebut perlu adanya pendingin.

Tingkat kemudahan penguapan bahan bakar untuk motor bensin harus tetap sesuai dengan kebutuhan motor itu sendiri. Berikut ini adalah hubungan tingkat penguapan terhadap motor bakar :

- Pemakaian bahan bakar yang efisien
- Starting motor lebih mudah meskipun saat udara lingkungan dingin
- Akselerasi yang halus
- Pemanasan motor lebih cepat
- Bebas dari pengotor pada ruang bakar

2.4.2 Bahan Bakar Minyak pada Motor Bakar Bensin

Secara umum semua kendaraan sekarang ini memakai jenis bahan bakar minyak. Bahan bakar minyak yaitu bahan bakar yang pada saat kondisi tekanan dan temperatur atmosfer berwujud cair. Bahan bakar minyak (*petroleum*) terdiri dari kata: Petro = rock (batu) dan leum = oil (minyak). Bahan bakar minyak terdiri atas senyawa hidrokarbon yang didapatkan dari pengeboran sumur minyak.

Bahan bakar utama yang biasa digunakan untuk motor berjenis otto adalah bensin atau biasa disebut *gasoline*. Dalam penerapannya pada motor bakar bahan bakar *gasoline* perlu dirubah fasenya dari cair ke gas agar mudah terbakar dan bisa bekerja optimal. Berikut ini merupakan tabel propertis LPG dan Pertamina plus

Tabel 2.1 Propertis LPG dan Pertamina

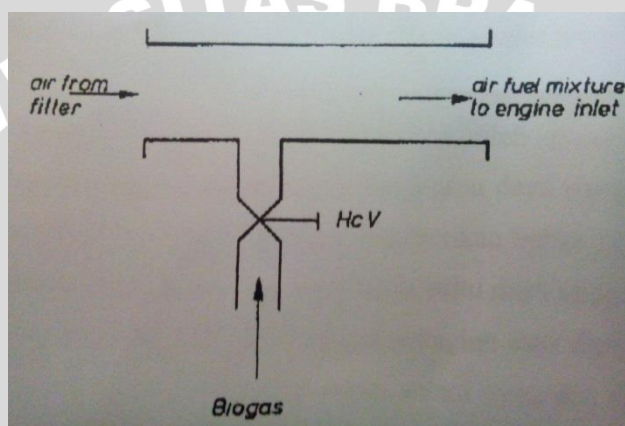
Property	LPG	Gasoline
Composition (vol.%)	$30C_3H_8-70C_4H_{10}$	C_7H_{15}
Lower heating value at 1 atm and 15 °C (MJ/kg)	45.7	43.5
Density at 1 atm and 15 °C (kg/m ³)	560 (liquid)	735 (liquid)
Flame speed (m/s)	0.382	0.375
Flammability limits (in air) (vol.%)	2.15–9.6	1.4–7.6
Research octane number	105	95
Auto ignition temperature (°C)	485–545	257
Stoichiometric A/F ratio	15.5	14.9

Sumber: Erkus, Baris dkk : 2013

2.4.3 Bahan Bakar Gas pada Motor Bakar Bensin

Bahan bakar gas dibedakan 2 yaitu *natural gas* dan *manufacturer gas*. Contoh dari gas alam (*natural gas*) yaitu metana, sedangkan contoh dari *manufacturer gas* adalah LPG. Kandungan bahan bakar gas yang mudah terbakar adalah senyawa CH_4 , CO , dan H_2 dengan komposisi yang berbeda-beda sesuai dengan jenis bahan bakarnya (Wardana, 2008)

Pada motor bakar bensin tidak hanya bahan bakar cair yang dapat bekerja melainkan bahan bakar gas juga bisa bekerja pada jenis motor bakar bensin ini. Tentu agar motor bensin ini dapat bekerja harus ada beberapa penyesuaian pada motor seperti penambahan *gas mixer* untuk mencampur bahan bakar gas dengan udara.



Gambar 2.12 Mixer sederhana (T-joint mixer)

Sumber : Mitzlaff 1988:40

Salah satu bahan bakar gas yang biasanya dipakai pada motor bensin adalah LPG. LPG (*Liquified Petroleum Gas*) disimpan dalam tabung dengan cara merubah fasenya dari gas menjadi cair dengan cara menambah tekanan dan menurunkan temperatur. Tekanan tabung LPG berkisar antara 80 sampai 100 psi. Dalam kondisi tekanan dan temperatur atmosfer LPG akan berbentuk gas, volume LPG dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama.

Komponen utama LPG adalah terdiri atas gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}), serta sejumlah kecil etana (C_2H_6) dan pentana (C_5H_{12}). Biasanya pada LPG ditambahkan gas pembau seperti etil merkaptan ($\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$) atau butil merkaptan ($\text{C}_4\text{H}_9\text{SH}$). Hal ini digunakan sebagai indikator apabila tabung LPG bocor, gas yang ditambahkan harus memiliki sifat melarut sempurna dalam LPG dan tidak boleh mengendap.

LPG memiliki *high heating value* (HHV) sebesar 46, 23 MJ/Kg dan nilai energi per satuan volume yang terkandung sebesar 25,4 MJ/liter. Per satuan massa kandungan

bahan bakar LPG lebih besar jika dibandingkan dengan bahan bakar bensin. Namun per satuan volumenya kandungan energy LPG relatif lebih rendah dari bensin. Volume LPG lebih besar daripada bensin sekitar 15 % sampai dengan 20%. (sumber: ETSAP, “Automotive LPG and Natural Gas Engines”, Technology Brief T03 – April 2010).

Nilai Oktan dari LPG yaitu sebesar 105, hal ini memungkinkan bahan bakar LPG dapat diterapkan pada motor dengan perbandingan kompresi yang tinggi sehingga memberikan efisiensi thermal yang lebih optimal. Bahan bakar LPG memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan bahan bakar pertamax, antara lain konsumsi bahan bakar LPG per satuan volume lebih rendah daripada jika dibandingkan dengan pertamax, penggunaan bahan bakar LPG pada motor bakar tidak perlu merubah fase dari cair ke gas sehingga tingkat atomisasi bahan bakar lebih baik dari pada bahan bakar cair, tingkat keausan silinder lebih sedikit, kandungan karbon LPG lebih rendah daripada bensin sehingga emisi bahan bakar LPG lebih rendah daripada pertamax.

Tab 2.2 Performa gas LPG sebagai bahan bakar kendaraan

LPG Vehicles, retrofit [19]			
Technical Performance	Small Cars	Medium Cars	Large Cars
Energy Input	LPG		
Base Energy Consumption (kg/km – KJ/km))	0.05 – 2.3	0.058 – 2.7	0.09 – 4.1
Technical Lifetime, yrs	12	12	12
Environmental Impact (for bi-fuel cars)			
CO ₂ and other GHG emissions, g/km	122.0	141.7	216.7
Costs			
Additional Capital Cost, overnight, Euro/unit	1,130	1,300 – 1,528	2,740
O&M cost (fixed and variable), Euro/km	0.03	0.04	0.05
Economic Lifetime, yrs	12	12	12

Sumber: ETSAP, “Automotive LPG and Natural Gas Engines”, Technology Brief T03 – April 2010.

2.5 Pemuaian Zat

Pemuaian adalah bertambahnya suatu ukuran dikarenakan adanya perubahan suhu. Pemuaian dapat terjadi diberbagai zat yaitu pemuaian pada zat padat, pemuaian pada zat cair, dan pemuaian pada zat gas. Pemuaian pada zat padat ada 3 jenis yaitu pemuaian panjang (satu dimensi), pemuaian luas (dua dimensi), dan pemuaian volume (tiga dimensi). Sedangkan pada zat cair dan gas hanya terdapat pemuaian volume saja.

Pada pengujian konsumsi bahan bakar pada kendaraan *internal combustion* penggunaan teori dasar pemuaian zat sangat penting dilakukan, hal ini menyangkut kepresisian pengamatan konsumsi bahan bakar cair. Alat yang biasa digunakan dalam pengujian pemuaian zat cair disebut labu didih. Sifat utama dari zat cair yaitu dapat menyesuaikan bentuk tempatnya. Oleh sebab itu zat cair hanya mempunyai pemuaian volume saja. Secara matematis pemuaian zat cair dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T \quad (2-1)$$

Dimana :

ΔV = volume setelah pemanasan atau pendinginan (m^3) atau (cm^3)

V_0 = volume awal (m^3) atau (cm^3)

β = koefisien muai volume ($^{\circ}C$)

ΔT = $t_2 - t_1$

Berikut beberapa koefisien muai volume zat cair.

Tabel 2.3 Koefisien muai volume zat cair

Koefisien muai volume zat cair		
No.	Jenis zat	Koefisien muai volume ($^{\circ}C$)
1	Alkohol, etil	75×10^{-5}
2	Raksa	18
3	Gliserin	49
4	Bensin	0,00095

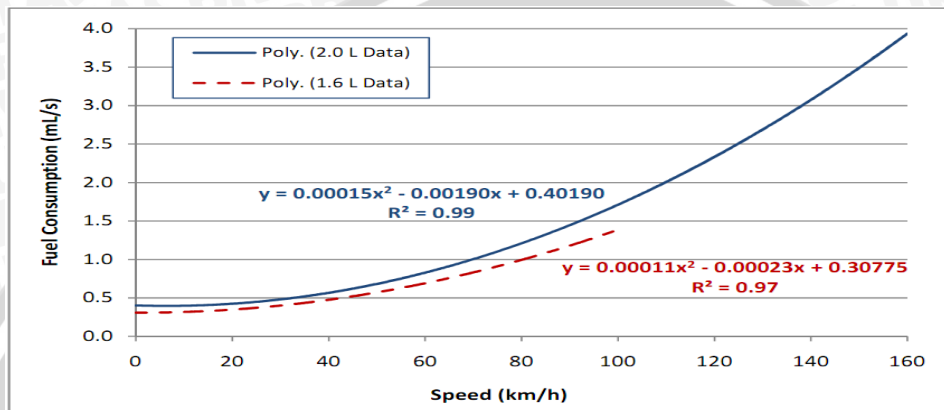
Sumber: Sears, Zemansky (1982:366)

2.6 Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan *Urban Concept*

Konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) pada kendaraan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Misalnya kecepatan kendaraan, volume motor penggerak, beban kendaraan, dan kondisi lingkungan (*ambient temperature* dan kelembaban udara). Menaikkan temperatur bahan bakar dapat merubah pengkabutan bahan bakar dan dapat mengurangi jumlah bahan bakar yang diinjeksikan di ruang bakar, Pada saat kondisi temperatur lingkungan yang dingin kekentalan minyak pelumas pada mesin akan mengalami kenaikan sehingga menyebabkan pompa minyak bekerja lebih keras yang mengakibatkan kerugian mekanik yang tinggi dan konsumsi bahan bakar yang meningkat juga (Internal Combustion Engine, Institution of Mechanical Engineering). *Volatility*

adalah kemampuan bahan bakar berubah dari fase cair ke fase gas. Jika suatu bahan bakar tidak cukup untuk melakukan penguapan (*volatility*) maka mesin akan susah menyala, kejadian seperti ini biasanya terjadi pada suhu yang rendah (*low temperature ambient*), hal ini yang menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat (Richard Stone, Introduction to Internal Combustion Engine).

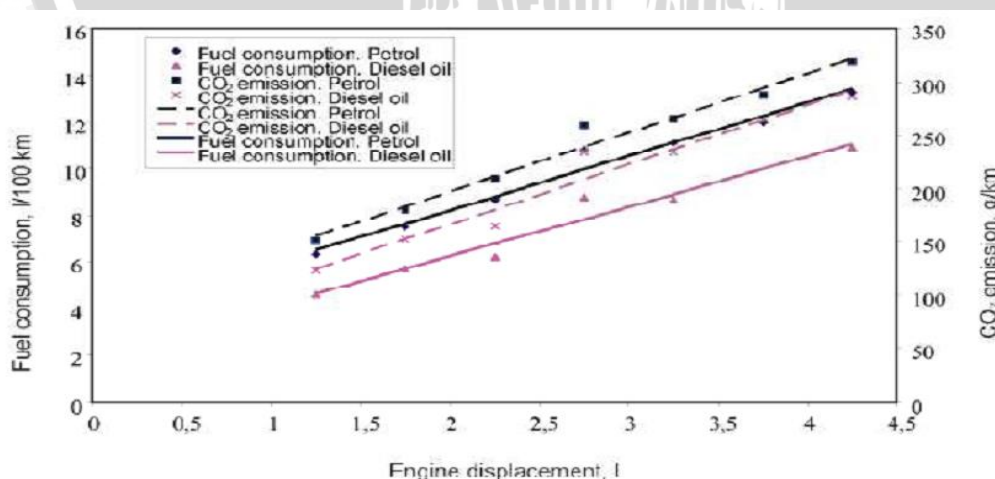
Greenwood melakukan penelitian konsumsi bahan bakar pada mobil penumpang 1,6 dan 2,0 liter. Hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut :



Gambar 2.13 Hubungan Kecepatan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Mobil Penumpang 1,6 dan 2,0 liter

Sumber : Bennet, 2001

Selain kecepatan, volume silinder juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Berikut adalah hubungan volume silinder terhadap konsumsi dan gas buang kendaraan.



Gambar 2.14 Hubungan Volume Silinder Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Gas Buang

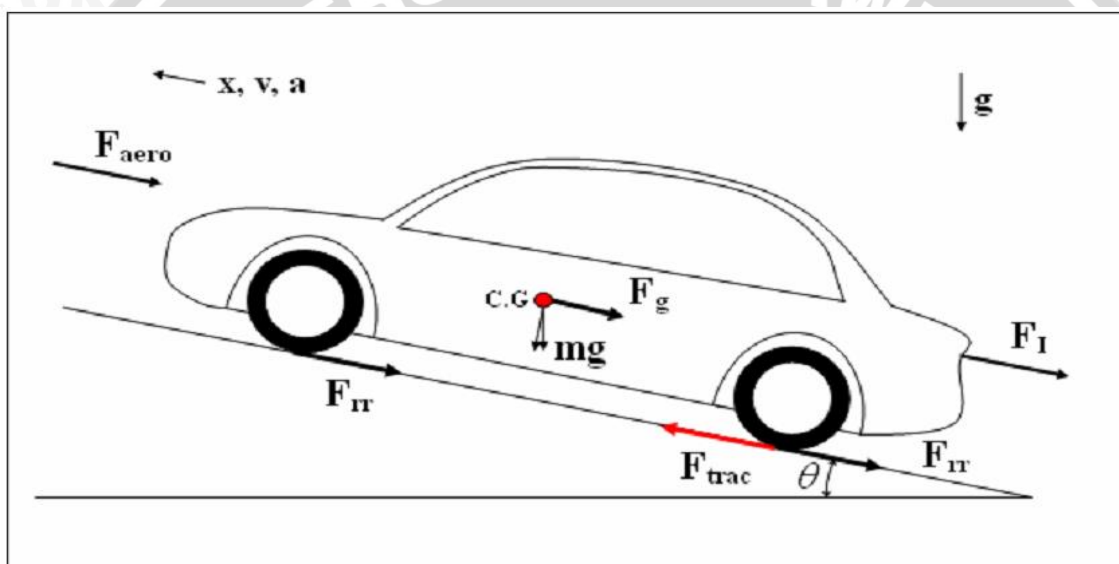
Sumber : Mackoito, 2007

Parameter yang akan diuji pada kendaraan *urban concept* adalah konsumsi bahan bakar.

$$f_c = \frac{\text{jarak (s)} \times 1000}{(\text{penambahan bahan bakar} + (\text{volume awal} - \text{volume akhir}))} \quad (2-2)$$

2.7 Vehicle Dynamic

Prinsip utama dalam suatu kendaraan agar bisa dicapai konsumsi yang hemat adalah berat kendaraan yang ringan, gesekan mekanis minimal, rolling resistance pada roda yang minimal dan bentuk kendaraan yang aerodinamis.



Gambar 2.15 Diagram Gaya Pada Kendaraan

Sumber : Jeongwoo lee, 2009

F_{traksi} adalah gaya dorong kendaraan oleh motor penggerak. Gaya ini dihambat oleh gaya hambat kendaraan misalnya drag force, *rolling resistance*, dan sudut kemiringan trek.

Gaya hambat karena udara atau drag force dipengaruhi oleh *massa* jenis udara (ρ), luasan *frontal area* (A), koefisien drag (C), dan kecepatan kendaraan (v).

$$F_{\text{drag}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot A \cdot v^2 \quad (2-3)$$

Rolling resistance adalah gaya hambat yang dikarenakan gesekan ban dengan jalan. Besarnya *rolling resistance* dipengaruhi oleh *massa* kendaraan (m), *koefisien rolling* (C_{rr}), dan sudut tanjakan (θ).

$$F_{rr} = C_{rr} \cdot m \cdot g \cdot \cos(\theta) \quad (2-4)$$

Gaya hambat yang dikarenakan sudut kemiringan trek. Gaya hambat ini dipengaruhi oleh bobot kendaraan dan besar sudut kemiringan trek.

$$F_{grad} = m \cdot g \cdot \sin(\theta) \quad (2-5)$$

2.8 Hipotesis

Hipotesis untuk penelitian ini adalah konsumsi bahan bakar LPG lebih irit daripada bahan bakar pertamax plus tiap masing-masing pembebanan pada pengujian *mobile*. Hal ini dikarenakan bahan bakar LPG memiliki satu fase maka dimungkinkan pembakaran pada motor akan lebih baik daripada pertamax plus. Berbeda dengan pertamax plus yang terlebih dahulu dirubah fasenya dari cair ke gas yang dimungkinkan banyak kerugiannya.

Konsumsi bahan bakar paling irit didapat pada tingkat pembebanan yang paling rendah, konsumsi bahan bakar akan meningkat seiring dengan penambahan beban pada kendaraan. Hal ini dikarenakan *Rolling resistance* akan meningkat seiring dengan bertambahnya beban. *Rolling resistance* adalah gaya hambat yang dikarenakan gesekan ban dengan jalan, besarnya *rolling resistance* dipengaruhi oleh *massa* kendaraan (m), *koefisien rolling* (C_{rr}), dan sudut tanjakan (θ). Gaya hambat yang dikarenakan sudut kemiringan trek juga akan mempengaruhi hubungan konsumsi bahan bakar kendaraan terhadap tingkat pembebanan. Gaya hambat ini dipengaruhi oleh bobot kendaraan dan besarnya sudut kemiringan trek. Sehingga semakin tinggi tingkat pembebanan kendaraan akan menyebabkan konsumsi bahan bakar akan meningkat.