

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Upaya untuk mengetahui performansi mesin pompa air Honda GX 160 dengan metode pemasangan konverter kit Bi Fuel (pemakaian dua jenis bahan bakar atau lebih secara bergantian) didasari oleh hasil-hasil dari penelitian terdahulu terkait dengan pemakaian bahan bakar alternatif untuk pompa air berbahan bakar minyak.

Pompa air merupakan peralatan yang dapat mengubah energi mekanis poros menjadi energi kinetis dan digunakan untuk menaikkan tekanan dari fluida tersebut sehingga dapat memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain. Pompa air memiliki beragam jenis yaitu pompa submersible, pompa dinamo, pompa celup, pompa torak. Pada penelitian ini pompa air yang digunakan adalah pompa air jenis torak dengan merk dagang Honda GX 160.

Pertalite merupakan varian baru dalam jenis bahan bakar minyak, diluncurkan pada tahun 2015. Pertalite memiliki warna hijau terang dan jernih serta memiliki keunggulan dibandingkan premium karena memiliki angka oktan 90 sedangkan premium hanya 88. Semakin tinggi angka oktan berpengaruh pada semakin berkualitasnya bahan bakar karena pembakaran yang sempurna dan efisien. (PT. Pertamina Fuels)

LPG sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak banyak dipakai sejumlah negara maju. Penggunaan LPG karena memiliki karakteristik yang bagus seperti oktan yang tinggi, emisi gas buang yang ramah lingkungan dan nilai kalor yang baik. Pengujian emisi gas buang dengan variasi tekanan kompresi dari 12,5 Bar, 13 Bar, 13,5 Bar dan 14 Bar untuk setiap perubahan nilai lambda dengan variasi hasil uji emisi berupa (CO, CO₂ dan HC). Dari hasil pengujian didapatkan bahwa nilai emisi gas buang yang terbaik terdapat pada tekanan kompresi 13,5 Bar, baik untuk nilai CO, CO₂ dan HC daripada tekanan kompresi yang lain. (Bagiyo Condro Purnomo dkk. 2017)

Konversi bahan bakar LPG pada motor bakar sebagai penggerak irigasi. Diketahui hasil pengujian menunjukkan bahwa LPG dapat difungsikan sebagai bahan bakar alternatif pada mesin pompa irigasi. Dari segi performa, memang tidak sebaik saat mesin pompa menggunakan bahan bakar bensin, namun memberikan efisiensi biaya yang sangat membantu para petani karena debit air yang dihasilkan oleh mesin pompa air sudah mencukupi kebutuhan bagi para petani. (Santoso YM. & Anggono W.)

Modifikasi pompa air dengan bahan bakar gas sebagai sarana irigasi model sprinkler portable. Penelitian ini menguji performa pompa pada sistem irigasi model sprinkler *portable* dengan melakukan tiga variasi tekanan (1 bar, 1,25 bar dan 1,5 bar). Hasil dari modifikasi mengakibatkan konsumsi bahan bakar menjadi lebih irit namun memiliki kekurangan yaitu mesin lebih cepat panas. Pada tekanan 1 bar didapatkan debit 0,64 m³/jam, CU sebesar 32,2%, dan diameter pancar sebesar 15 m. Sedangkan pada tekanan 1,25 bar didapatkan debit sebesar 0,79 m³/jam, CU sebesar 47,1% dengan diameter pancar 16 m. Rata-rata penggunaan bahan bakar gas yang digunakan sebanyak 0,47 kg per jam. Diketahui bahwa tekanan berpengaruh terhadap hasil pengukuran uji performansi pada pompa. (Handoko MT., Dkk., 2015)

Penggunaan pompa berbahan bakar LPG untuk memenuhi kebutuhan air tanaman padi di Desa Baktirasa, Kecamatan Sragi, Lampung selatan. Penelitian dilakukan pada lima petak sawah dengan ukuran masing-masing petak 1.250 m². Hasil penelitian penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG untuk luas lahan 1 ha memiliki kapasitas kerja 51,7 jam dengan debit air 14,58 m³/jam, keseragaman distribusi 92,28 % dengan ketinggian genangan air 4,12 cm, konsumsi LPG 24 kg dengan kecepatan rata-rata 2.586 RPM. Biaya penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG untuk 1 kali pengairan adalah Rp. 384.420,35/ha lebih murah dibandingkan sewa/kontrak dengan biaya sebesar Rp.500.000,00/ha. Penggunaan pompa dengan mesin berbahan bakar LPG layak untuk diterapkan karena mampu mendistribusikan air untuk kebutuhan air tanaman padi saat musim kemarau dan biaya operasionalnya lebih murah dibandingkan dengan harga sewa/kontrak. (Suharyadi, 2016)

2.2 Pompa Air

Pompa air merupakan alat untuk memindahkan atau menaikkan fluida cair dari suatu permukaan yang lebih rendah ke permukaan yang lebih tinggi untuk suatu tujuan tertentu sesuai kebutuhan. Cara kerja pompa adalah dengan membuat perbedaan tekanan antara input (*suction*) dengan output (*discharge*). Pompa memiliki fungsi mengubah energi mekanis menjadi energi kinetis, sehingga dapat mengalirkan fluida dan meminimalkan hambatan disetiap alirannya. Pompa air memiliki banyak jenis yaitu pompa sentrifugal, pompa motor listrik, pompa submersible, pompa rotary, dan pompa torak. Salah satu jenis dari pompa yaitu pompa air torak untuk media irigasi, digunakan untuk keperluan mengairi suatu lahan perkebunan dan pertanian yang membutuhkan pengairan pada pertanaman (Kementrian Pertanian, 2015).

Pompa air irigasi merupakan alat yang digunakan sebagai sarana penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang kebutuhan pertanian. Dalam perencanaan ini, mesin pompa irigasi yang digunakan berupa mesin Honda WB30XT model GX160, spesifikasi total *head* pompa adalah 28 m, 8 m maksimal *suction head* dan debit maksimal 1100 l/min. Hal pertama yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini adalah dengan melakukan modifikasi pada pompa air agar dapat dipergunakan untuk bahan bakar pertalite dan LPG. Kemudian, metode penelitian dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu proses proses eksperimen dan perhitungan. Setelah proses eksperimen dan perhitungan selesai dilakukan, hal yang dilakukan adalah melakukan analisis data antara hasil eksperimen dan perhitungan.

Teknik konversi energi yang dirancang secara sistematis dengan meletakkan sistem *input* bahan bakar tambahan pada *intake manifold* sebagai pengganti karburator, dengan tujuan agar LPG dan bahan bakar minyak dapat bergantian dipergunakan dan berada dalam satu tempat sehingga tidak perlu adanya bongkar pasang spare part untuk setiap penggunaan bahan bakar. Sistem masukan tambahan ini disebut konverter kit, Konverter kit yang dipakai merupakan rangkaian alat sederhana yang dapat digunakan oleh semua orang karena tersedia dipasaran.

2.3 Peralite

Bahan bakar minyak (BBM) varian baru berupa peralite yang diproduksi oleh Pertamina, memiliki kualitas bahan bakar lebih baik daripada premium sebab memiliki kadar Research Octan Number (RON) 90, di atas Premium, yang hanya RON 88. Menurut Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Sudirman Said, bahan bakar peralite merupakan produk yang lebih bersih, ramah lingkungan dan kualitas dari peralite yang lebih bagus, serta diproduksi untuk cocok dengan segala jenis kendaraan.

Peralite diluncurkan tanggal 24 juli 2015 sebagai varian baru bagi konsumen yang ingin BBM dengan kualitas lebih tinggi dari premium tetapi lebih murah dari pertamax, dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Harga peralite dijual dengan kisaran Rp 7650/liter per November 2019, sedikit lebih tinggi sebesar Rp 1.150/liter dengan premium. Namun, peralite memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan premium. Keunggulan dari peralite yaitu: Lebih ramah lingkungan daripada premium karena memiliki keunggulan RON di atas 88, dengan harga pasar lebih murah daripada pertamax, memiliki warna hijau dengan penampilan visual terang dan jernih, tidak terdapat kandungan timbal serta memiliki kandungan sulfur maksimal 0,05 persen atau setara dengan 500 ppm, membuat tarikan mesin kendaraan menjadi lebih ringan, Sehingga sesuai untuk penggunaan kendaraan roda dua, maupun kendaraan *multi purpose vehicle* dengan ukuran medium yang memiliki angka kompresi 9:1 – 10:1. (PT. Pertamina)

Komposisi peralite meliputi nafta yang memiliki RON 65-70, agar kadar RON-nya menjadi RON 90 maka dicampurkan dengan HOMC (*High Octane Mogas Component*) atau pertamax yang memiliki RON 92-95, selain itu juga ditambahkan zat aditif yaitu Ecosave. Zat aditif Ecosave ini berguna menjaga mesin agar menjadi bertambah halus, bersih dan irit. Keunggulan peralite yakni adanya zat aditif yang diberikan pada peralite sehingga membuat kualitasnya berada ada di atas premium dan bersaing dengan pertamax. Peralite memiliki warna hijau terang akibat pencampuran bahan bakar premium dengan pertamax. (Jannah, 2015).

Tabel 2.1 Karakteristik BBM jenis pertalite (Sumber: PT. Pertamina, 2015)

Pertalite				
No.	Karakteristik pertalite	Satuan	Batasan	
			Min.	Max.
1	Research Oktan Number (RON)	RON	90,0	-
2	Stabilitas Oksidasi	Menit	360	-
3	Kadar Sulfur	% m/m	-	0,05
5	Kadar Logam (mangan (Mn), Besi (Fe))	mg/l	Tidak terdeteksi	
6	Kadar Oksigen	% m/m	-	2,7
10	Distilasi:			
	10% vol. Penguapan	°C	-	74
	50% vol. Penguapan	°C	88	125
	90% vol. Penguapan	°C	-	180
	Titik didih akhir	°C	-	215
	Residu	% vol	-	2,0
11	Sedimen	mg/l	-	1
12	Unwashed gum	mg/100 ml	-	70
13	Washed gum	mg/100 ml	-	5
14	Tekanan Uap	kPa	45	60
15	Berat jenis (pada suhu 15°C)	kg/m ³	715	770
116	Korosi bilah Tembaga	Menit	Kelas 1	-
17	Sulfur Mercaptan	% massa	-	0,002
19	Warna	-	Hijau	-
20	Kandungan Pewarna	gr/100 l	-	0,13
21	AFR Stoikiometri	-	-	14,7

2.4 Gas LPG

LPG atau (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan bahan bakar gas dari produksi sampingan pada penyulingan minyak bumi kasar yang dicairkan dalam tekanan sedang pada suhu biasa. Pertamina memasarkan merk dagang LPG sejak tahun 1969, dalam bentuk curah dan tabung yang merupakan LPG *Pressurized*. Memiliki nilai kalor sebesar 21.000 BTU/lb. LPG Pertamina yang dipasarkan Pertamina dalam bentuk curah yang merupakan LPG mix dan kemasan tabung (3 kg, 6 kg, 12 kg, 50 kg), dengan komposisi +/-30% propane dan +/- 70% butane. Varian lain adalah LPG *odourless* (tidak berbau). Dalam LPG terdapat sejumlah kecil belerang dalam bentuk senyawa merkaptan yang memiliki bau tidak sedap sehingga dapat digunakan untuk mengetahui adanya kebocoran gas tersebut. (Hardjono, 2000)

Menurut Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi No. 26525.K/10/DJM.T/2009 tentang spesifikasi LPG bahwa komposisi produk LPG minimal mengandung campuran butane dan propane sebesar 97% dan maksimum 2% merupakan campuran pentane dan hidrokarbon. Dengan batasan komposisi propane dan butane dalam spesifikasi tersebut dibatasi dengan parameter maksimum tekanan uap yang ditentukan sebesar 145 psi. Komposisi campuran LPG Pertamina yang mengandung 50% butane dan 50% propane telah sesuai dengan standard, baik dari aspek tekanan uapnya, komposisi maupun kalori/daya bakar yang diperlukan untuk kebutuhan rumah tangga.

Produksi LPG oleh Pertamina memperhitungkan faktor keselamatan konsumen, sehingga komposisi tersebut paling optimal untuk kebutuhan rumah tangga maupun kebutuhan industri. Komposisi tersebut telah digunakan sejak awal program konversi dan tidak mengalami perubahan dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku yang tersedia, mengingat propane banyak dihasilkan oleh gas yang berasal dari lapangan minyak dan gas, sedangkan butane dihasilkan dari kilang pengolahan minyak.

Dari sisi keselamatan, komposisi tersebut merupakan komposisi yang optimum, karena komposisi dijaga pada level tekanan 120 psi atau 8 bar atau 8 kali tekanan udara luar. Tekanan ini sepertiga dari tekanan kerja yang dirancang

untuk valve/katup LPG (yang ada pada bagian atas tabung LPG 12 kg maupun 3 kg) sebesar 24 bar. Selain itu komposisi tersebut juga telah mempertimbangkan keamanan dan kemampuan LPG Pada tekanan biasa, titik didih dari propane 420 °C dan butane 10 °C, dengan memberi tekanan gas-gas tersebut cair pada suhu biasa. Propane memerlukan 12 atmosfer sedang butane 3 atmosfer. Supaya lebih mudah mencairkan pada tekanan yang tidak terlalu tinggi harus memakai lebih banyak butane, atau menggunakan gas yang lebih banyak karbonnya lagi. Tetapi yang pasti LPG murah harganya, mudah diperoleh dan sangat ramah lingkungan sehingga juga dapat mengurangi polusi udara.

LPG merupakan bahan bakar gas yang sangat ramah lingkungan, sehingga dapat dijadikan bahan bakar alternatif selain bahan bakar bensin. Performa mesin bensin yang dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar gas LPG mengalami penurunan. Penurunan ini terjadi dikarenakan karakteristik sifat bahan bakar bensin berbeda dengan LPG. Hal ini dapat diatasi dengan mengatur saat penyalaan sehingga lebih sesuai dengan karakteristik gas LPG. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa dengan pengaturan saat penyalaan 11° sebelum TMA, menghasilkan prestasi (torsi dan daya) yang dekat dengan prestasi motor bensin yaitu hanya selisih 3%. Prestasi terbaik pada mesin bahan bakar bensin ataupun LPG berkisar pada putaran 4.000 s.d 5.000 rpm. (B. Yuniyanto, 2009)

Tabel 2.2 Spesifikasi LPG (Sumber: PT. Pertamina)

No	Karakteristik	Lpg
1	Komposisi	C ₃ H ₈
2	Densitas	1,5 kg/m ³
3	Berat molekul	44,09 kg/kmol
4	Nilai kalori	46360 kj/kmol
5	AFR Stoikiometri	15,6
6	Temperature penyalaan min	460°C
7	Kecepatan nyala	0,82 m/s
8	Angka oktan	110

2.5 Konverter Kit

Mesin berbahan bakar minyak membutuhkan alat tambahan yang memiliki fungsi mengubah (konversi) energi dari minyak ke gas atau sebaliknya. Prinsip kerja konverter kit secara umum adalah menyalurkan LPG dari tabung lewat selang yang nantinya melalui regulator yang berfungsi untuk menurunkan tekanan LPG sebelum masuk ke dalam ruang bakar mesin. Alat konversi ini dibutuhkan sebab kendaraan yang dipasarkan sudah didesain berbahan bakar minyak. Konverter kit yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan merk SAKAI.

Kendaraan berbahan bakar gas membutuhkan alat tambahan yang digunakan untuk mengubah pemakaian bahan bakar secara bergantian. Alat ini dibuat karena kendaraan yang dipasarkan sudah didesain berbahan bakar minyak. Desain tangki juga dibuat berbeda karena berat jenis gas tersebut lebih ringan dari udara. Untuk mengatasi itu baik tangki maupun pipa-pipa yang menghubungkan ke konverter kit, harus benar-benar baik, tidak boleh ada yang bocor dan mampu menerima tekanan pada 300 Psi (pound per square inch), sebagai gambaran tekanan tabung LPG sekitar 100 psi. Pada dasarnya penggunaan alat konverter LPG dan BBG tidak jauh berbeda, sehingga upaya pengalihan ke BBG tidak akan banyak menimbulkan permasalahan (I. Indartono. *Gema Teknologi* 17.1:18-21.)

Konverter kit merupakan alat untuk mengkonversi mesin berbahan bakar minyak menjadi berbahan bakar gas, tanpa harus mengganti mesin. konverter kit dibagi menjadi 2 jenis, yaitu untuk pemakaian bahan bakar secara bergantian (*bifuel*) dan pemakaian bahan bakar secara bersamaan (*dual fuel*). konverter kit sistem konvensional terdiri dari sistem penyaluran bahan bakar, katup-katup solenoid, pengukur tekanan, pengatur tekanan dan penguap gas (*pressure regulator/vaporizer*), *mixer*, rangkaian elektronik dan tangki gas. Pada penelitian ini yang akan dirancang adalah komponen *pressure regulator* dari converter kit mesin bensin konvensional yang akan dikonversi menggunakan gas LPG. Pemilihan komponen ini dikarenakan karena *pressure regulator* yang dijumpai di pasaran banyak yang tidak dapat bekerja dengan stabil, mengalami kebocoran gas, sulit dioperasikan dan harganya relatif mahal. (Nazaruddin sinaga, 2017)

2.6 Performansi Pompa Air

Parameter unjuk kerja mesin pompa air dilakukan dengan melalui perhitungan sebagai berikut:

2.6.1 Torsi

Torsi merupakan ukuran kemampuan untuk melakukan gaya atau kerja, untuk menghitung torsi pada poros crankshaft pompa air maka digunakan dynamometer type brake dan dirumuskan sebagai berikut ini:

$$T = W \times d \quad \dots (1)$$

Sumber: (Sanjaya 2019)

Dimana: T = Torsi benda berputar (Nm)
W = Beban (N)
d = Jarak pembebanan ke pusat rotasi (m)

Perlu diketahui W (beban/berat) berbeda dengan m (massa), bila massa satuannya gram, maka beban disini satuannya N karena diturunkan dari rumus:

$$W = m \times g \quad \dots (2)$$

Sumber: (Sanjaya 2019)

Dimana: W = Beban/berat (N)
m = Massa (Kg)
g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Untuk menentukan pengujian torsi dilakukan dengan menggunakan dynamometer type brake.

2.6.2 Daya

Daya (*power*) didefinisikan sebagai laju kerja dan sama dengan perkalian antara gaya dengan kecepatan linear atau torsi dengan kecepatan angular. Sehingga dalam pengukuran daya melibatkan pengukuran gaya atau torsi dan kecepatan. Penghitungan daya (Bhp) = ditentukan sebagai berikut:

$$P = \frac{2\pi \times n \times T}{60000} \quad \dots (3)$$

Sumber: I Wayan Suteja Putra, dkk.(2017:31)

Dimana: P = Daya (Kw)

n = Putaran Mesin (rpm)

T = Torsi (Nm)

60000 = Dikonversikan dari 1 menit = 60 detik dikalikan dengan 1000 watt untuk mendapatkan hasil Kw.

Untuk menentukan daya dari pompa air dilakukan menggunakan penghitungan rumus.

2.6.3 Debit air

Debit air adalah ukuran banyaknya volume air yang mampu lewat pada suatu tempat atau yang mampu di tampung dalam suatu tempat setiap satu satuan waktu. Penghitungannya dapat dicari dengan rumus:

$$Q = V/t \quad \dots (5)$$

Sumber: Fathor Rohman (2009:2)

Dimana: Q = Debit air (m³/s)

V = Volume (m³)

t = waktu (s)

Untuk mendapatkan data dari debit pompa air maka dilakukan pengujian dan penghitungan dengan menggunakan drum air.

2.6.4 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar didefinisikan sebagai ukuran bahan bakar yang dikonsumsi mesin untuk menghasilkan tenaga mekanis pada tiap satuan waktu. Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$M_f = V / t \quad \dots (4)$$

Sumber: I M. Wawan Wijaya Kusuma, dkk. (2017:229)

Dimana: M_f = Konsumsi bahan bakar (g/menit)

V = Volume bahan bakar yang digunakan (g)

t = Waktu yang diperlukan untuk konsumsi bahan bakar (menit)

Untuk menentukan konsumsi bahan bakar (M_f) dilakukan pengukuran melalui buret ukur.

2.6.5 Emisi Gas Buang

Sisa atau unsur hasil dari proses pembakaran di dalam ruang bakar yang dilepas ke udara yang ditimbulkan kendaraan bermotor. Kinerja kendaraan yang baik adalah tingkat konsumsi bahan bakar yang rendah dengan menghasilkan kadar emisi yang rendah pula. Pemeriksaan dan perawatan gas buang ini semakin banyak dibutuhkan oleh perbengkelan dan masyarakat karena memiliki manfaat yaitu antara lain:

- a. Dari hasil pemeriksaan emisi gas buang didapatkan data yang dapat digunakan untuk menganalisa dan mengoptimalkan kinerja mesin dengan tepat dan waktu lebih baik.
- b. Kinerja mesin yang baik memberikan manfaat, yaitu biaya perawatan kendaraan serta konsumsi bahan bakar yang lebih rendah.

- c. Kinerja mesin yang baik, berarti pembakaran dalam mesin mendekati sempurna sehingga emisi gas buang rendah.

Hasil pengujian emisi gas buang pada motor bensin menggunakan alat *gas analyzer* bertujuan untuk mengetahui nilai emisi CO, CO₂, HC dan kandungan O₂ pada gas buang (Awal Syahrani, 2006). HC merupakan gas beracun yang dapat menyebabkan iritasi mata, batuk dan dapat menyebabkan kanker. Gas CO bersifat racun terhadap tubuh karena bila masuk ke dalam darah, CO dapat bereaksi dengan hemoglobin untuk membentuk karbonylhemoglobin (COHb). Bila reaksi tersebut terjadi, maka kemampuan darah mengangkut O₂ untuk kepentingan pembakaran dalam tubuh akan menjadi berkurang. Hal ini disebabkan karena kemampuan Hb untuk mengikat CO jauh lebih besar (sekitar 200 kali lebih) dibandingkan kemampuan Hb untuk mengikat O₂. Selain itu kandungan COHb dalam darah dapat menyebabkan terganggunya sistem urat syaraf dan fungsi tubuh pada konsentrasi rendah (2-10%) dan bisa menyebabkan kematian pada konsentrasi tinggi (>10%). (Sumarsono M., 2008)

Emisi gas buang yang diteliti meliputi:

- a. Karbon Monoksida (CO)

Kadar karbon monoksida pada sisa pembakaran diakibatkan karena proses pembakaran yang tidak sempurna. Oleh sebab itu, kadar karbon monoksida yang dihasilkan oleh setiap kendaraan tersebut sangat bergantung pada tingkat kesempurnaan proses pembakaran.

- b. Hidrokarbon (HC)

Bensin merupakan senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang dikeluarkan bersama gas buang kendaraan menunjukkan adanya bahan bakar yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa pembakaran. Walaupun (AFR) mendekati ideal, tetap saja sebagian bensin tidak ikut terbakar pada proses pembakaran dan menyebabkan emisi HC.

- c. Karbon Dioksida (CO₂)

Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Saat AFR berada di angka ideal, emisi

CO₂ berkisar antara 12% sampai 15%. Apabila AFR terlalu kurus atau terlalu kaya, maka emisi CO₂ akan turun drastis. Apabila CO₂ berada dibawah 12%, maka harus melihat emisi lainnya yang menunjukkan apakah AFR terlalu kaya atau terlalu kurus.

d. Oksigen (O₂)

Kadar konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus dapat mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon.

e. AFR dan Lambda

AFR merupakan perbandingan antara campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar mesin dan terbuang lewat asap knalpot. Secara teoritis menyatakan bahwa AFR ideal pertalite adalah sebesar 14,7 sedangkan untuk gas lpg sebesar 15,6. Lambda merupakan perbandingan antara AFR secara teori dengan AFR dalam kondisi nyata.

