

BAB II

TINJAUAN DASAR PUSTAKA LANDASAN TEORI

1.1. Tinjauan Pustaka

Observasi terhadap analisis pengaruh jenis bahan bakar terhadap unjuk kerja mesin serta mencari referensi yang memiliki relevansi terhadap judul penelitian. Berikut ini adalah beberapa referensi yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu sebagai berikut :

Jurnal yang ditulis oleh Ekadewi Anggraini Handoyo, Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra, yang berjudul “Pengaruh Penghalusan *Intake Manifold* Terhadap Performansi Motor Bakar Bensin” Dari penelitian yang dilakukan, didapat bahwa penghalusan permukaan dalam *intake manifold* membuat torsi maksimum naik 1.8%, daya maksimum naik 3%, *Brake Mean Effective Pressure (BMEP)* maksimum naik 2.53% dan efisiensi termal naik rata-rata 5.24% sedang konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) turun sebesar rata-rata 4.9%.

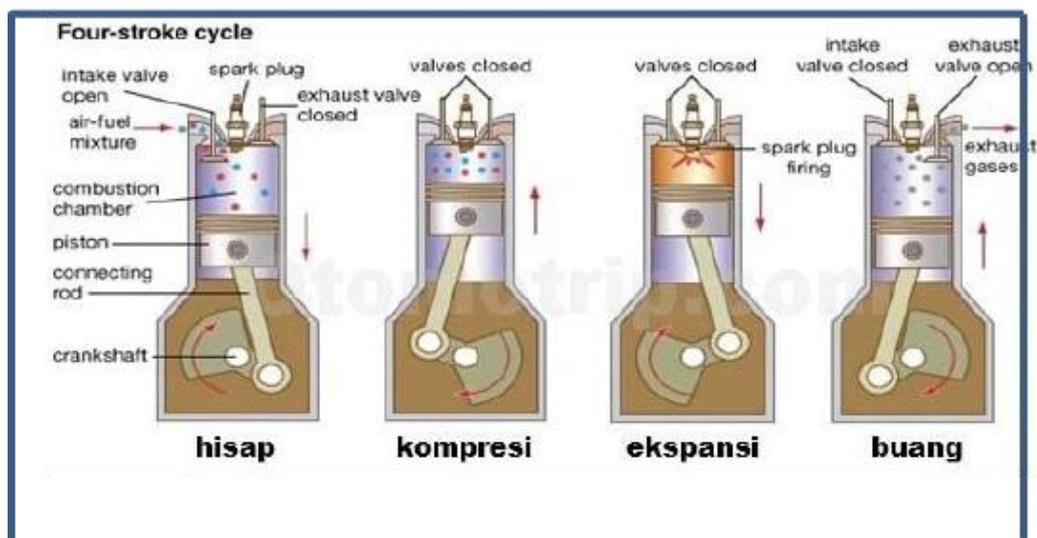
Jurnal yang ditulis oleh Rizki Fajarudin, Agus Wibowo, Ahmad Farid, Mahasiswa dan Dosen Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Tegal, yang berjudul “ Analisa Modifikasi *Intake Manifold* Terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor 4 tak 110cc” Pengujian dilakukan dengan pemasangan *intake manifold* standart yang sudah divariasikan terhadap Torsi, Daya, dan Konsumsi bahan bakar sepeda motor Jupiter Z. Hasil penelitian menunjukkan *Intake manifold* variasi 2 lebih unggul dengan nilai Daya 7,2 Hp, Torsi 7,92 N.m dibanding intake standart dan konsumsi bahan bakar lebih irit 36,83% sedangkan *Intake manifold* variasi 1

lebih rendah dibanding standart dengan nilai Daya 5,7 Hp, Torsi 6,8 N.m namun konsumsi bahan bakar lebih irit 40,66%, jadi *Intake manifold* terbaik adalah *Intake manifold* variasi 2.

2.2 Dasar Teori

Motor Bakar

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam dimana pembakaran akan mengalami empat langkah piston dalam satu kali siklus. Pada umumnya, mesin pembakaran dalam pada sepeda motor, mobil, pesawat terbang, kapal, alat berat dan sebagainya menggunakan siklus empat langkah. Keempat langkah tersebut adalah langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga dan langkah buang. Adapun Prinsip kerja motor bakar 4 langkah dapat dijelaskan pada gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Skema Motor Bakar 4 langkah

(Sumber: <http://otomotrip.com/langkah-kerja-piston-pada-mesin-4-tak.html>)

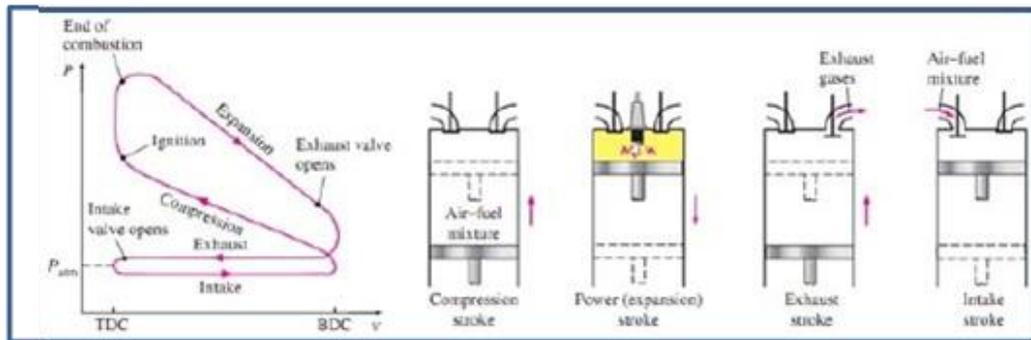
1. Langkah pertama adalah langkah hisap dimana piston akan bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), katup masuk (*intake*) akan terbuka

kemudian campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur di dalam karburator masuk ke dalam silinder melalui katup masuk dan saat piston berada di TMB katup masuk akan tertutup.

2. Langkah kedua adalah langkah kompresi dimana piston akan bergerak dari TMA ke TMB sehingga bahan bakar dan udara yang telah tercampur akan tertekan. Katup masuk dan katup buang tertutup sehingga gas yang telah diisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak. Beberapa saat sebelum piston mencapai TMA busi mengeluarkan bunga api. Gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar dan akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik.

3. Langkah ketiga adalah langkah usaha, pada saat langkah kompresi hingga langkah usaha terjadi, kedua katup masih dalam keadaan tertutup, gas terbakar dengan tekanan yang tinggi kemudian menekan torak turun ke bawah dari TMA ke TMB, pada langkah ini terjadilah pembakaran. Kemudian tenaga disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak berputar.

4. Langkah keempat adalah langkah buang dimana setelah terjadi usaha atau pembakaran maka piston akan bergerak dari TMA ke TMB dan saat itu katup masuk tertutup dan katup buang akan terbuka sehingga gas sisa pembakaran akan terdorong keluar melalui katup buang. Keadaan di dalam silinder motor selama berlangsungnya proses pembakaran tersebut dapat dilihat pada gambar grafik tekanan (P) dan volume (V) berikut ini :



Gambar 2.2 Grafik tekanan (P) dan volume (V) mesin 4 tak (Cengel & Boles, 2006)

Sistem Pembakaran Pada Motor Bensin 4 tak

Menurut Mukaswan dan Boentarto, Pembakaran bisa terjadi pada ruang bakar motor dengan syarat adanya bahan bakar, oksigen dan temperatur yang tinggi. Bahan bakar dan udara tersebut haruslah memiliki campuran yang baik, karena apabila campuran bahan bakar dan udara tidak baik (tidak normal) maka pembakaran akan sulit terjadi. Pada mesin 4 tak, pemasukan bahan bakar dan pembuangan gas sisa pembakaran dilakukan melalui katup masuk dan katup buang. Terbuka dan tertutupnya kedua katup tersebut diatur oleh perputaran poros hubungan (poros kam). Untuk membedakan antara katup masuk dan katup buang dapat dilihat dari diameter katup masuk yang umumnya lebih besar daripada katup buang. Hal ini bertujuan untuk memperbanyak jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bahan bakar. Katup masuk mendapat pendinginan oleh bahan bakar baru yang masuk melalui katup masuk ke ruang pembakaran, sedangkan katup buang hanya dilalui oleh gas-gas hasil pembakaran yang bersuhu tinggi. (Rickieno, 2008) Menurut Rickieno, bensin tidak akan terbakar tanpa adanya oksigen yang terdapat di udara. Dengan demikian, peranan udara disini adalah untuk membantu terjadinya pembakaran bensin. Oleh karena itu,

bentuk cairan bensin dari tangki diubah menjadi partikel-partikel kecil yang disebut dengan “kabut” di dalam ruang bakar. Proses pembakaran dikatakan ideal bila campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar seluruhnya pada waktu dan keadaan yang dikehendaki yang disebut dengan perbandingan bahan bakar udara stoikiometrik (Kharisma, 2012). Berikut adalah reaksi kimia pembakaran yang sempurna :



Apabila bahan bakar lebih kecil dari stoikiometrik disebut dengan campuran yang miskin dan apabila bahan bakar lebih banyak dari stoikiometrik disebut dengan campuran yang kaya. Untuk menyediakan campuran bahan bakar dan udara maka pada sistem pembakaran bahan bakar dilengkapi dengan karburator.

Kepala silinder/ *Cylinder Head*

Kepala silinder komponen sepeda motor yang terletak diatas silinder. seperti halnya pada silinder yang mengalami tekanan dan temperatur tinggi, demikian pada silinder head terutama pada ruang bakarnya. Umumnya kepala silinder dibuat dari bahan alumunium paduan dengan sirip-sirip pendinginan, serta pada sekeliling ruang bakarnya di lengkapi dengan *SQUISH AREA* yang berfungsi untuk menimbulkan turbulensi campuran bahan bakar di dalam ruang bakar, sehingga gas akan terarah pada pusat pembakaran sehingga akan terjadi proses pembakaran yang sempurna.

1. Klep (Katup)

Secara umum fungsi katup pada motor 4 langkah adalah untuk mengatur masuknya campuran bahan bakar dan udara atau udara saja dan mengatur keluarnya gas sisa pembakaran. Pada motor 4 langkah terdiri dari 2 macam katup yaitu:

A. Katup hisap

Katup hisap berfungsi untuk mengatur masuknya campuran bahan bakar dan udara (motor bensin) dan udara (motor diesel) pada saat langkah hisap.

B. Katup Buang

Katup buang berfungsi untuk mengatur keluarnya gas sisa pembakaran pada saat langkah buang.

2. Jenis-jenis Susunan Katup

A. Susunan Katup L

Motor *Otto* dengan susunan katup L, ruang bakar berbentuk huruf L terbalik. Kedua katup diletakkan berdampingan pada salah satu sisi silinder. Jenis ini sering dipakai pada motor silinder sebaris. Semua katup terletak dalam satu baris, sehingga dapat digerakan dengan menggunakan satu poros kam. Susunan katup jenis ini baik digunakan untuk motor dengan kompresi rendah. Susunan katup ini sekarang sudah tidak digunakan lagi.

B. Susunan Katup F

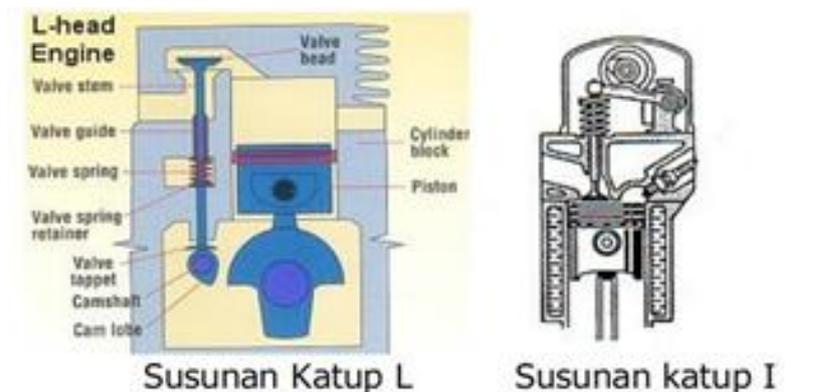
Susunan katup jenis ini adalah gabungan antara susunan katup I dan L. katup isap berada pada kepala silinder dan katup buang pada blok silinder dan menggunakan satu poros kam.

C. Susunan Katup T

Jenis ini menempatkan katup pada kedua sisi silinder di blok silinder. Jarak kedua katup berjauhan maka diperlukan dua buah poros kam, untuk menggerakkan katup masuk dan katup buang.

D. Susunan Katup I

Motor dengan susunan katup I kedua katup baik masuk dan buang berada pada kepala silinder. Jenis ini banyak digunakan karena perbandingan kompresinya tinggi sehingga efisiensi panasnya lebih besar, meskipun mempunyai kerugian bentuknya yang kompak. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.3. contoh susunan katup.



Gambar 2.3 Susunan Katup (Sumber : najib,2013)

3. Komponen-Komponen Klep

A. Payung Klep

Ukuran payung klep isap dibuat lebih lebar dari klep buang dengan tujuan agar pengisian gas baru lebih optimal. Klep isap biasanya terbuat dari campuran baja chrom dan silikon dan pada bagian dudukan dan ujung batang klep diperkeras agar klep lebih awet. Untuk klep buang terbuat dari dua logam baja yang berbeda, untuk batang klep dari baja yang mempunyai sifat luncur yang baik

dan untuk payung klep dari baja tahan panas karena temperatur pada klep buang dapat mencapai 800 derajat celcius. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.4. payung klep.



Gambar 2.4 Payung Klep (Sumber : Thoyib,2012)

B. Per Klep (Pegas Klep)

Per klep atau pegas klep berfungsi untuk menutup (mengembalikan klep ke posisi semula) dan menahan klep pada saat posisi membuka. Sebisa mungkin kekerasan pegas klep sesuai anjuran pabrik, karena apabila pegas klep terlalu lemah akan mengakibatkan klep bergetar dan pada saat putaran tinggi klep tidak akan menutup sempurna sehingga terjadi kebocoran gas yang akan mengakibatkan tenaga motor menjadi turun. Begitu juga sebaliknya apabila pegas klep terlalu kuat akan mengakibatkan keausan pada penggerak klep seperti noken-as dan tuas klep. Apabila dibiarkan terus menerus tuas klep (*rocker arm*) bisa patah. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.5. pegas klep.



Gambar 2.5 Pegas Klep
(Sumber : Thoyib,2012)

C. *Seal Klep*

Seal klep berfungsi untuk mencegah pelumas (oli) mengalir ke saluran masuk atau buang ruang bakar. Apabila sil klep rusak atau robek dapat mengakibatkan knalpot menjadi ngebul atau berasap, karena pelumas ikut terbakar di ruang bakar atau jika *seal klep* buang yang robek pelumas akan terbakar karena panas di knalpot. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.6. *seal klep*.



Gambar 2.6 *Seal Klep*
(Sumber : Thoyib,2012)

D. Pengantar/pemegang klep (*Split Valve Guide*)

Pengantar klep berfungsi sebagai selongsong atau memegang klep agar posisinya tidak goyang dan mentranfer panas pada klep ke kepala silinder. Bahannya terbuat dari besi tuang khusus dan di campur dengan tembaga. Keausan selongsong klep dapat menyebabkan posisi daun klep tidak rapat dan pemakaian oli menjadi boros karena menyelinap lewat selongsong klep. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.9. *split valve guide*.



Gambar 2.7 *Split Valve Guide*

(Sumber : Thoyib,2012)

Porting

Porting adalah membentuk kembali lubang *intake* dan *exhaust cylinder head* agar volume udara dan bahan bakar yang masuk jadi bertambah besar dan lebih bebas hambatan. Sedangkan *polishing* adalah menghaluskan bagian-bagian yang sudah *diporting* dan bagian lain dari mesin agar hisapan udara dan BBM yang masuk jadi semakin lancar.

A. Intake Porting

Intake porting yaitu langkah untuk membentuk ulang lubang Inlet agar bahan bakar yang masuk ke ruang bakar dapat bertambah banyak dan bebas hambatan. Otomatis apabila proses pembakaran di dalam ruang bakar banyak memiliki gas bakar maka tenaga yang akan dihasilkan motor juga akan besar. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.8. *intake porting*.



Gambar 2 8 *Intake porting.*

Sumber: (www.cyber.blogspot.com.htm)

B. *Exhaust Porting*

Exhaust porting yaitu langkah untuk membentuk ulang lubang pengeluaran / exhaust pada motor agar hasil sisa gas bakar yang di hasilkan di ruang bakar dapat keluar dengan lancar dan tidak menimbulkan turbulensi di ruang pembakaran yang mengakibatkan tenaga motor menjadi berkurang. biasanya *Porting exhaust* berbentuk D-shaped agar gerak tidak mudah mengendap di lubang *exhaust*. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.9. *Exhaust porting.* Gambar 2.9. *.Exhaust porting.*



Gambar 2.9 *exhaust porting*

Sumber: (www.cyber.blogspot.com.htm)

Rumus untuk menentukan rancangan *porting* sebagai berikut :

$$\text{Diameter piston} = 63,5 \times 55\% = 34,5 \text{ mm} = 35 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter klep IN} = 35 \text{ mm}$$

Mencari diameter klep Ex = (dari hasil kali klep IN x 85%)

$$\text{Ex} = 35 \times 85\% = 29,75 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$$

Menghitung *porting* klep In = Klep In x 80%

$$= 35 \text{ mm} \times 80 \%$$

$$= 28 \text{ mm}$$

Sedangkan bagian bawah saluran masuk rumusnya:

Diameter klep In x 90 %

$$= 35 \times 90\%$$

$$= 31,5 \text{ mm}$$

Penentuan *porting* saluran keluar bahan bakar rumusnya:

Diameter klep EX x 100%

$$= 30 \text{ mm} \times 100\%$$

= 30 mm, Ukuran ini harus rata sampai bibir luar saluran keluar bahan bakar

(Sumber: indra, 2012).

Misal akan dianalisa mesin Jupiter z , dengan puncak tenaga 8,8 HP di puncak 8,000 RPM. Kita ketahui Stroke standard Jupiter z adalah 54 milimeter, diameter piston 51 milimeter, diameter *inlet porting* adalah 22 milimeter. Maka dapat dideterminasi untuk gas *speednya*:

$$\text{gas speed} = \frac{\text{stroke} \times \text{rpm peak}}{30000} \times \left(\frac{\text{piston diameter}}{\text{port diameter}} \right)^2$$

$$V = \frac{54mm \times 8000rpm}{30000} \times \frac{51mm}{22mm} = 77.328 m/s$$

Maka gas *speed* 77.328 meter/detik , maka jika ingin modifikasi piston dengan diameter 55 milimeter, namun puncak tenaga berada di 9,000 RPM , maka didapat porting :

$$80 = \frac{54 \times 9000}{30000 \times \left(\frac{54}{P}\right)^2}$$

$$\frac{80}{16,2} = \left(\frac{54}{P}\right)^2$$

$$4.93 = \left(\frac{54}{P}\right)^2$$

$$\frac{54}{P} = 2.22$$

$$P = \frac{54}{2.22} = 24 mm$$

24 milimeter adalah lebar *porting* di samping kiri-kanan *bushing* klep, untuk seksi pertama perubahan modifikasi cukup mencocokkan dengan *intake manifold*. Untuk porting exhaust 100 % dari diameter klep *exhaust* pada sisi kiri-kanan *bushing* klep, untuk keluaran biasanya batasan maksimum 0.5 milimeter dari gasket knalpot, dan lubang *exhaust* sebisa mungkin tidak menabrak pipa knalpot. Mengapa dibuat relative besar, karena porting *exhaust* juga berpengaruh terhadap tarikan motor,

C. Polish

Polishing adalah menghaluskan dan membersihkan bagian-bagian yang sudah di*porting* agar hisapan udara dan BBM yang masuk jadi semakin lancar dan

lebih banyak sehingga mendapatkan *performa* mesin lebih optimal. Untuk langkah-langkahnya yaitu:

- * Membersihkan ruang bakar (permukaan piston dan kubah ruang bakar)
- * Ganti gasket *cylinder head*
- * Ganti gasket *intake manifold*
- * Ganti gasket *exhaust manifold*
- * Ganti *seal* klep

Gasket

Gasket merupakan salah satu consumable material yang sangat penting dalam sebuah pabrik kimia. Karbon itu sendiri berfungsi mencegah kebocoran dan menambah daya lekat pada gasket. *Gasket* dapat didefinisikan sebagai bahan atau material yang dipasang diantara dua permukaan benda, di mana di dalamnya terdapat *fluida* bertekanan, untuk mencegah terjadinya kebocoran. Jenis-jenis material gasket yang digunakan dalam industri kimia berbeda-beda, disesuaikan dengan kondisi operasi (tekanan, temperatur) dan karakteristik bahan kimia yang kontak dengan *gasket*. Material yang umum digunakan sebagai bahan pembuat gasket adalah:

1. Rubber Gaskets

Banyak sekali jenis gasket yang menggunakan bahan *rubber sheet* atau lembaran karet, seperti *neoprene*, *nitrile*, *fluorocarbon*, *red rubber*, *aflas* dan *silicone*.

2. *Viton Gaskets*

Viton gasket banyak digunakan untuk sistem di mana terdapat bahan kimia yang bersifat asam atau basa, hidrokarbon dan minyak, baik nabati maupun hewani.

3. *PTFE Material*

Gasket PTFE atau *Teflon gasket* merupakan *gasket* yang paling banyak dikenal, karena bersifat multi fungsi. Teflon memiliki ketahanan yang baik terhadap berbagai bahan kimia, termasuk hidrogen peroksida.

4. *Graphite Gaskets*

Graphite fleksibel tahan terhadap panas. Selain itu, *gasket* jenis ini juga tahan pada kondisi sangat asam dan basa.

5. *EPDM Material*

Gasket dengan material *EPDM* tahan terhadap *ozon*, *sinar UV*, minyak alami dan berbagai jenis bahan kimia. *Gasket* harus terbuat dari bahan yang tahan panas serta tekanan, Biasanya *gasket* kepala silinder terbuat dari campuran karbon dan lempengan baja (*carbon cold sheet steel*).

Bahan Bakar

A. *Pertalite*

Pertalite adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan RON 90. *Pertalite* komposisi bahannya adalah *nafta* yang memiliki RON 65-70, agar RON-nya menjadi RON 90 maka dicampurkan HOMC (*High Octane Mogas Component*), percampuran HOMC yang memiliki RON 92-95, selain itu juga

ditambahkan zat aditif EcoSAVE. Zat aditif EcoSAVE ini bukan untuk meningkatkan RON tetapi agar mesin menjadi bertambah halus, bersih dan irit.

Spesifikasi *Pertalite* sebagai berikut :

Tabel 2.1 spesifikasi *pertalite*

| <i>Pertalite</i> | | | | | |
|------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|------|-----|
| No | Karakteristik | Satuan | Batasan | | |
| | | | Min | Max | |
| 1 | Angka Oktan Riset (RON) | RON | 90,0 | - | |
| 2 | Stabilitas Oksidasi | Menit | 360 | - | |
| 3 | Kandungan Sulfur | % m/m | - | 0,05 | |
| 4 | Kandungan Timbal (Pb) | gr/l | Dilaporkan (injeksi) | | |
| 5 | Kandungan Logam | mg/l | Tidak terdeteksi | | |
| | (mangan (Mn), Besi (Fe)) | | | | |
| 6 | Kandungan Oksigen | % m/m | - | 2,7 | |
| 7 | Kandungan Olefin | % v/v | Dilaporkan | | |
| 8 | Kandungan Aromatic | % v/v | | | |
| 9 | Kandungan Benzena | % v/v | | | |
| 10 | Distilasi : | °C | - | 74 | |
| | | 10% vol. penguapan | °C | 88 | 125 |
| | | 50% vol. penguapan | °C | - | 180 |
| | | | °C | - | 215 |
| | | 90% vol. penguapan | % vol | - | 2,0 |
| 11 | Sedimen | mg/l | | 1 | |
| 12 | Unwashed gum | mg/100 | | 70 | |
| 13 | Washed gum | mg/100 | - | 5 | |
| 14 | Tekanan Uap | kPa | 45 | 60 | |
| 15 | Berat jenis (pada suhu 15 °C) | kg/m ³ | 715 | 770 | |

| | | | | |
|----|----------------------|----------|--------------------|-------|
| 16 | Korosi bilah Tembaga | Menit | Kelas 1 | |
| 17 | Sulfur Mercaptan | % massa | - | 0,002 |
| 18 | Penampilan Visual | | Jernih & Terang | |
| 19 | Warna | | Hijau | |
| 20 | Kandungan Pewarna | gr/100 l | - | 0,13 |
| 21 | Bau | | Dapat | |

(Sumber : PT. Pertamina, 2015)

Inilah beberapa keunggulan *Pertalite* versi Pertamina adalah:

1. Lebih bersih daripada Premium karena memiliki RON di atas 88.
2. Dijual dengan harga lebih murah dari Pertamax.
3. Memiliki warna hijau dengan penampilan visual jernih dan terang.
4. Tidak ada kandungan timbal serta memiliki kandungan sulfur maksimal 0,05 persen m/m atau setara dengan 500 ppm.
5. *Pertalite* 100 persen merupakan hasil *import* (PT. Pertamina, 2015)

Daya

Daya motor merupakan kemampuan sebuah motor bakar untuk menghasilkan tenaga dari proses konversi energi panas menjadi energi putar. Daya motor ini memberikan pengaruh terhadap unjuk kerja percepatan motor. Indikasinya adalah semakin besar daya motor yang dihasilkan semakin besar pula percepatan motor yang dihasilkan untuk mereduksi gigi (sistem transmisi) yang sama. Wiranto Arismunandar (2002:32) mengemukakan bahwa "pada motor bahan bakar torak, daya yang berguna adalah daya poros, karena poros itu menggerakkan beban. Daya poros itu sendiri dibangkitkan oleh daya indikator yang merupakan daya gas pembakaran yang menggerakkan torak".

Torsi (torque)

Torsi adalah kekuatan untuk memutar suatu poros, torsi juga dikenal sebagai momen putar. Pada mesin kendaraan, *engine torque* adalah kekuatan untuk memutar poros engkol (*crankshaft*) yang diteruskan oleh *primer gear*, *ratio gear* dan *final gear* untuk memutar roda kendaraan (Wiranto Arismunandar).