

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pengapian pada sebuah motor ada beberapa komponen yang sangat penting adapun penggantian komponen pengapian pada motor akan merubah performa pada motor tersebut untuk penelitian yang pernah dilakukan oleh beberapa orang pada pengapian motor didapat hasil.

Manggala (2016) melakukan penelitian dengan variasi CDI dan Koil racing dengan didapat hasil terbaik pada CDI BRT dan koil standar karena bunga api konstan dengan suhu sebesar 7000 – 8000 K. Torsi terbesar didapat pada variasi CDI BRT dengan Koil KTC pada putaran 6154 RPM dengan torsi sebesar 13,29 N.m. Daya tertinggi sebesar 13,3 HP pada putaran 7881 RPM dengan variasi CDI BRT dan Koil Standar. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar yang rendah pada variasi CDI Standar dengan Koil Standar sebesar 56,8 km/ liter.

Marlindo (2012) melakukan penelitian dengan *Dynometer* dengan hasil pengujian bahwa untuk motor standar yang menggunakan CDI racing dan koil racing menghasilkan torsi dan daya maksimal lebih rendah dibanding dengan CDI dan koil standar yaitu sebesar 9,22 HP dan 9,77 N.m. Namun untuk efisiensi rata-rata dihasilkan oleh koil racing sebesar 64%. Karena dalam penelitian tersebut spesifikasi mesin tidak ada perubahan pada komponen mesinnya.

Mashudi (2014) melakukan penelitian dengan pengaruh modifikasi CDI DC terhadap tegangan koil pada kendaraan bermotor dengan metode pada putaran kelipatan 500,1500 sampai 9000 Rpm pada sepeda motor Honda Mega Pro perakitan 2007. Data yang dihasilkan output koil standar atau tegangan sekunder koil pada CDI standar yaitu sebesar 10820 volt pada 9000 rpm, sedangkan pada CDI modifikasi tegangan yang dihasilkan output koil paling besar ialah 10873 volt pada putaran 8000 rpm.

Murdianto (2012) meneliti pengaruh penggunaan stabilizer tegangan elektronik dan variasi busi terhadap bahan bakar pada motor Yamaha Mio Soul, hasil yang didapat dengan menggunakan busi standar sebesar 9,2 ml/menit, dengan busi platinum 9,2 ml/menit, dengan busi iridium 8,73 ml/menit. Tanpa penggunaan stabiliser tegangan elektronik dengan menggunakan busi standar sebesar 9,66 ml/menit, busi platinum 9,33 ml/menit, busi iridium 8,93 ml/menit. Dengan hasil diatas dapat disimpulkan dengan penggunaan stabilizer tegangan elektronik dan penggunaan busi iridium ialah hasil yang terbaik dengan angka 8,73 ml/menit.

Pasaribu (2017) melakukan penelitian pengaruh celah busi dan jenis busi terhadap emisi gas buang pada kendaraan roda dua 110 CC dengan kesimpulan bahwa terhadap celah busi 0,4 mm, dengan variasi busi standar, platinum, dan iridium terhadap emisi gas buang CO dan HC, dimana nilai CO terendah 0,27 % dan HC 98 ppm, pada celah busi 0,5 mm nilai terendah dari CO 0,15 % dan HC 46 ppm, celah busi 0,6 mm nilai terendah CO adalah 0,19 % dan HC 24 ppm.

Dari hasil penelitian dengan variasi CDI dan busi *racing* dapat meningkatkan torsi dari sebuah motor yang akan di gunakan tetapi ada beberapa percobaan pada sebuah motor standar penurunan torsi dan daya pada penggantian CDI *racing* dan Koil *racing*. Hasil tersebut memungkinkan untuk meneliti bagaimana penggantian pada CDI *racing* dan busi standar menjadi *racing* tetapi untuk koil tetap menggunakan standar dengan motor yang digunakan kondisi standar.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengertian Motor Bakar**

Motor bakar adalah mesin konversi energi yang mengubah energi kimia bahan bakar dan udara menjadi energi mekanik berupa langkah kerja torak. Sebelum menjadi energi mekanik, energi kimia bahan bakar diubah terlebih dahulu menjadi energi termal melalui pembakaran. Pembakaran dilakukan di dalam mesin kalor itu sendiri dan ada pula mesin pembakaran yang dilakukan di luar mesin kalor, dengan demikian mesin kalor terdiri atas mesin pembakaran

dalam (*Internal Combustion Engine*) dan mesin pembakaran luar (*External Combustion Engine*)

Motor pembakaran dalam atau *Internal Combustion Engine* (ICE) yaitu mesin yang proses pembakaran campuran bahan bakar terjadi di dalam mesin tersebut sehingga kalor yang dihasilkan dari pembakaran campuran bahan bakar dapat diubah menjadi energy mekanik. Salah satu contohnya untuk motor pembakaran dalam ialah motor bakar torak.

Motor pembakaran luar atau *External Combustion Engine* (ECE) yaitu suatu mesin yang mempunyai sistem pembakaran yang terjadi di luar mesin tersebut sehingga untuk proses pembakaran menggunakan mesin berbeda. Kalor dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi energi mekanis. Untuk contoh mesin ini adalah turbin uap.

Jika ditinjau dari penggunaan bahan bakarnya motor bakar dibedakan menjadi dua yaitu motor bensin (*otto*) dan motor diesel. Bahan bakar yang digunakan pada motor bensin untuk proses pembakaran adalah Premium, Pertalite dan Pertamax. Sedangkan untuk motor diesel bahan bakar yang digunakan untuk proses pembakaran diantaranya adalah Solar dan Pertamina Dex. Perbedaan dari kedua jenis motor tersebut terdapat pada sistem pembakaran dimana pada motor bensin menggunakan busi sebagai sistem penyalanya didalam ruang bakar dimana loncatan bunga api dari busi berfungsi untuk membakar campuran bahan bakar. Sedangkan untuk motor diesel menggunakan suhu kompresi yang tinggi didalam ruang bakar.

### **2.2.2 Siklus *Otto***

Siklus ideal udara volume baku (siklus otto) dapat digambarkan dengan grafik P dan V seperti terlihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut :



$q_m$  = Jumlah kalor yang dimasukan (kcal/kg)

$q_k$  = Jumlah kalor yang dikeluarkan (kcal/kg)

$v_L$  = Volume langkah torak ( $m^3$  atau  $cm^3$ )

$v_s$  = Volume sisa ( $m^3$  atau  $cm^3$ )

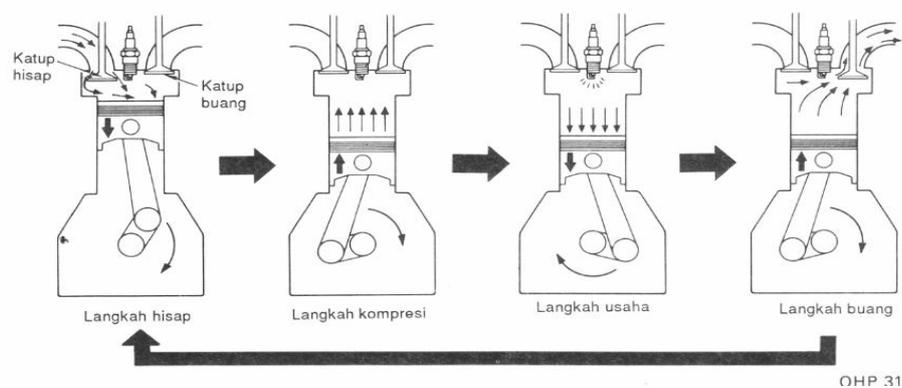
TMA = Titik mati atas

TMB = Titik mati bawah

### 2.2.3. Prinsip Kerja Motor Bakar

#### 2.2.3.1. Motor Bensin 4 Langkah

Sistem pembakaran pada ruang bakar dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



**Gambar 2.2** Prinsip kerja motor 4 langkah (New Step 1 Training

Manual – Toyota, 2011)

#### 1. Langkah Hisap

Pada langkah hisap katup masuk terbuka dan piston bergerak ke bawah menuju Titik Mati Bawah (TMB). Gerakan tersebut mengakibatkan kevakuman di dalam silinder. Sehingga udara dan bahan bakar yang sudah tercampur terisap dan masuk melalui katup masuk kedalam silinder. Ketika piston mencapai titik mati bawah, silinder sudah berisi sejumlah campuran bahan bakar dan udara.

#### 2. Langkah Kompresi

Setelah piston berada di TMB, katup masuk menutup piston kembali ke Titik Mati Atas (TMA). Pada proses ini katup hisap dan buang tertutup dan campuran bahan bakar – udara yang berada dalam silinder di kompresikan. Akibat proses kompresi tersebut, terjadi kenaikan suhu di dalam silinder.

### 3. Langkah Usaha atau Ekspansi

Beberapa derajat sebelum TMA, busi memercikan bunga api kemudian membakar campuran bahan bakar dan udara yang berada di dalam silinder. Sehingga campuran bahan bakar dan udara terbakar mendorong piston kembali menuju Titik Mati Bawah dan terjadi langkah usaha.

### 4. Langkah Buang

Beberapa derajat sebelum piston mencapai Titik Mati Bawah, katup buang mulai membuka. Piston mulai bergerak ke atas dan mendorong sisa hasil pembakaran melalui katup buang. Ketika piston hampir mencapai TMA, katup hisap mulai membuka dan bersiap untuk memulai siklus hisap.

## 2.3 Sistem Pengapian

Sistem pengapian pada dasarnya beroperasi untuk meningkatkan tegangan nominal baterai (12 Volt) menjadi 20-40 KV atau lebih dengan menggunakan koil pengapian (*ignition coil*) dan selanjutnya mendistribusikan tegangan tinggi tersebut ke masing-masing busi (sesuai urutan penyalaannya) melalui distributor dan kabel tegangan tinggi (Kristanto, 2015).

### 2.3.1. Sistem Pengapian Konvensional

Sistem pengapian konvensional dibedakan menjadi dua macam yaitu sistem pengapian baterai dan sistem pengapian magnet.

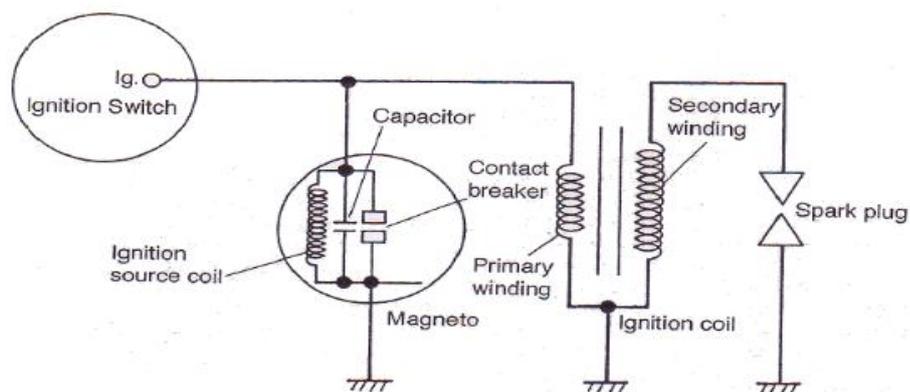
#### 2.3.1.1 Sistem Pengapian Magnet

Sistem pengapian magnet adalah loncatan bunga api pada busi menggunakan arus dari kumparan magnet (AC).

Ciri-ciri umum pengapian magnet :

1. Untuk menghidupkan mesin menggunakan arus listrik dari generator AC.

2. Platina terletak di dalam rotor.
3. Menggunakan koil AC.
4. Menggunakan kiprok plat tunggal.
5. Sinar lampu kepala tergantung putaran mesin. Semakin cepat putaran mesin semakin terang sinar lampu kepala.



**Gambar 2.3** Rangkaian Sistem Pengapian Magnet (Jama dkk, 2008)

Sistem pengapian magnet merupakan sistem pengapian yang paling sederhana dalam menghasilkan bunga api yang digunakan pada sepeda motor sebelum pengapian elektronik. Sistem pengapian ini tidak tergantung pada baterai melainkan langsung pada *source coil*.

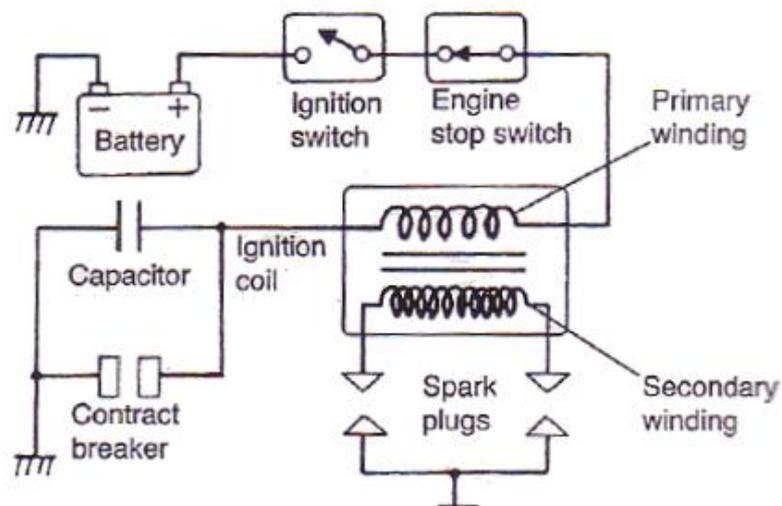
Arus yang dihasilkan dari alternator adalah arus AC atau arus bolak-balik, karena pada kutub magnet berubah terus secara menerus. Cara kerja dari pengapian magnet dengan cara mentransfer energi source coil yang terhubung dengan kumparan primer koil. Salah satu komponen koil tersebut dipasang platina yang berfungsi sebagai saklar dan dipasang paralel.

Pada saat platina dalam posisi menutup maka arus yang dihasilkan oleh magnet akan terus menuju ke massa melalui platina, koil pengapian tidak terdapat arus yang mengalir. Saat platina mulai membuka oleh cam arus yang menuju massa akan terputus sehingga terjadi tegangan induksi 200V - 300V, karena perbandingan kumparan sekunder lebih besar dari pada kumparan primer

maka pada kumparan sekunder terjadi induksi yang besar antara 10 KV - 20 KV sehingga busi dapat memercikan bunga api.

### 2.3.1.2 Sistem Pengapian Baterai

Sistem pengapian dengan baterai seperti terlihat pada Gambar 2.4 di bawah ini :



**Gambar 2.4** Rangkaian Sistem Pengapian Baterai (Jama dkk, 2008)

Sistem pengapian baterai adalah loncatnya bunga api pada elektroda busi menggunakan arus listrik dari baterai. Sistem pengapian baterai mempunyai beberapa ciri-ciri :

1. Platina terletak di luar rotor / magnet.
2. Menggunakan koil DC.
3. Menggunakan kiprok plat ganda.
4. Sinar lampu kepala tidak dipengaruhi oleh putaran mesin.

Kutub negatif baterai dihubungkan ke massa sedangkan untuk kutub positif baterai dihubungkan menuju kunci kontak dari kunci kontak kemudian menuju koil, antara baterai dan kunci kontak diberi sekering. Arus listrik

mengalir dari kutub positif baterai ke kumparan *primer* koil, dari kumparan *primer* koil kemudian ke kondensor dan platina. Jika platina dalam keadaan tertutup maka arus listrik langsung ke massa. Jika platina dalam keadaan membuka arus listrik akan berhenti dan di dalam kumparan *sekunder* akan diinduksikan arus listrik tegangan tinggi yang diteruskan ke busi sehingga pada busi timbul percikan bunga api.

### 2.3.2. Sistem Pengapian Elektronik

Sistem pengapian elektronik adalah sistem pengapian yang relatif baru digunakan pada motor sekarang. Sistem pengapian elektronik menggunakan saklar elektroknik untuk memutuskan kontak secara otomatis. System ini menyediakan percikan yang akurat, mendorong pembakaran dan pengendalian emisi yang maksimal. Bila platina dihilangkan, maka sebagai penggantinya adalah berupa gelombang listrik atau pulsa yang relatif kecil, di mana pulsa ini berfungsi sebagai pemicu (*trigger*).

Rangkaian elektronik dari sistem pengapian ini terdiri dari *transistor*, *diode*, *capacitor*, *SCR* ( *Silicon Control Rectifier* ) dibantu beberapa komponen lainnya. Pemakaian sistem elektronik pada kendaraan model sepeda motor sama sekali tidak lagi memerlukan adanya penyetelan berkala seperti pada sistem pemakaian biasa. Api pada busi dapat menghasilkan daya cukup besar dan stabil, baik putaran mesin rendah atau putaran mesin tinggi.

Pulsa pemicu rangkaian elektronik berasal dari putaran magnet yang tugasnya sebagai pengganti hubungan pada sistem pengapian biasa, magnet akan melewati sebuah kumparan kawat yang kecil, yang efeknya dapat memutuskan dan menyambungkan arus pada kumparan *primer* di dalam koil pengapian. Jadi dalam sistem pengapian elektronik, koil pengapian masih tetap harus digunakan.

Kelebihan sistem pengapian elektronik :

1. Menghemat pemakaian bahan bakar.
2. Mesin lebih mudah dihidupkan.

3. Komponen pengapian lebih awet.
4. Polusi gas buang yang ditimbulkan kecil.

Sistem pengapian yang umum digunakan pada kendaraan bermotor ialah system pengapian pengosongan kapasitor (Capacitor Discharger Ignition, CDI) dan system pengapian pada koil transistor. Pada sistem pengapian model ini sudah tidak menggunakan pemutus kontak / platina.

Komponen-komponen sistem pengapian pada pengapian elektronik :

#### 1. Koil

Koil yang digunakan dirancang khusus untuk sistem ini. Jadi berbeda dengan koil yang digunakan untuk sistem pengapian konvensional. Koil ini tahan terhadap kebocoran listrik tegangan tinggi. Koil berfungsi untuk menaikkan tegangan baterai dari 12 volt menjadi tegangan tinggi agar busi dapat memercikan bunga api.

#### 2. Unit CDI

Unit CDI merupakan rangkaian komponen elektronik yang sebagian besar adalah *kondensor* dan sebuah *SCR* ( *Silicon Controller Rectifier* ). *SCR* bekerja seperti katup listrik, katup dapat terbuka dan menutup, listrik akan mengalir menuju kumparan *primer* koil agar pada kumparan silinder terdapat arus induksi. Dari induksi listrik pada kumparan silinder tersebut arus listrik diteruskan ke elektroda busi.

#### 3. Magnet

Magnet yang digunakan pada sistem ini mempunyai 4 kutub, 2 buah kutub selatan dan 2 buah kutub utara. Letak kutub – kutub tersebut bertolak belakang. Setiap satu kali magnet berputar menghasilkan dua kali penyalaan tetapi hanya satu yang dimanfaatkan yaitu yang tepat beberapa derajat sebelum TMA ( Titik Mati Atas ).

## 2.4 Komponen Sistem Penyalaan

### 2.4.1 CDI (*Capasitor Discharge Ignition*)

CDI merupakan salah satu komponen system pengnapiian pada pengapian elektronik dengan memanfaatkan penyimpanan suplai energi didalam kapasitor yang digunakan untuk menghasilkan tegangan tinggi pada koil pengapian sehingga sehingga pada *output* tegangan tinggi koil akan menimbulkan *spark* (percikan bunga api) di busi. Besarnya energy yang dapatdisimpan CDI inilah yang menentukan seberapa besar *spark* dari busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar. Semakin besar energi yang tersimpan di dalam kapasitor maka semakin kuat *spark* yang dihasilkan di busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara. Energi yang besar juga memudahkan *spark* menembus kompresi yang tinggi ataupun campuran gas bakar yang banyak akibat dari pembukaan *throttle* yang lebih besar.



**Gambar 2.5** CDI (<http://bintangracingteam.com>, 2018)

Berikut ini beberapa kelebihan pada sistem pengapian CDI dibandingkan dengan sistem pengapian konvensional antara lain :

1. Tidak diperlukan penyetelan ulang pada sistem pengapian CDI, karena sistem pengapian CDI akan secara otomatis mengatur keluar dan masuknya tegangan listrik.
2. Lebih stabil, karena pengapian CDI tidak diatur oleh poros *chamshaft* seperti pada sistem pengapian konvensional (platina).
3. Mesin mudah distart, karena tidak tergantung pada kondisi platina.
4. Pada unit CDI dikemas di dalam kotak plastik yang dicetak sehingga tahan terhadap air dan guncangan.

Sistem pengapian dengan baterai seperti terlihat pada Gambar 2.5 di bawah ini.

#### 2.4.2 Koil

Koil merupakan sebuah komponen yang terdiri dari kumparan elektromagnetik (*transformator*) yang terdiri dari sebuah kabel tembaga terisolasi yang solid (kawat tembaga) dan inti besi yang terdiri atas kumparan primer dan kumparan sekunder. Koil digunakan untuk *transformator step up* yang berfungsi menaikkan tegangan baterai 12 volt dari kumparan primer menjadi tegangan tinggi 15.000 volt pada kumparan sekunder dan kemudian disalurkan ke busi. Koil terlihat pada Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Koil ([www.amazon.com](http://www.amazon.com), 2018)

Gambar diatas menunjukkan gambar sebuah koil sepeda motor yang berfungsi merubah tegangan kecil menjadi besar.

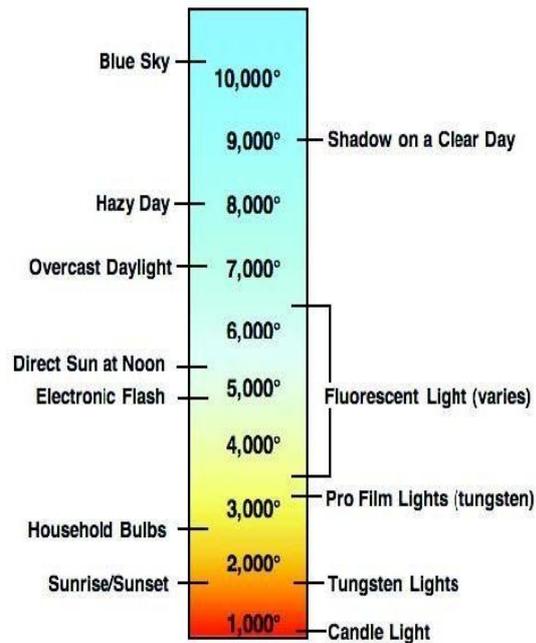
### 2.4.3 Busi

Busi adalah komponen utama pada motor bakar bensin untuk menyalakan campuran bahan bakar dan udara dengan loncatan api di antara kedua elektrodanya. Komponen utama pada busi konvensional yaitu terdiri dari insulator busi, elektrode busi, dan selubung (*shell*) busi. Isolator pada busi haruslah memiliki tahanan listrik yang tinggi, tidak rapuh terhadap kejutan mekanik dan thermal, merupakan konduktor panas yang baik serta tidak beraksi kimia dengan gas pembakaran. Busi beserta komponennya terlihat seperti pada Gambar 2.7 dibawah ini.



**Gambar 2.7** Busi ([www.sparkplugs.co.uk](http://www.sparkplugs.co.uk), 2018)

Percikan bunga api pada busi juga menghasilkan warna bunga api yang berbeda – beda. Semakin biru bunga apinya maka semakin besar pula suhu yang dikeluarkan dari busi tersebut. Tingkatan suhu percikan bunga api terlihat pada Gambar 2.8.



**Gambar 2.8** Tingkatan Warna Suhu ([www.ariseled.com](http://www.ariseled.com))

Suatu suhu kerja busi ditunjukkan pada warna di atas dari mulai 1000 – 10.000 Kelvin.

## 2.5 Bahan Bakar

### 2.5.1 Bahan Bakar Jenis Peralite

Peralite adalah senyawa organik yang dibutuhkan dalam pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi atau tenaga. Bahan bakar Peralite ini merupakan salah satu bahan bakar baru yang ada di Indonesia. Peralite ini mempunyai RON sebesar 90. Titik didih Peralite sekitar 74°C sampai 215°C, Spesifikasi bahan bakar jenis peralite bisa dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

**Tabel 2.1** Spesifikasi Peralite

No	Sifat	Batasan	
		Min	Max
1	Angka oktan riset	90	

2	Kandungan pb (gr/lt)		0,05
3	DESTILASI		
	-10% VOL.penguapan (°C)		74
	-50% VOL.penguapan (°C)	88	125
	-90% VOL.penguapan (°C)		180
	-Titik didih akhir (°C)		215
	-Residu (% vol)		2
4	Tekanan Uap (kPa)	45	69
5	Getah purawa (mg/100ml)		70
6	Periode induksi (menit)	240	
7	Kandungan Belerang (% massa)		0,002
8	Korosi bilah tembaga (3jam/50°C)	Kelas 1	
9	Warna	Hijau	

(Keputusan Dirjen Migas No. 313.K/10/DJM.T.2013)

## 2.6 Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar spesifik (SFC)

### 2.6.1 Torsi

Torsi adalah indikator baik dari ketersediaan mesin untuk kerja. Torsi didefinisikan sebagai daya yang bekerja pada jarak momen dan apabila dihubungkan dengan kerja dapat ditunjukkan dengan persamaan (Heywood, 1988).

$$T = F \times L \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

$T = \text{Torsi (N.m)}$

$F = \text{Gaya yang terukur pada Dynamometer (kgf)}$

$L = x = \text{Panjang langkah pada Dynamometer (m)}$

### 2.6.2 Daya

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu, didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan oleh persamaan (Heywood, 1988).

$$P = \frac{2 \pi n T}{6000} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

$P = \text{Daya (kW)}$   $n =$   
 $\text{Putaran mesin (rpm)}$   $T$   
 $= \text{Torsi (N.m)}$

Dalam hal ini daya secara normal diukur dalam kW, tetapi HP masih digunakan juga, Dimana:

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,341 \text{ HP}$$

### 2.6.3 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai per jam untuk setiap daya yang dihasilkan pada motor bakar. Konsumsi bahan bakar spesifik didefenisikan dengan persamaan (Arismunandar, 2002)

$$\text{SFC} = \frac{mf}{P} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan:

