

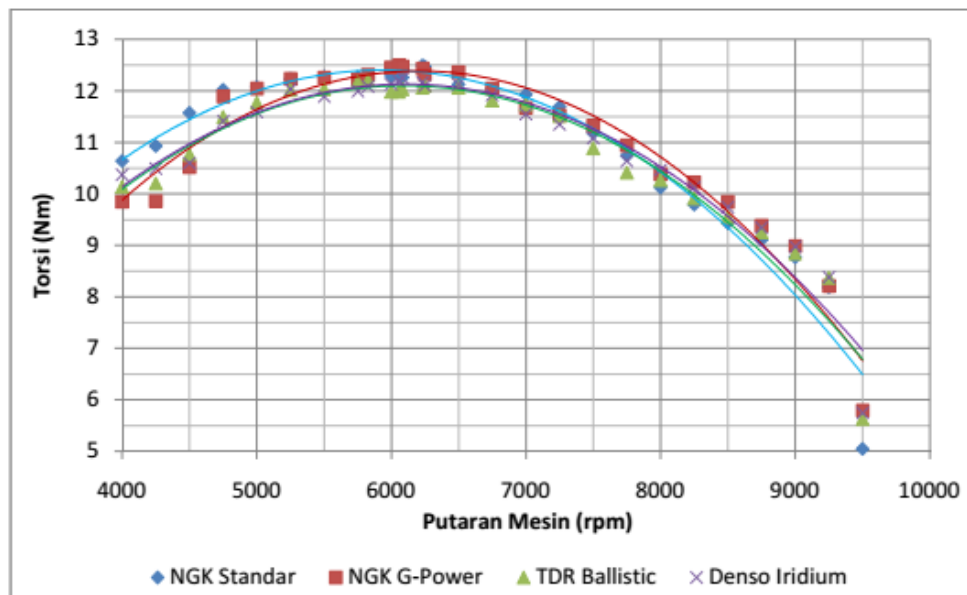
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

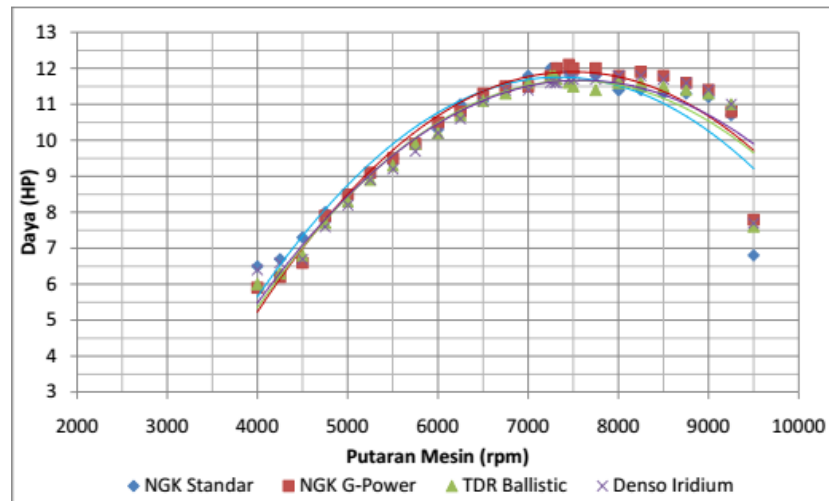
Penelitian mengenai pengaruh penggantian koil standar dengan koil *racing* dan penggantian berbagai jenis busi telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti terkait dengan bunga api, daya, torsi dan bahan bakar. Oleh karena itu pembahasan tentang kajian pustaka ini difokuskan pada perolehan hasil percikan bunga api, torsi, daya dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan dari penggantian koil *racing* dan busi.

Hapsoro (2016) pada penelitian yang berjudul Tentang Pengaruh Variasi 2 Jenis Koil dan 4 Jenis Busi Terhadap Kinerja Motor Bensin 4 Langkah 135cc Berbahan Bakar Premium mengungkapkan bahwa penggantian komponen-komponen pada sistem pengapian dapat membantu meningkatkan performa sepeda motor. Pengujian dilakukan dengan menggunakan motor bensin 4 langkah 135cc dengan penggunaan variasi koil standar, koil *racing* KTC, busi standar, busi platinum NGK *G-Power*, TDR *ballistic*, dan busi *iridium* Denso. Pengujian dilakukan dengan alat uji percikan bunga api busi, *dynotest*, dan uji jalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa percikan bunga api yang paling baik terdapat pada penggunaan busi standar merk NGK dan koil *racing* KTC dengan bunga api berwarna biru tua dengan suhu antara 8500 s.d. 11000 K, torsi dan daya terbesar terdapat pada penggunaan busi *platinum* merk NGK *G-Power* dan koil *racing* KTC dengan nilai kenaikan torsi sebesar 3,56% dan nilai kenaikan daya sebesar 5,21% dibandingkan kondisi standar, dan konsumsi bahan bakar paling rendah terdapat pada penggunaan busi NGK *G-Power* dan koil *racing* KTC dengan nilai kenaikan konsumsi bahan bakar sebesar 1,05% dibandingkan dengan kondisi standar



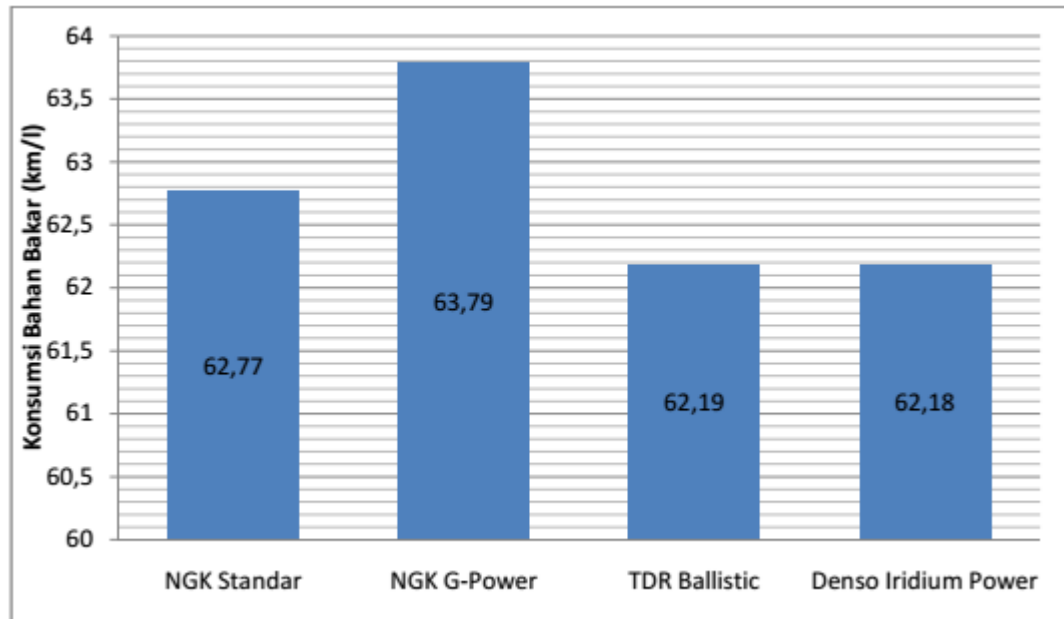
Gambar 2.1 Grafik Perbandingan Torsi dengan Variasi Koil KTC Racing dan 4 Jenis Busi. (Hapsoro, 2016)

Dari **Gambar 2.1** dapat dilihat bahwa pada penggunaan busi NGK standar menghasilkan torsi maksimum sebesar 12,49 Nm pada putaran mesin 6231 rpm, penggunaan busi NGK G-Power menghasilkan torsi maksimum sebesar 12,49 pada putaran mesin 6055 rpm, penggunaan busi TDR Ballistic menghasilkan torsi maksimum sebesar 12,2 Nm pada putaran mesin 5828 rpm, dan penggunaan busi Denso Iridium Power menghasilkan torsi maksimum sebesar 12,25 Nm pada putaran mesin 6083 rpm. Kombinasi dari penggunaan koil KTC *racing* dan busi NGK G-Power menaikkan torsi sebesar 3,56% dibandingkan busi NGK standar dan koil standar.



Gambar 2.2 Grafik Perbandingan Daya dengan Variasi Koil KTC Racing dan 4 Jenis Busi (Hapsoro, 2016)

Dari **Gambar 2.2** dapat dilihat bahwa pada penggunaan busi NGK standar menghasilkan daya maksimu sebesar 12 HP pada putaran mesin 7313 rpm, penggunaan busi NGK G-Power menghasilkan daya maksimum 12,1 HP pada putaran mesin 7449 rpm, penggunaan busi TDR Ballistic menghasilkan daya maksimu sebesar 11,8 HP pada putaran mesin 7291 rpm, dan penggunaan busi Denso Iridium Power menghasilkan daya maksimum sebesar 11,8 HP pada putaran mesin 8009 rpm. Kombinasi dari penggunaan koil KTC Racing dan busi NGK G-Power menaikkan daya sebesar 5,21% dibandingkan busi NGK standar dan koil standar.

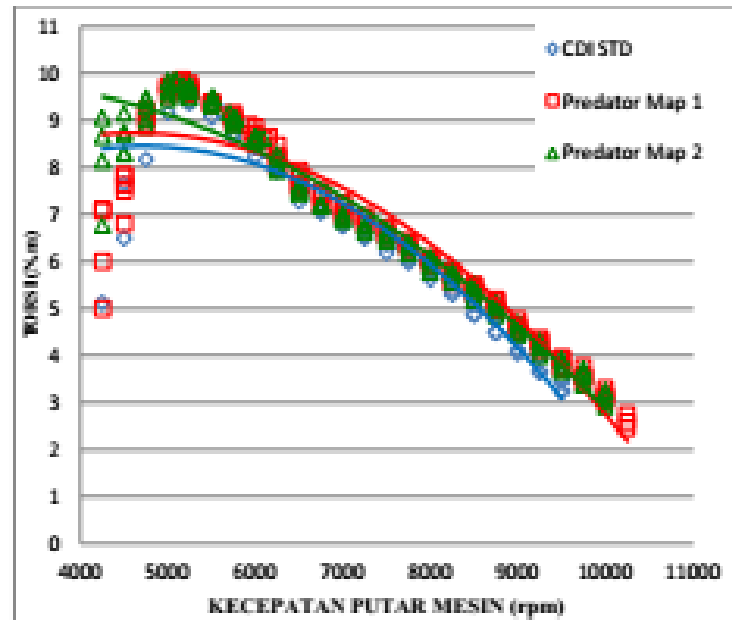


Gambar 2.3 Diagram Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar dengan Variasi Koil KTC Racing dan 4 Jenis Busi (Hapsoro, 2016)

Gambar 2.3 menunjukkan hasil pengujian konsumsi bahan bakar premium pada mesin 4 langkah 135cc dengan menggunakan koil KTC Racing dan Variasi 4 jenis busi. Pengujian dilakukan dengan batas kecepatan maksimal 60 km/jam. Dari diagram di atas dapat dilihat bahwa penggunaan busi NGK standar menghasilkan nilai konsumsi bahan bakar sebesar 62,77 km/l, busi NGK G-Power sebesar 63,79 km/l, busi TDR Ballistic sebesar 62,19 km/l, dan busi Denso Iridium Power sebesar 62,18 km/l. Kombinasi dari penggunaan koil KTC Racing dan busi NGK G-Power menaikkan nilai konsumsi bahan bakar sebesar 1,05% dibandingkan busi NGK standar dan koil standar yang mengindikasikan terjadinya penghematan bahan bakar. Hal ini disebabkan oleh tegangan listrik yang dihasilkan oleh koil KTC Racing akan menghasilkan suhu bunga api yang lebih besar dibandingkan dengan koil standar namun masih optimum dengan titik penguapan bahan bakar premium, sehingga menjadikan proses pembakaran menjadi lebih sempurna.

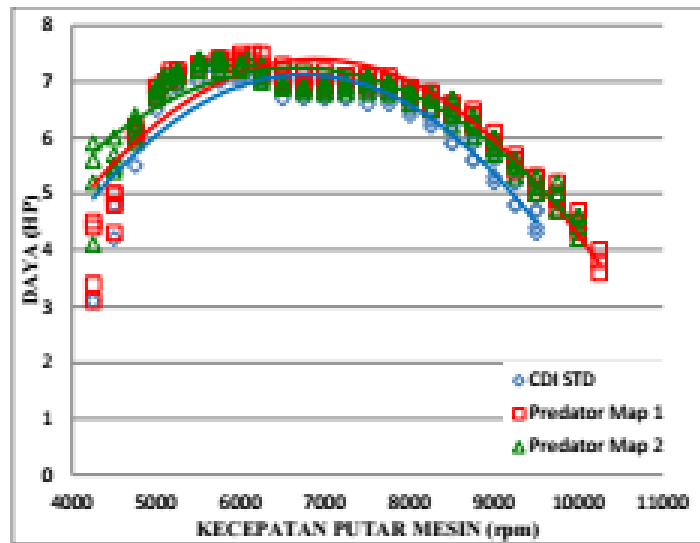
Priansah (2017) meneliti tentang pengaruh penggunaan CDI Rextor terhadap karakteristik percikan bunga api dan kinerja motor Honda Beat

2009. Pada penelitian ini didapat hasil peningkatan torsi sebesar 2,1%, peningkatan daya sebesar 2,74%, tetapi terjadi penurunan pada konsumsi bahan bakar sebesar -3,27%.



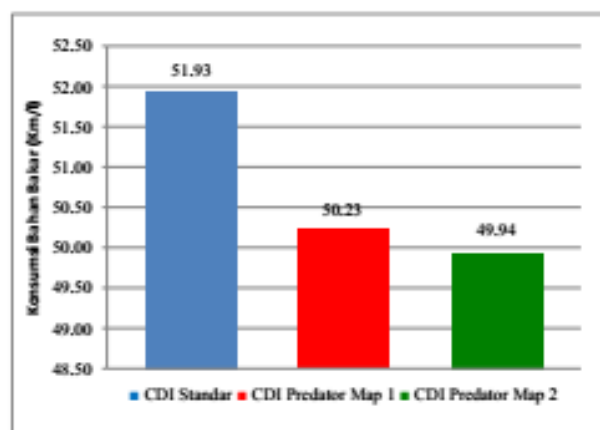
Gambar 2.4 Grafik perbandingan torsi CDI standar dan CDI Predator Dual Map (Map 1 dan Map 2) (Priansah, 2017)

Dapat dilihat dari **Gambar 2.4** CDI standar menghasilkan torsi sebesar 9,67 Nm pada putaran mesin 5115 rpm. CDI Predator Map 1 menghasilkan torsi sebesar 9,87 Nm pada putaran mesin 5162 rpm dan CDI Predator Map 2 menghasilkan torsi sebesar 9,86 Nm pada putaran mesin 5087 rpm. Pada pengujian ini didapatkan hasil bahwa torsi tertinggi diperoleh CDI Predator Map 1 dengan peningkatan torsi sebesar 2,1% bila dibandingkan dengan CDI standar.



Gambar 2.5 Grafik perbandingan daya CDI Standar dan CDI Predator Dual Map (Map 1 dan Map 2) (Priansah, 2017)

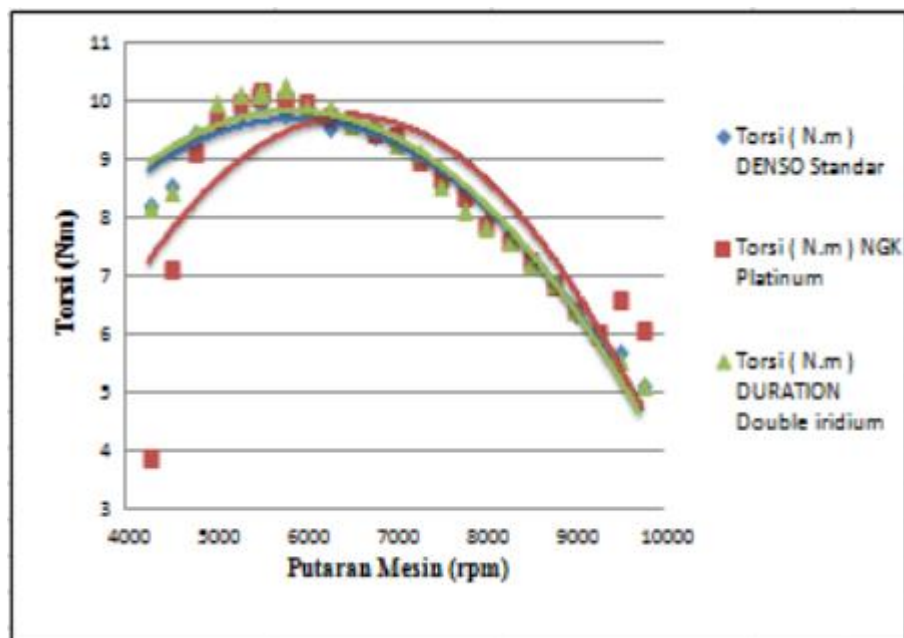
Gambar 2.5 menunjukkan hasil dari pengujian daya, dari pengujian ini didapatkan hasil CDI standar menghasilkan daya sebesar 7,3 HP pada putaran mesin 5618 rpm. CDI Predator Map 1 menghasilkan daya sebesar 7,5 HP pada putaran mesin 6159 rpm dan CDI Predator Map 2 menghasilkan daya sebesar 7,4 HP pada putaran mesin 5519 rpm. Pada pengujian daya didapatkan hasil bahwa CDI Predator Map 1 menghasilkan daya tertinggi sebesar 7,5 HP pada putaran mesin 6159 rpm dengan peningkatan sebesar 2,74% dari CDI standar.



Gambar 2.6 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar CDI Standar dan CDI Predator Dual Map (Map 1 dan Map 2) (Priansah, 2017)

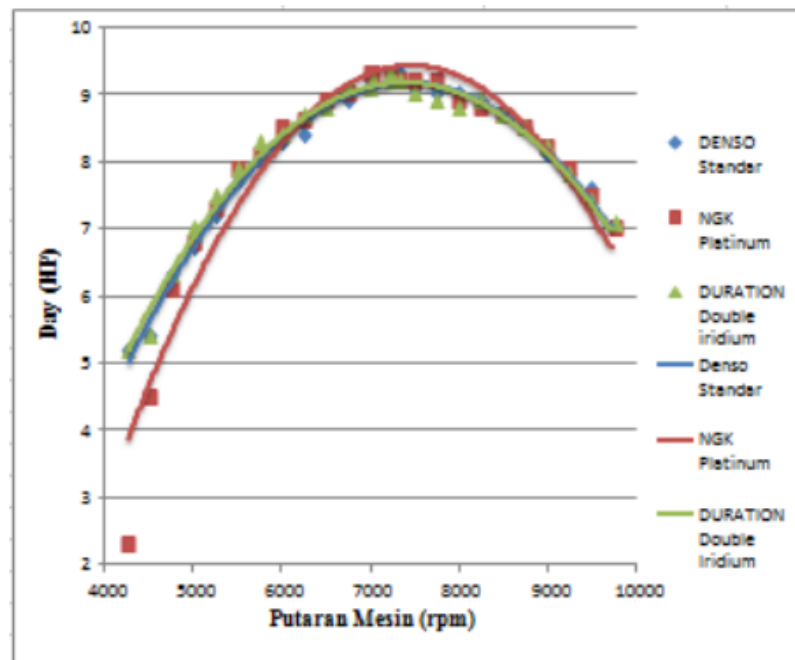
Dari **Gambar 2.6** didapatkan hasil pengujian konsumsi bahan bakar, dengan hasil CDI Standar 51,93km/l. CDI Predator Map 1 50,23 km/l dan CDI Predator Map 2 49,94 km/l. Pada pengujian ini CDI Standar menjadi CDI yang paling irit dalam hal konsumsi bahan bakar.

Rohman (2016) meneliti pengaruh variasi jenis busi terhadap percikan bunga api dan kinerja mesin Honda Blade 110cc. Pada penelitian yang berjudul Pengaruh Penggunaan Variasi Busi Terhadap Karakteristik Percikan Bunga Api dan Kinerja Motor Honda Blade 110cc didapatkan hasil terbaik dengan Busi NGK Platinum, dengan peningkatan torsi sebesar 1,9%, konsumsi bahan bakar 1,35%.



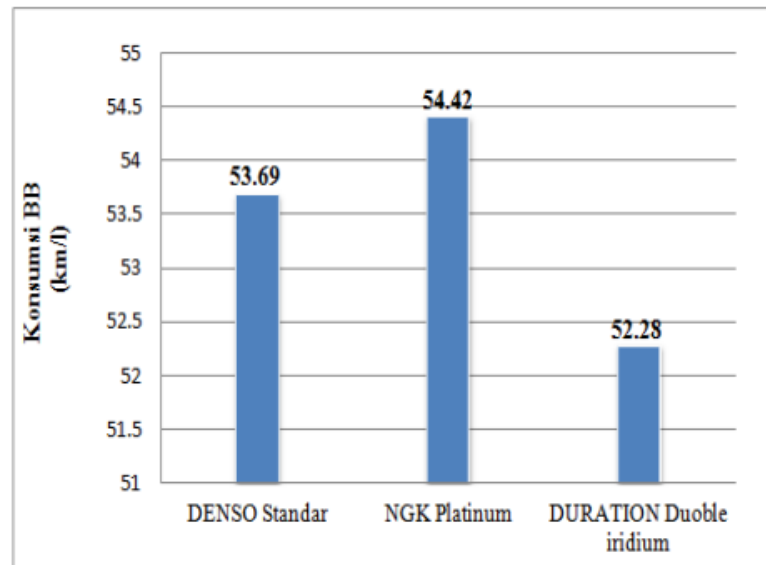
Gambar 2.7 Grafik Perbandingan torsi Variasi 3 jenis busi (Rohman, 2016)

Data pada **Gambar 2.7** menunjukkan hasil pengujian torsi dengan variasi 3 jenis busi. Dari pengujian tersebut didapatkan hasil pengujian torsi busi Denso Standar sebesar 9,99 Nm pada putaran mesin 5457 rpm. Busi NGK Platinum menghasilkan torsi sebesar 10,18 Nm pada putaran mesin 5486 rpm dan busi Duration Double Iridium menghasilkan torsi sebesar 10,26 Nm pada putaran mesin 5747 rpm.



Gambar 2.8 Grafik perbandingan daya variasi 3 jenis Busi (Rohman, 2016)

Data pada **Gambar 2.8** menunjukkan hasil pengujian daya dari 3 jenis busi. Busi Standar menghasilkan daya sebesar 9,3 HP pada putaran mesin 7325 rpm, busi NGK Platinum menghasilkan daya sebesar 9,3 HP pada putaran mesin 7029 rpm dan Busi Duration Double Iridium Menghasilkan daya sebesar 9,3 HP pada putaran mesin 7209 rpm. Dari data pengujian tersebut didapatkan hasil pengujian daya yang sama yaitu sebesar 9,3 HP, tetapi Busi NGK Platinum lebih unggul karena mencapai angka daya tertinggi pada putaran mesin yang lebih rendah.



Gambar 2.9 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar dengan variasi 3 jenis busi (Rohman, 2016)

Gambar 2.9 menunjukkan hasil dari konsumsi bahan bakar pada pengujian 3 jenis busi. Dari pengujian tersebut didapat hasil data konsumsi bahan bakar busi standar sebesar 53,69 km/l. Busi NGK Platinum sebesar 54,42 km/l dan Busi Duration Double Iridium sebesar 52,28 km/l. Pada pengujian ini Busi NGK Platinum menjadi busi yang paling irit dalam konsumsi bahan bakar, terjadi peningkatan sebesar 1,35% dibandingkan busi standar.

Dari penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan koil racing dan busi platinum maupun iridium dapat meningkatkan daya yang cukup signifikan walaupun tanpa ada pengaturan lain pada karburasi maupun ruang bakar. Pada penelitian ini akan menggunakan koil *racing* dan busi laser iridium, diharapkan dengan penggunaan koil *racing* dan busi laser iridium pada motor injeksi dapat memberikan perubahan yang lebih signifikan daripada penggunaan busi platinum maupun busi iridium biasa dan untuk melihat apakah koil *racing* dan busi laser iridium memberikan pengaruh yang positif pada motor injeksi.

2.1 Dasar Teori

2.2.1. Definisi Motor Bakar

Motor bakar merupakan mesin kalor yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Sebelum menjadi tenaga mekanis, energi kimia bahan bakar terlebih dahulu menjadi energi panas melalui pembakaran campuran bahan bakar dengan udara.

Motor bakar torak mempunyai silinder tunggal dan silinder ganda/lebih dari satu silinder. Pada motor bakar torak, torak digunakan sebagai pendukung terjadinya pembakaran pada motor bakar. Energi panas yang dihasilkan dari pembakaran diteruskan menuju batang torak (*connecting road*) berupa tenaga untuk menggerakkan poros engkol dimana poros engkol akan diubah menjadi gesekan putar. Motor bakar terbagi menjadi 2 jenis yaitu motor disel dan motor bensin, perbedaan mendasar terletak pada sistem penyalanya. Penyalan mesin pada motor bensin terjadi karena ada pemicu api yang berasal dari loncatan api pada busi dapat disebut *Spark Ignition Engine*, sedangkan pada motor diesel penyalan terjadi dengan sendirinya karena panas dalam silinder yang ditimbulkan oleh kompresi. Kompresi yang tinggi dalam silinder mengakibatkan meningkatnya temperatur dan kemudian bahan bakar disemprotkan melalui *nozzle* sehingga terjadi pembakaran dalam silinder. (Arismunandar,2005)

Proses pembakaran pada motor bakar diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Motor pembakaran luar atau *External Combustion Chamber* (ECE)

Motor pembakaran luar atau *External Combustion Chamber* (ECE) merupakan jenis pembakaran yang terjadi di luar mesin, sehingga untuk melakukan pembakaran digunakan mesin itu sendiri. Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi tenaga mekanis. Peralatan dengan prinsip pembakaran luar adalah turbin uap.

2. Motor Pembakaran Dalam atau *Internal Combustion Engine* (ICE)

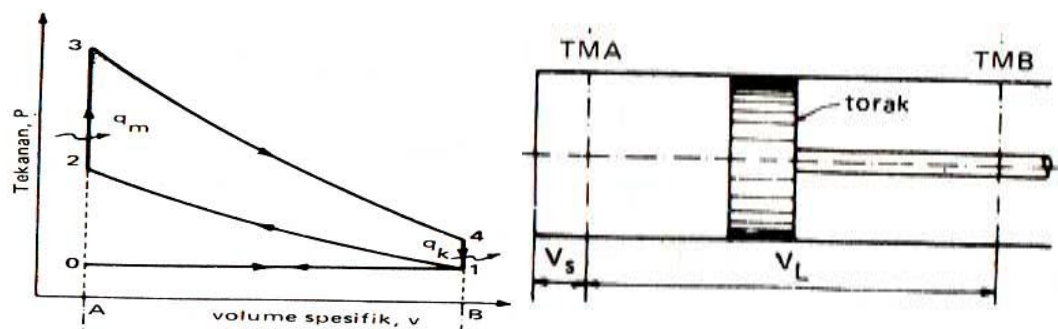
Motor Pembakaran Dalam atau *Internal Combustion Engine* (ICE) merupakan jenis pembakaran yang terjadi didalam motor bakar, sehingga panas 8 yang dihasilkan oleh pembakaran dapat langsung diubah menjadi tenaga mekanik. Peralatan dengan prinsip pembakaran dalam adalah motor bakar torak.

2.2.2.Siklus Termodinamika

Proses termodinamika dan kimia terjadi didalam motor bakar torak sangat kompleks untuk dianalisis menurut teori, pada umumnya proses analisis motor bakar digunakan *siklus udara* sebagai siklus yang ideal. Siklus udara menggunakan beberapa keadaan yang sama dengan siklus sebenarnya dapat berupa urutan proses, perbandingan kompresi, pemilihan temperatur dan tekanan pada suatu keadaan, dan penambahan kalor yang sama per satuan berat udara.

Pada mesin yang ideal proses pembakaran yang dapat menghasilkan gas bertekanan dan bertemperatur tinggi merupakan proses pemasukan panas ke dalam fluida kerja dalam silinder. (Arismunandar,2005)

Siklus udara volume konstan (siklus otto) dapat digambarkan dengan grafik P dan v seperti pada **Gambar 2.10** sebagai berikut :



Gambar 2.10 Diagram P dan v dari siklus volume konstan (Arismunandar, 2005)

- P = Tekanan fluida kerja (N/m^2)
- v = Volume spesifik (m^3/kg)
- qm = Jumlah kalor yang dimasukkan (J)
- qk = Jumlah kalor yang dikeluarkan (J)
- V_L = Volume langkah torak (m^3)
- V_s = Volume sisa (m^3)
- TMA = Titik mati atas

TMB = Titik mati bawah

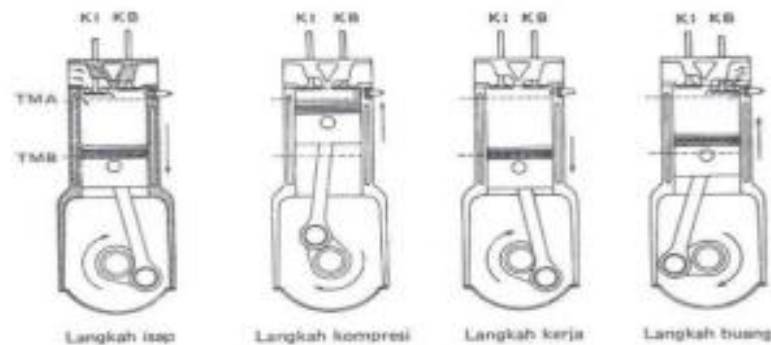
Penjelasan :

1. Fluida kerja dianggap gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
2. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan konstan.
3. Langkah kompresi (1-2) ialah isentropic.
4. Proses pembakaran (2-3) dianggap sebagai proses pemasukkan kalor pada volume konstan.
5. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropic.
6. Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
7. Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan konstan.
8. Siklus dianggap 'tertutup', artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama, atau gas yang berada di dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida kerja yang sama.

2.2.3.Prinsip Kerja Motor Bakar Empat Langkah

Proses pembakaran di dalam motor bakar torak terjadi secara periodik. Sebelum terjadi proses pembakaran berikutnya, terlebih dahulu gas pembakaran yang sudah dapat dipergunakan harus dikeluarkan dari dalam silinder, kemudian silinder diisi dengan campuran bahan bakar dengan udara segar (pada motor bensin) yang berlangsung ketika torak dalam silinder bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) menuju ke TMB (Titik Mati Bawah).

Motor bensin empat langkah mempunyai satu siklus pembakaran dalam empat langkah kerja torak atau dua kali putaran poros engkol, dalam satu siklus kerja motor bensin empat langkah meliputi proses pengisapan, kompresi, ekspansi serta pembuangan. Dibandingkan dengan mesin bensin 2 langkah, mesin bensin 4 langkah cukup sulit dalam hal perawatan karena terdapat banyak kompoen untuk menunjang satu siklus kerjanya. Maka siklus kerja mesin bensin 4 langkah dapat dilihat pada **Gambar 2.11** sebagai berikut :

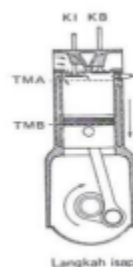


Gambar 2.11 Skema gerakan torak pada mesin bensin 4 langkah (Arismunandar, 2005)

Motor bensin empat langkah mempunyai langkah kerja yang meliputi langkah hisap, kompresi, kerja/ekspansi, dan buang. Beberapa langkah kerja motor bensin 4 langkah dijelaskan sebagai berikut :

1. Langkah Hisap

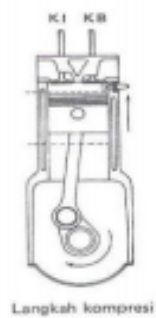
Pada langkah hisap posisi piston bergerak dari posisi TMA (Titik Mati Atas) menuju ke TMB (Titik Mati Bawah), pada saat langkah hisap katup masuk terbuka dan katup buang tertutup. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah dikabutkan oleh karburator masuk kedalam silinder melalui katup masuk/katup hisap. Saat piston berada pada posisi TMB (Titik Mati Bawah), maka katup masuk dan buang akan tertutup, dapat dilihat pada **Gambar 2.12** merupakan langkah hisap pada mesin 4 langkah berikut.



Gambar 2.12 Langkah hisap (Arismunandar, 2005)

2. Langkah Kompresi

Pada langkah kompresi merupakan langkah dimana campuran bahan bakar dengan udara dilakukan sebuah penekanan oleh piston dengan tujuan meningkatkan tekanan yang mengakibatkan terjadinya peningkatan temperature dalam silinder. Pada saat langkah kompresi katup hisap dan katup buang tertutup, langkah ini bertujuan untuk menyempurnakan antara campuran bahan bakar dengan udara sehingga dapat terjadi pembakaran yang sempurna di dalam silinder. Pada **Gambar 2.13** merupakan langkah kompresi pada mesin 4 langkah.

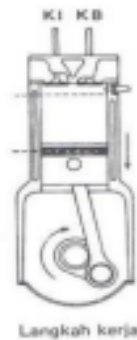


Gambar 2.13 Langkah kompresi (Arismunandar, 2005)

3. Langkah Kerja/Ekspansi

Pada saat langkah kerja/ekspansi kondisi kedua katup dalam keadaan tertutup, saat proses pembakaran timbul ledakan dimana ledakan tersebut mendorong piston dari posisi TMA (Titik Mati Atas) menuju TMB (Titik Mati Bawah).

Ledakan tersebut disebabkan karena campuran bahan bakar dan udara yang telah terkompresi terbakar akibat adanya percikan busi pada saat pengapian. Turunya piston menuju TMB (Titik Mati Bawah) dimanfaatkan sebagai penerus tenaga yang akan disalurkan dengan batang torak (*connecting road*) menuju poros engkol (*crankshaft*). **Gambar 2.14** berikut merupakan langkah kerja pada mesin bensin 4 langkah.



Gambar 2.14 Langkah kerja/ekspansi (Arismunandar, 2005)

4. Langkah Buang

Pada langkah buang dimana kondisi katup hisap tertutup dan katup buang terbuka, Piston bergerak dari TMB (Titik Mati Bawah) menuju TMA (Titik Mati Atas) dengan tujuan membuang gas sisa pembakaran yang disalurkan menuju knalpot (*exhaust system*).

Gas sisa hasil pembakaran diharapkan dapat terbang semua sehingga tidak tercampur dengan campuran bahan bakar dan udara yang akan kembali dihisap pada langkah hisap. **Gambar 2.15** berikut merupakan langkah buang pada mesin bensin 4 langkah.

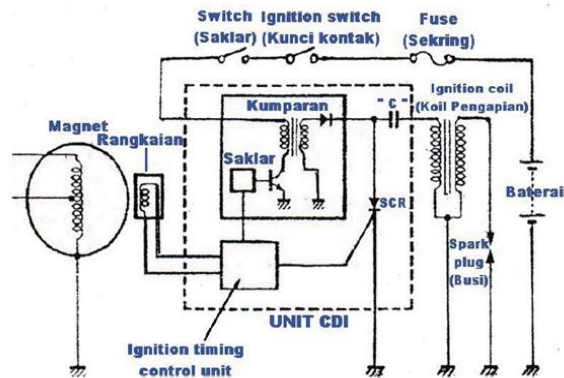


Gambar 2.15 Langkah buang (Arismunandar, 2005)

2.2.4 Sistem Pengapian

Sistem pengapian merupakan suatu sistem yang penting dalam setiap motor bensin dimana fungsi dari sistem pengapian ini adalah untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang ada didalam ruang bakar motor bensin.

Sistem pengapian sendiri memiliki beberapa tahap atau proses yaitu tahap penyediaan dan penyimpanan energi listrik di baterai, menghasilkan tegangan tinggi kemudian menyalurkan tegangan tinggi tersebut ke busi, untuk selanjutnya busi melepaskan bunga api pada elektrodanya. Tanpa adanya tahapan tersebut maka pembakaran yang terdapat di dalam sebuah motor bensin tidak akan terjadi.

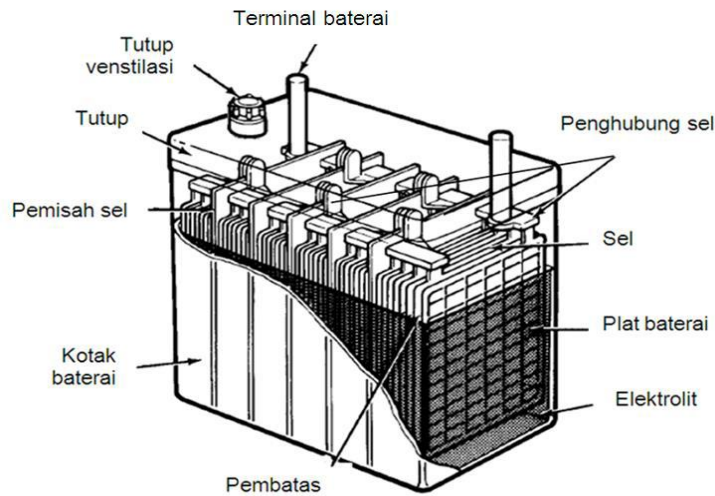


Gambar 2.16 Skema Sistem Pengapian (Jama, 2008)

Sistem pengapian yang ditunjukkan pada **Gambar 2.16** ini memiliki komponen-komponen penting di dalamnya yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Baterai

Baterai merupakan komponen yang menjadi sumber arus bagi lampu-lampu pada kendaraan. Selain itu, baterai memiliki peranan dalam menyediakan arus pada sistem pengapian. Prinsip kerja dari baterai adalah ketika kutub positif dan kutub negatif bereaksi dengan larutan elektrolit yang berupa asam sulfat maka akan terjadi pelepasan muatan elektron. Elektron yang bergerak dari kutub negatif ke kutub positif itulah yang akan menjadi arus listrik, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2.17**.



Gambar 2.17 Konstruksi baterai (Jama, 2008)

2. CDI (*Capasitor Discharge Ignition*)

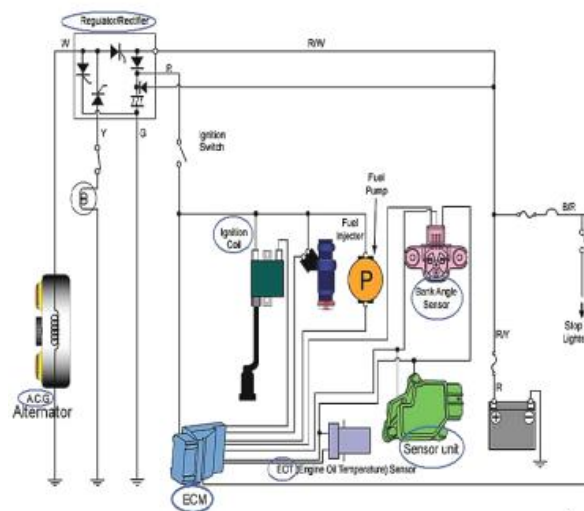
CDI memiliki fungsi untuk mengatur waktu kapan munculnya percikan bunga api di busi yang akan membakar bahan bakar yang telah dipadatkan oleh piston pada ruang bakar. Kerja CDI didukung oleh pulser sebagai sensor posisi piston dimana sinyal dari pulser akan memberikan arus pada SCR (*Silicon Controller Rectifier*) yang akan membuka sehingga arus yang ada di dalam kapasitor di dalam CDI dilepaskan. Selain didukung oleh pulser, kinerja CDI juga didukung oleh baterai (pada CDI DC) atau spul (pada CDI AC) dimana sebagian sumber arus diolah oleh CDI. Tentunya CDI didukung oleh koil pengapian sebagai pelipat tegangan yang dikirim ke busi, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2.18**.



Gambar 2.18 Capasitor Discharge Ignition (Hapsoro, 2016)

3. ECU (*Engine Control Unit*)

ECU memiliki fungsi yang hampir mirip dengan CDI. Secara garis besar perbedaannya adalah CDI digunakan pada mesin dengan sistem karburator sedangkan ECU digunakan pada mesin dengan sistem injeksi. ECU digunakan untuk mengatur seluruh kelistrikan yang ada pada sepeda motor serta mengatur timing pembakaran dan semprotan bensin yang dibutuhkan oleh mesin. Sistem kerja dari mesin injeksi dapat dilihat pada **Gambar 2.19** berikut.

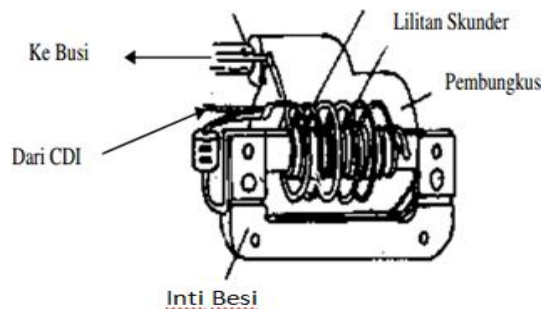


Gambar 2.19 Skema dasar mesin EFI (AHM)

4. Koil (*Ignition Coil*)

Dalam sistem pengapian koil memiliki peranan untuk mengubah arus yang diterima dari CDI menjadi tegangan tinggi agar dapat menghasilkan percikan bunga api pada elektroda busi. Arus listrik yang datang dari baterai kemudian masuk ke dalam koil. Arus yang masuk ke dalam koil memiliki tegangan sekitar 12 volt yang kemudian tegangan ditingkatkan menjadi sekitar 10.000 volt oleh koil. Koil mempunyai dua kumparan yaitu kumparan primer dan sekunder yang dililitkan pada plat besi tipis yang bertumpuk. Pada gulungan primer terdapat lilitan kawat berdiameter 0,6 sampai 0,9 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 200 lilitan. Sedangkan pada kumparan sekunder terdapat lilitan kawat berdiameter 0,5 sampai 0,8 mm dengan jumlah lilitan sebanyak

20.000 lilitan. Karena perbedaan pada jumlah lilitan kawat pada kumparan primer dan sekunder maka pada kumparan sekunder akan timbul tegangan kurang lebih sebesar 10.000 volt. Arus dengan tegangan tinggi ini timbul diakibatkan tegangan induksi pada kumparan sekunder, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2.20**.



Gambar 2.20 Koil Pengapian (Daryanto, 2004)

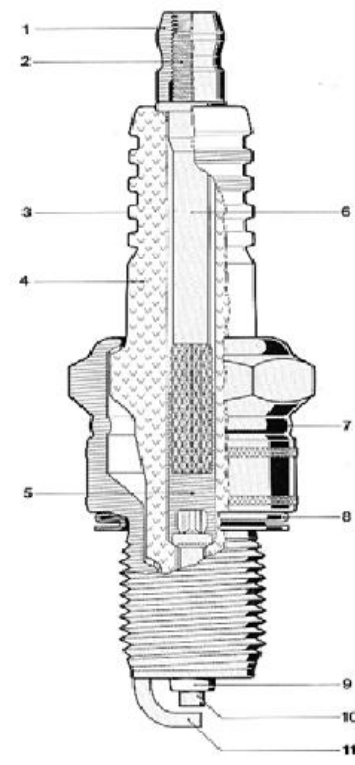
5. Busi (*Spark Plug*)

Busi (*spark plug*) merupakan salah satu komponen di dalam sistem pengapian pada motor bensin. Busi memiliki dua elektroda yakni tengah dan elektroda negatif (massa). Dalam sistem pengapian busi berfungsi untuk memercikkan bunga api yang diperlukan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresi sehingga terjadi langkah usaha.

Setelah arus listrik dibangkitkan oleh koil pengapian (*ignition coil*) menjadi arus listrik tegangan tinggi yang kemudian arus tersebut mengalir menuju distributor lalu menuju kabel tegangan tinggi dan akhirnya ke busi. Loncatan bunga api yang terjadi di celah elektroda busi memiliki tegangan sekitar 10.000 volt. Karena busi mengalami tekanan, temperatur tinggi dan getaran yang sangat keras maka material yang digunakan untuk pembuatan busi haruslah tahan terhadap hal-hal tersebut. Pada setiap mesin biasanya sudah ditentukan oleh pabrik busi yang disarankan untuk dipakai padamesin tersebut. Pada umumnya perancangan busi diperuntukkan untuk keadaan panas (temperatur tinggi) dalam ruang bakar motor bensin. Secara garis besar jenis busi ada 3 macam yaitu busi panas, busi sedang (*medium type*) dan busi dingin.

Busi panas merupakan busi yang menyerap dan melepaskan panas dengan lambat. Busi panas hanya diperuntukkan pada mesin yang memiliki temperatur yang rendah di dalam ruang bakarnya. Busi dingin dapat diartikan sebagai busi yang menyerap serta melepaskan panas dengan sangat cepat. Pemakaian jenis busi ini pada mesin yang memiliki temperatur tinggi di dalam ruang bakarnya.

Berikut ini merupakan gambaran konstruksi sebuah busi sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2.21** :



Gambar 2.21 Konstruksi Busi (Muntaha, 2016)

Keterangan gambar:

1. Mur terminal busi.
2. Ulir terminal busi.
3. Barrier.
4. Insulator.
5. Seal Penghantar khusus.
6. Batang terminal.
7. Bodi.
8. Gasket.

9. Isolator.
10. Elektroda tengah.
11. Elektroda massa.

Walaupun konstruksi dari busi bisa dibilang sederhana tetapi kerja dari busi tersebut sangatlah berat, temperatur pada elektroda busi pada saat langkah pembakaran bisa mencapai suhu sekitar 2000°C. Setelah temperatur tinggi kemudian temperatur turun drastis pada saat langkah hisap (bahan bakar dan udara masuk ke dalam silinder). Perubahan temperatur ini terjadi berulang-ulang kali setiap 1 siklus langkah kerja. Selain itu busi juga menerima tekanan yang tinggi terutama pada saat langkah pembakaran yang bisa mencapai 45 atm.

Busi sendiri memiliki berbagai macam jenis, jenis-jenis busi dapat dilihat pada pemaparan di bawah ini:

1. Busi Standar

Busi standar adalah jenis busi yang dianjurkan oleh pabrik untuk setiap kendaraan. Kedua elektroda busi ini berbahan nikel dengan diameter elektroda rata-rata 2,5 mm, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2.22**.



Gambar 2.22 Jenis busi standar (Muntaha, 2016)

2. Busi Platinum

Busi jenis ini elektroda tengahnya terbuat dari platinum sedangkan ujung elektrodanya terbuat dari nikel. Diameter elektroda tengah sekitar 0,5-0,8 mm. Ujung elektroda tengah busi ini berbentuk mengerucut yang dapat membuat busi platinum ini mudah melepaskan elektron, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2.23**.



Gambar 2.23 Jenis busi Platinum (Muntaha, 2016)

3. Busi Resistor

Busi ini biasa dipakai pada motor yang menggunakan sistem injeksi bahan bakar. Cirinya adalah kode huruf R (Resistor) pada busi. Resistor 5 kilo ohm disisipkan ke tengah busi yang bertujuan memperlemah gelombang elektromagnetik yang ditimbulkan oleh loncatan bunga api di busi yang dapat mempengaruhi ECU (*Electronic Control Unit*), sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2.24**.



Gambar 2.24 Jenis busi Resistor (Muntaha, 2016)

4. Busi *Iridium*

Busi ini memiliki ujung elektroda yang terbuat dari nikel sedangkan elektroda tengahnya terbuat dari *iridium alloy* berwarna platinum buram. Diameter elektroda tengahnya sekitar 0,4 mm dan berbentuk lebih kecil dibanding busi standar dan busi platinum. Ukuran elektroda tengah pada busi *iridium* mempengaruhi *output* tegangan yang dihasilkan dari koil untuk melakukan proses pembakaran pada langkah akhir kompresi, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2.25**.



Gambar 2.25 Jenis busi *Iridium* (Muntaha, 2016)

5. Busi *Twin Iridium*

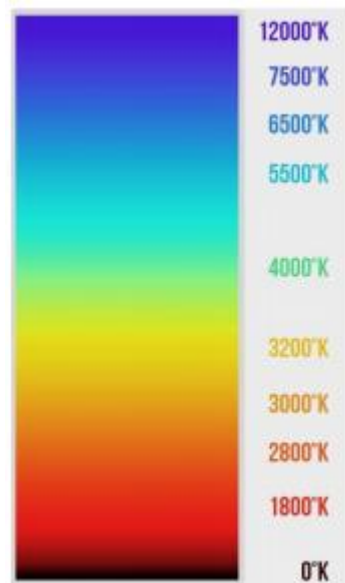
Busi jenis ini merupakan pengembangan dari busi *single iridium*. Pada busi *twin iridium* kedua elektrodanya terbuat dari bahan iridium sehingga membuat busi menjadi lebih tahan lama dan pengapian lebih baik, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2.26**.



Gambar 2.26 Jenis busi *Twin Iridium* (Muntaha, 2016)

Hal-hal yang dipaparkan di atas merupakan berbagai jenis busi yang ada pada saat ini dan busi yang sedang dikembangkan oleh para ilmuwan.

Pada tiap jenis busi mempunyai kemampuan tersendiri dalam menghasilkan besar dan warna bunga api tergantung pada celah busi, jenis bahan elektroda dan bentuk elektroda busi. Bunga api yang dihasilkan busi mempunyai warna masing-masing dan mempunyai temperatur yang berbeda pada tiap warna yang dihasilkan. Beberapa warna dan temperatur yang dihasilkan pada busi dapat ditunjukkan pada **Gambar 2.27** sebagai berikut :



Gambar 2.27 Grafik Suhu Warna (Muntaha, 2016)

2.2.5 Bahan Bakar

A. Pertamax

Pertamax merupakan bahan bakar ramah lingkungan beroktan tinggi dari hasil penyempurnaan produk dari PERTAMINA sebelumnya. Formula baru yang terbuat dari bahan baku berkualitas tinggi memastikan mesin kendaraan bermotor bekerja lebih baik, bertenaga, *knock free*, rendah emisi, dan memungkinkan menghemat pemakaian bahan bakar.

Pertamax memiliki beberapa keunggulan yaitu bebas timbal (*unleaded*) dan *Research Octane Number* sebesar 92 dengan stabilitas oksidasi yang tinggi dan kandungan *olefin*, *aromatic*, dan *benzene* pada level yang rendah, sehingga dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna pada mesin.

Pada **Tabel 2.1** berikut merupakan spesifikasi yang terdapat pada bahan bakar jenis pertamax dengan nilai oktan 92

Tabel 2.1 Spesifikasi Pertamax (www.pertamina.com)

NO.	KARAKTERISTIK	SATUAN	BATASAN		METODE UJI	
			MIN	MAKS	ASTM	LAIN
1.	Bilangan Oktana Riset	RON	92,0	-	D 2699	
2.	Stabilitas Oksidasi	Menit	480	-	D 525	
3.	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05 ¹⁾	D 2622 / D 4294	
4.	Kandungan Timbal (Pb)	gr/liter	-	0,013 ²⁾	D 3237	
5.	Kandungan Fosfor	mg/l	-	-	D 3231	
6.	Kandungan Logam (Mn, Fe, dll)	mg/l	-	-	D 3831	
7.	Kandungan Silikon	mg/kg	-	-	IICP-AES (Merujuk metode in house dengan batasan deteksi = 1 mg/kg)	
8.	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7 ³⁾	D 4815	
9.	Kandungan Olefin	% v/v	-	⁴⁾	D 1319	
10.	Kandungan Aromatik	% v/v	-	50,0	D 1319	
11.	Kandungan Benzena	% v/v	-	5,0	D 4420	
12.	Distilasi:				D 86	
	10% vol. penguapan	°C	-	70		
	50% vol. penguapan	°C	77	110		
	90% vol. penguapan	°C	130	180		
	Titik didih akhir	°C	-	215		
	Residu	% v/v	-	2,0		
13.	Sedimen	mg/l	-	1	D 5452	
14.	Unwashed Gum	mg/100 ml	-	70	D 381	
15.	Washed Gum	mg/100 ml	-	5	D 381	
16.	Tekanan Uap	kPa	45	60	D 5191 / D 323	
17.	Berat Jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m ³	715	770	D 4052 / D 1298	
18.	Korosi Bilah tembaga	merit	Kelas 1		D 130	
19.	Uji Doctor		Negatif			IP 30
20.	Belerang Mercaptan	% massa	-	0,002	D 3227	
21.	Penampilan Visual		Jernih dan terang			
22.	Warna		Biru			
23.	Kandungan Pewarna	gr/100 l	-	0,13		

B. Angka Oktan Bahan Bakar

Angka oktan pada bensin termasuk suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti berdetonasi, yaitu makin tinggi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinannya untuk terjadi detonasi (knocing). Dengan kurangnya intensitas untuk berdetonasi akan berakibat bahan bakar dengan udara yang dikompresikan didalam ruang bakar yang menjadi tenaga motor akan semakin besar dan lebih irit dalam konsumsi bahan bakar.

Besarnya angka oktan dalam bahan bakar itu tergantung oada presentase iso-oktan (C_8H_{18}) dan normal hepta (C_7H_{16}) yang terkandung. Bahan bakar yang cenderung ke sifat heptane normal itu bernilai oktan rendah, karena lebih mudah berdetonasi, sebaiknya bahan bakar yang bagus yaitu cenderung ke sifat isooktan (lebih sukar berdetonasi) dan bernilai oktan tinggi.

Tabel 2.2 Angka Oktan Bahan Bakar (www.pertamina.com, 2014)

Jenis Bahan Bakar	Angka Oktan
Bensin	88
Pertalite	90
Pertamax	92
Pertamax Plus	95
Pertamax <i>Racing</i>	100
Bensol	100

Dari **Tabel 2.2** dapat dilihat bahwa angka oktan untuk setiap jenis bahan bakar mempunyai angka oktan yang berbeda, angka oktan paling baik terdapat pada bahan bakar pertalite yaitu 90.

2.2.5 Parameter Performa Mesin

Hal-hal yang dijadikan sebagai parameter performa mesin adalah analisa terhadap Torsi, Daya dan Konsumsi Bahan Bakar. Ketiga parameter tersebut dapat digambarkan seperti di bawah ini:

1. Torsi

Torsi dapat didefinisikan sebagai daya yang bekerja pada jarak momen dan apabila dihubungkan dengan kerja dapat ditunjukkan dengan persamaan:

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

Keterangan:

- T = Torsi (N.m)
- F = Gaya yang terukur pada *Dynamometer* (N)
- b = Panjang langkah pada *Dynamometer* (m)
- 1 kgf.m = 9,807 N.m = 7,233 lbf.ft

2. Daya

Daya merupakan besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu, didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan dengan persamaan:

$$N_e = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot T \cdot \frac{1}{75} [PS] \dots\dots\dots(2.2)$$

$$N_e = \frac{Tn}{716,2} [PS] \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

- N_e = Daya poros (PS)
- n = Putaran Mesin (rpm)
- T = Torsi (N.m)
- 1 PS = 0,9863 HP
- 1 PS = 0,7355 kW

3. Konsumsi Bahan Bakar

Untuk mengetahui besarnya konsumsi bahan bakar dapat dicari dengan cara uji jalan yaitu dengan mengganti tangki motor dengan buret ukuran tertentu lalu buret diisi penuh dan digunakan untuk jalan hingga bahan bakar yang ada di dalam buret habis. Lalu dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$K_{bb} = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

- K_{bb} = Konsumsi bahan bakar ($\frac{ml}{s}$)
- V = Volume bahan bakar (ml)
- t = Waktu tempuh (s)