

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Sistem Pengapian

Motor pembakaran dalam ( *internal combustion engine* ) menghasilkan tenaga dengan cara membakar campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder . Pada motor bensin, Loncatan bunga api pada busi diperlukan untuk menyalakan campuran udara bahan bakar yang telah dikompresikan oleh piston di dalam silinder. Sedangkan pada motor diesel udara dikompresikan dengan tekanan yang tinggi menjadi sangat panas, dan bila bahan bakar disempatkan ke dalam silinder akan terbakar secara serentak. Karena pada motor bensin proses pembakaran di mulai oleh loncatan api tegangan tinggi yang dihasilkan oleh busi, beberapa metode diperlukan untuk menghasilkan arus tegangan tinggi yang diperlukan.

Pada motor bensin untuk membakar campuran udara dan bahan bakar yang telah dikompresikan diruang bakar diperlukan sistem pengapian yang merubah tegangan baterai 12 volt menjadi 5000 volt – 25000 volt dan kemudian dirubah menjadi percikan bunga api listrik oleh busi ke dalam ruang bakar. Untuk membangkitkan loncatan bunga api listrik antara dua elektroda busi itu di perlukan perbedaan tegangan yang cukup besar.

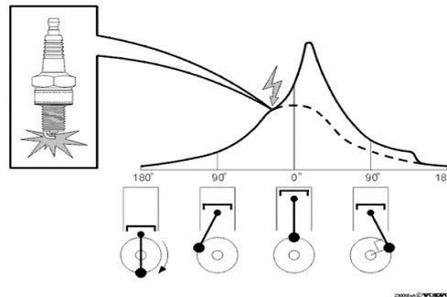
Untuk pengapian harus dipilih saat yang sedemikian rupa, sehingga motor memberikan daya terbesar dan pembakarannya yang berlangsung tanpa pukulan. Bila pengapian terjadi terlalu awal, maka gas sisa yang belum terbakar, terpengaruh oleh pembakaran yang masih berlangsung dan pemampatan yang masih berjalan akan terbakar sendiri. Ini berarti kerugian daya.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> BPM. Arends., H. Berenschot. 1992. Motor Bensin Jakarta : Erlangga h.69

Bila pengisian terjadi terlalu lambat, beberapa pukulan berkurang, tetapi berarti juga menurunnya daya. Tetapi dapat di bayangkan bahwa pengisian tambat dapat mengakibatkan terbakar sendiri, walaupun dalam prakteknya hal ini hampir tidak pernah terjadi . bila pengisian terlambat diruang piston pada akhirnya pembakaran sudah membesar bahwa sebagian kecil kalor berubah menjadi tekanan. Akibatnya adalah bahwa sisa kalor dalam jumlah besar tertinggal didalam motor. Bukan hanya disebabkan oleh pembebanan termis dari keberapa bagian , seperti katupnya menjadi terlalu panas , tetapi disebabkan oleh suhu yang tinggi akan terlampaui batas terbakar sendiri.<sup>2</sup>

Saat pengisian untuk mencapai pembakaran tanpa pukulan dan daya motor sebesar mungkin , merupakan hal yang sangat mutlak bukan hanya saat pengisian dasarnya tetapi jumlah derajat yang lebih awal pada frekuensi putaran tinggi.



Gambar 2.1 Waktu pengapian pada mesin<sup>3</sup>

Besarnya tegangan yang di perlukan bergantung beberapa faktor berikut

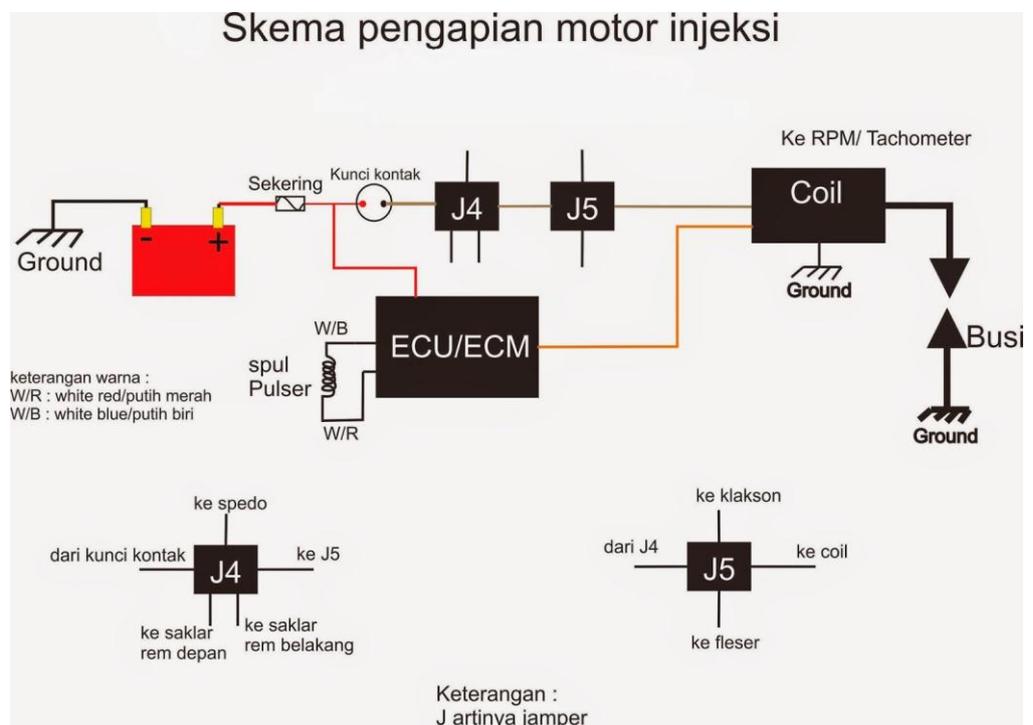
1. Perbandingan campuran bahan bakar dan udara.
2. Kepadatan campuran udara dan bahan bakar.
3. Jarak antara kedua elektroda serta bentuk elektroda.
4. Jumlah molekul campuran antara kedua elektroda.
5. Temperatur campuran dan kondisi operasi lain.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> BPM. Arends., H. Berenschot. op.cit h.70

<sup>3</sup> Gambar 2.1 Sumber: <http://satria155.com/timing-pengapian-motor-ignition/>

<sup>4</sup> Wiranto. Arismunandar. 1994. Motor bakar torak Bandung: ITB h.61

Perbandingan campuran bahan bakar dan udara dapat berkisar antara 0,06 – 0,12 untuk pembakaran sempurna. Untuk menyalakan campuran bahan bakar dan udara yang miskin diperlukan perbedaan tegangan yang lebih besar di bandingkan untuk menyalakan campuran bahan bakar dan udara yang kaya.<sup>5</sup>



Gambar 2.2 Sistem pengapian pada sepeda motor injeksi<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Wiranto. Arismunandar. Op.cit h.61

<sup>6</sup> Gambar 2.2 Sumber: <http://auto-champion.blogspot.co.id/2014/04/sistem-pengapian-motor-injeksi.html>

### 2.1.1. Komponen sistem pengapian

#### a. Accu / Aki

Baterai atau aki pada mobil berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem starter, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen-komponen kelistrikan lainnya.

#### b. *Engine Control Unit* ( ECU )

Cara kerja ECU mengontrol rasio udara dan bahan bakar, waktu pengapian, idle speed, waktu buka tutup katup. Berikut ini detail cara kerjanya.



Gambar 2.3 ECU BRT Juken 3<sup>7</sup>

- Mengontrol Rasio Udara dan Bahan Bakar

Untuk mesin dengan teknologi injeksi, ECU akan menentukan jumlah bahan bakar yang akan dikirim berdasarkan beberapa parameter yang diperoleh dari sensor-

<sup>7</sup> Gambar 2.3 Sumber: [http://news.motorplus-online.com/read/-BAPluit2H3RKQ36\\_iMP5ucgKxFMQT68PffpQV8Keno/3/0/ECU-BRT-Juken-3](http://news.motorplus-online.com/read/-BAPluit2H3RKQ36_iMP5ucgKxFMQT68PffpQV8Keno/3/0/ECU-BRT-Juken-3)

sensor yang tersebar di mesin. Jika *Throttle Position Sensor* menunjukkan pedal gas ditekan lebih dalam, *Mass Flow Sensor* (MFS) akan mengukur jumlah udara tambahan yang tersedot ke dalam mesin dan ECU akan menyuntikkan lebih banyak bahan bakar ke dalam mesin. Jika cairan pendingin *Engine Coolant Temperature Sensor* menunjukkan mesin juga panas, bahan bakar akan diinjeksi lagi.

- Mengontrol Waktu Pengapian

Sebuah mesin pengapian membutuhkan percikan api untuk memulai pembakaran di ruang bakar. ECU mengatur waktu yang terjadinya percikan (disebut waktu pengapian) untuk menyediakan daya yang lebih baik dan ekonomis. Jika ECU mendeteksi ketukan, suatu kondisi yang berpotensi merusak mesin, maka ECU akan menilai masih terlalu cepat memberikan percikan api dan ECU akan menunda (memperlambat) waktu percikan untuk mencegah hal ini. Karena ketukan cenderung terjadi lebih pada putaran mesin yang lebih rendah, ECU akan otomatis mengontrol transmisi penurunan ke gigi yang lebih rendah sebagai upaya pertama untuk mengurangi ketukan.

- Mengontrol Kecepatan Mesin Pada Saat *Idle*

Hampir semua mesin memiliki *sistem Idle Speed Control* yang terintegrasi di dalam ECU. RPM mesin dipantau oleh *Crankshaft Position Sensor* yang memainkan peranan utama dalam fungsi mengontrol waktu injeksi bahan bakar, mengatur kapan dilakukannya percikan, dan buka tutupnya katup. Sistem idle speed control harus mengantisipasi beban mesin pada saat idle. Perubahan pada saat idle biasanya datang dari sistem HVAC, *power steering systems*, *power brake systems*, dan *electrical charging dan supply systems*.

Temperatur mesin dan status transmisi, dan durasi dari *camshaft* juga mempengaruhi kinerja mesin dan atau nilai kecepatan idle yang diinginkan.

- Mengontrol Durasi Buka Tutup Katup

Beberapa mesin memiliki *Variable Valve Timing*. Dalam mesin seperti itu, ECU mengontrol waktu dalam siklus mesin di mana katup membuka. Katup yang biasanya dibuka lebih cepat di kecepatan mesin tinggi dari pada kecepatan rendah. Hal ini dapat mengoptimalkan aliran udara ke dalam silinder sehingga meningkat kekuatan mesin dan ekonomi.

Misalnya, saat berkendara dengan kecepatan tetap, katup akan membuka dan sedikit bahan bakar akan disuntikkan, katup kemudian menutup. Tapi, ketika Anda tiba-tiba menginjak pedal gas, katup akan membuka kembali sesuai kedalaman pedal yang ditekan dan bahan bakar akan disuntikkan lebih banyak sehingga kecepatan kendaraan Anda dipercepat. ECU akan mengkalkulasi beban mesin pada RPM yang tepat dan memutuskan bagaimana membuka katup: awal, atau terlambat, terbuka lebar, atau hanya setengah terbuka. Pembukaan yang optimal dan waktu selalu tercapai dan pembakaran adalah setepat mungkin.

c. CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)

Disingkat CDI, inilah perangkat pengapian paling digembargemborkan. Padahal fungsinya sederhana, menempatkan waktu ledak busi di ruang bakar pada saat yang tepat seiring pergerakan piston. Timing (tempo) pengapian, kurva, derajat, adalah bahasa-bahasa umum untuk membahas CDI.



Gambar 2.4. CDI VORTEX<sup>8</sup>

Capacitor discharge ignition sistem menyimpan energi di dalam kapasitor lebih banyak daripada dalam koil. CDI memang masih membutuhkan koil, namun koil hanya sebatas digunakan untuk transformasi pulsa agar tegangan meningkat dengan cepat. Oleh karenanya CDI modern seperti milik BRT tidak membutuhkan koil racing, cukup koil bawaan pabrikan sudah mampu memberi efek signifikan. Begitu pula penggantian CDI pada motor modern akan lebih terasa, dibanding hanya sekedar mengganti koil.

Dalam sistem CDI, circuit tenaga utama adalah sebuah oscilator mini yang mengisi kapasitor hingga 600 volt dan menunggu kontak pick up dan pulser memicu sistem. Ini disebut Magnetic Trigering System. Ketika sinyal dipicu, kapasitor akan menghantarkan energi ke kumparan primer pada koil. Koil bertindak sebagai perubah pulsa dan meninggikan tegangan dari kapasitor hingga menjadi 40.000 volt yang dibutuhkan untuk menciptakan loncatan bunga api sejauh kurang dari 1mm di dalam ruang bakar yang terkompresi.

---

<sup>8</sup>Gambar 2.4 Sumber: <http://www.atvriders.com/atvnews/duncanracing-2009-atv-ltr450-ktm450-525-vortex-cdi.html>

- Keunggulan dan kekurangan

CDI memiliki banyak keunggulan utamanya dalam menghasilkan tegangan yang cepat membesar. Kenyataannya, kecepatan ini hanya membutuhkan waktu 0,002 detik untuk memenuhi tegangan kapasitor. Secara teoritis, CDI harus dalam kondisi bagus untuk menyajikan bunga api berkualitas terus menerus hingga lebih dari 10.000 kali per menit. Tapi, CDI hanya menyajikan bunga api dalam waktu pendek dan bergantung kekuatan pemicu bunga api.

d. Platina

Platina pada sistem pengapian berfungsi untuk memutuskan hubungan arus listrik yang mengalir melalui kumparan primer *ignition* koil untuk menghasilkan arus listrik tegangan tinggi pada kumparan sekunder dengan jalan (cara) induksi magnet listrik (*elektromagnetic induction*).

e. Koil Pengapian

Arus listrik yang datang dari generator ataupun baterai akan masuk kedalam koil. Dengan tegangan sekitar 12 volt dan oleh koil tegangan ini akan dinaikkan sampai sekitar 10.000 volt. Pada gulungan primer mempunyai kawat yang dililitkan dengan diameter 0,6 sampai 0,9 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 200 lilitan. Sedang kumparan sekunder mempunyai lilitan kawat dengan diameter 0,05 sampai 0,08 mm dengan lilitan sebanyak 20.000 lilitan.

Karena perbedaan jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder maka kumparan sekunder akan timbul tegangan kira-kira 10.000 volt. Arus tegangan tinggi timbul akibat terputusnya aliran arus pada kumparan primer yang mengakibatkan tegangan induksi pada kumparan sekunder. Hilangnya medan magnet terjadi saat

terputusnya arus listrik pada kumparan primer, maka dibutuhkan suatu pemutus arus.

f. Kunci kontak

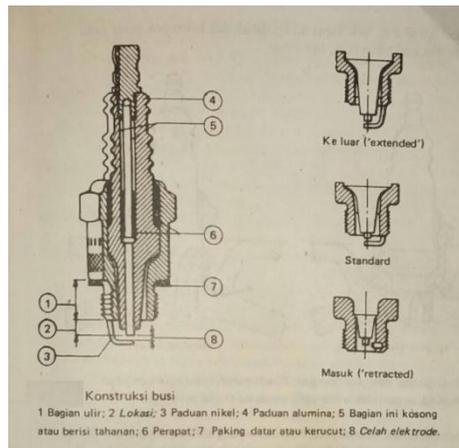
Kunci kontak merupakan sakelar utama yang menghubungkan baterai dengan seluruh sistem yang ada (termasuk sistem pengapian) berfungsi untuk menghubungkan kumparan pengisian unit CDI. Saat kunci kontak posisi ON, titik kontak yang ada di kedua terminalnya saling berhubungan, sehingga arus listrik dapat mengalir dari satu terminal ke terminal lain. Sistem pengapian CDI (Capasitor Discharge Ignation) atau sistem pengapian pengosongan kapasitif yang merupakan penyempurnaan dari sistem pengapian magnet konvensional dengan kontak platinum.

g. Kabel tegangan tinggi

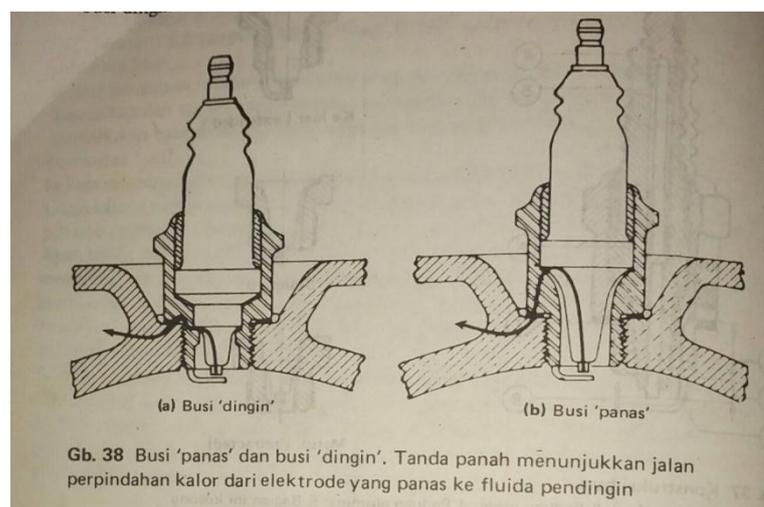
Mengalirkan arus listrik tegangan tinggi dari koil ke busi.

h. Busi / *Spark Plug*

Busi adalah alat yang digunakan untuk meloncatkan bunga api didalam ruang bakar. Bunga api yang diloncatkan dengan perbedaan tegangan 10.000 - 20.000 volt diantara kedua kutub elektroda busi. Busi mengalami tekanan temperatur tinggi dan getaran sangat keras maka konstruksi busi dibuat dari bahan yang mengatasi hal tersebut. Jenis busi umumnya dirancang menurut keadaan panas dan temperatur dalam ruang bakar. Busi dibagi menjadi tiga, yaitu busi dingin, busi sedang (medium type) dan busi panas.

Gambar 2.5. Busi<sup>9</sup>

Busi dingin adalah busi yang menyerap dan melepaskan panas dengan cepat sekali. Biasanya digunakan untuk mesin yang temperature ruang bakarnya tinggi. Busi panas adalah busi yang menyerap serta melepaskan panas dengan lambat. Jenis ini dipakai untuk mesin yang temperatur ruang bakarnya rendah. Kondisi operasi mesin menentukan busi mana yang baik dipergunakan. Untuk mesin dengan tekanan efektif rata – raata dan putaran tinggi sebaiknya dipergunakan busi dingin untuk mencegah penyalaan prematur, terutama pada mesin daya tinggi.<sup>10</sup>

Gambar 2.6. Busi dingin dan busi panas<sup>11</sup>

<sup>9</sup> Gambar 2.5 Sumber: w. Arismunandar, motor bakar torak h.71

<sup>10</sup> Wiranto .arismunandar. 1994. Motor bakar torak Bandung: ITB h.72

<sup>11</sup> Gambar 2.6 Sumber: w. Arismunandar, motor bakar torak h.72

## 2.2 Bahan Bakar

Bahan Bakar yaitu suatu materi apa pun yang dapat dirubah menjadi energi. Umumnya bahan bakar mengandung energi panas yang bisa dilepaskan serta dimanipulasi. Biasanya bahan bakar dipakai manusia lewat sistem pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar itu akan melepaskan panas sesudah direaksikan dengan oksigen. Di dalam motor bensin selalu kita harapkan bahan bakar dan udara itu sudah tercampur secara dengan baik sebelum dinyalakan oleh busi.<sup>12</sup>

### 2.2.1 Angka Oktan Bahan Bakar

Pengertian Angka Oktan Pengertian angka oktan Angka oktan suatu bahan bakar adalah bilangan yang menyatakan persentase volume isooktana dalam campuran yang terdiri dari iso-oktana (2,2,4-trimethylpentane) dan normal-heptana (n-heptane). Contoh sederhana adalah Premium dengan angka oktan 88, yang berarti campuran volume iso-oktana sebanyak 88% dan 12% volume normal-heptana. Bahan bakar yang baik haruslah memiliki angka oktan yang tinggi pada seluruh daerah destilasinya untuk mencegah terjadinya *knocking*.<sup>13</sup>

Angka oktan dapat disesuaikan dengan menambahkan aditif untuk menaikkan nilainya. Semakin tinggi angka oktan, semakin besar tekanan yang dibutuhkan bahan bakar untuk terbakar. Jika bahan bakar oktan rendah digunakan di mesin yang dirancang untuk oktan tinggi, bahan bakar bisa meledak atau menyebabkan ketukan hebat (*knocking*) yang bisa merusak mesin.

---

<sup>12</sup> Wiranto.arismunandar. 1994. Motor bakar torak Bandung: ITB h.72

<sup>13</sup> Sugiarto Bambang, dkk. 2007 Analisa Kinerja Mesin Otto Berbahan Bakar Premium Dengan Penambahan Aditif Oksigenat Dan Aditif Pasaran.

## 2.3 Mesin Dyno

Dinamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tenaga atau daya yang dikeluarkan atau dihasilkan dari suatu mesin kendaraan bermotor. Dinamometer atau dyno test, adalah sebuah alat yang juga digunakan untuk mengukur putaran mesin/RPM dan torsi dimana tenaga/daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar dapat dihitung.

Dynamometer dapat dibagi dalam dua jenis yang pertama adalah yang memalang langsung terhadap mesin, dikenal dengan nama *Dinamometer Mesin- engine dyno*, dan sebuah *dyno* yang dapat mengukur daya dan torsi tanpa memindahkan mesin kendaraan dari rangka kendaraan, dan dikenal sebagai sebuah Dinamometer rangka – *chassis dyno*.

Dinamometer Mesin atau engine dyno digunakan untuk mengetahui besar jumlah tenaga atau daya yang dikeluarkan oleh suatu mesin. Dalam prakteknya, dynamometer mesin mengukur tenaga sebenarnya yang dari mesin kendaraan bermotor. Dinamometer Mesin memberikan data yang terbaca dalam satuan daya kuda atau *horsepower*. Satuan ini dinotasikan dengan dua huruf yaitu, *dk*.

Dinamometer rangka /sasis adalah suatu alat uji otomotif yang digunakan untuk mengukur daya sebenarnya yang diberikan motor kepada roda-roda penggerak.

### 2.2.1 Cara Kerja Dynamometer

Kendaraan digerakkan dari bawah oleh dua pemutar- rollers sehingga roda kemudi dapat memutar penggiling. Teknisi dapat menghubungkan sebuah aneka alat uji lainnya untuk menguji mesin dibawah kondisi kerja. Ketika kendaraan dijalankan diatas dynamometer, alat uji menampilkan kemampuan mesin saat mesin bekerja, berakselerasi dan saat perlambatan akselerasi.

Perhitungan daya mekanis

Sebelum kita mempelajari lebih jauh tentang Dinamometer ada baiknya kita terlebih dahulu mengetahui tentang daya mekanis. Sesuai dengan defenisi kerja, jika muatan 6000 pon diangkat ketinggian 80 kaki, diperlukan kerja sebagai berikut :

$$6000 \text{ pon} \times 80 \text{ kaki} = 480.000 \text{ pon-kaki}$$

Disini tidak dikatakan mengenai waktu yang diperlukan untuk mengangkat muatan tersebut, tetapi hanya diperlukan kerja 480.000 pon kaki.



Gambar 2.7 mesin dyno<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Sumber: <https://www.gilamotor.com/2015/10/sportisi-motorsport-spesialis-up-grade-performa-mesin-dan-test-dynojet/>