

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Machmud (2013) meneliti tentang pengaruh variasi untuk derajat pengapian terhadap kerja mesin. Derajat pengapian dimajukan dari kondisi standart agar diperoleh peningkatan nilai prestasi pada mesin. Hal ini dapat dilihat dari nilai torsi dan daya yang lebih besar pada derajat pengapian yang dimajukan 6° dari standarnya. Hasil dari derajat pengapian standart 7,0 Hp / 7625 rpm sedangkan hasil dari derajat pengapian yang dimajukan 6° standart 7,3 Hp / 7796 rpm. Hasil meningkat dikarenakan derajat pengapian dimajukan 6° dari standarnya.

Sigit (2012) meneliti tentang pengaruh variasi CDI dan putaran mesin terhadap daya mesin pada motor Suzuki satria F 150 cc tahun 2008. Seluruh komponen motor dalam keadaan standar sesuai spesifikasi pabrik, pada saat penelitian menggunakan bahan bakar pertamax. Adanya pengaruh yang signifikan antara CDI terhadap daya mesin. Daya CDI standart lebih kecil dari daya CDI dual band. Daya maksimal sebesar 16,2 Hp / 9242 rpm didapat pada pengapian CDI dual band. Dikarenakan pengapian CDI dual band lebih besar *output* arus yang di keluarkan sehingga dapat meningkatkan Daya pada mesin.

Sarifudin (2011) meneliti tentang pengaruh pemasangan dua CDI dan variasi putaran mesin terhadap tegangan output dan konsumsi bahan bakar terhadap kinerja motor 4 langkah Honda Supra X 125 cc. Pada percobaan ini yang di cari adalah variasi putaran mesin 1500, 2500, 3500, 4500, 5000 rpm terhadap tegangan output dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Honda Supra X 125 cc. Pada percobaan tersebut dapat diperoleh bahwa konsumsi bahan bakar yang dihasilkan dua CDI Honda Supra X 125 pada putaran mesin 1500 rpm = 2,6 ml/menit, 2500 rpm = 4,1 ml/menit, 3500 rpm = 5,1 ml/menit, 4500 rpm =

7,4 ml/menit, 5500 rpm = 9,2 ml/menit. Dari hasil tersebut, maka konsumsi bahan bakar satu CDI lebih irit dan konsumsi bahan bakar dua CDI lebih boros.

Yulianto (2013) melakukan penelitian pengaruh penggunaan bensol sebagai bahan bakar motor empat langkah 105 cc dengan variasi CDI tipe Standar dan *Racing*, penelitian menggunakan mesin 105 cc Yamaha Vega R. Torsi maksimum diperoleh sebesar adalah 6,92 N.m pada penggunaan jenis bahan bakar premium dengan CDI *Racing*, kemudian bahan bakar bensol dengan CDI standar 6,87 N.m dan bahan bakar bensol dengan CDI *Racing* 6,82 N.m. Daya maksimum sebesar 4,9 kW pada penggunaan jenis bahan bakar premium dengan CDI *Racing* sedangkan pada bahan bakar bensol dengan CDI tipe standar dan *racing* daya maksimum yang dicapai mempunyai nilai sama yaitu 4,7 kW.

Mulyono (2012) melakukan penelitian pada motor Honda Beat Matic 108 cc berbahan bakar premium dan pertamax. Pada percobaan ini parameter yang dicari adalah torsi, daya, dan kemudian menganalisa konsumsi bahan bakar spesifik yang digunakan pada produksi pertamina yang biasa digunakan, antara lain premium dan pertamax. Hasil yang di dapat dalam percobaan ini ialah pada komposisi dari bahan bakar pertamax 50% + premium 50% daya maksimum yang dihasilkan sebesar 6,5 kW pada putaran 3500 sampai 4500 dan pada putaran 5500 dengan konsumsi bahan bakar spesifik minimum sebesar 0,43 kg/kWh.

Purnomo (2012) melakukan analisis penggunaan CDI digital *hyper band* dan variasi putaran mesin terhadap torsi dan daya mesin pada sepeda motor Yamaha Jupiter MX tahun 2008. Penelitian ini menggunakan bahan bakar premium dan dilakukan mulai posisi gigi 2 pada saat pengambilan data (DYNOTEST sudah dikalibrasi untuk gigi 2 pengujian daya pada sepeda motor dengan *top gear* 4 atau selisih 2 *gear* dari *top gear*). Hasil dari penelitian menunjukkan pada putaran mesin 4000 rpm – 6000 rpm grafik torsi yang terjadi ketika menggunakan CDI standar dan CDI digital *hyper band* hampir sama. Pada putaran mesin 6000 rpm - 9000 rpm torsi yang dihasilkan oleh kedua CDI sama-sama menurun. Besar torsi maksimal yang dapat dihasilkan oleh kedua CDI

adalah sama. Pada putaran mesin 9100 rpm, grafik torsi yang dihasilkan ketika menggunakan CDI standar terputus. Sedangkan ketika menggunakan CDI digital *hyper band* dapat terjadi hingga putaran mesin 10600 rpm. Daya ketika menggunakan CDI standar dan CDI *hyper band* pada putaran mesin 4000 rpm – 7000 rpm hampir sama. Pada putaran 7500 rpm – 8500 rpm ketika menggunakan CDI *hyper band* lebih unggul di banding CDI standar yaitu pada 7500 rpm daya yang di hasilkan 9,5 Hp dengan selisih 0,4 Hp. Di putaran mesin 8000 rpm lebih unggul 0,2 Hp dan pada putaran mesin 8500 rpm unggul 0,1 Hp. Grafik putaran mesin saat menggunakan CDI standar hanya mampu sampai 9100 rpm, sedangkan CDI *hyper band* baru terputus pada putaran mesin 10600 rpm. Daya maksimal CDI standar terjadi pada putaran 9050 rpm yaitu sebesar 10,07 Hp, sedangkan daya poros CDI *hyper band* terjadi pada putaran 9100 rpm yaitu sebesar 10,04 Hp.

Ramdani (2015) meneliti tentang pengaruh variasi CDI terhadap performa dan konsumsi bahan bakar Honda Vario 110 cc. Parameter yang dicari adalah daya torsi, dan konsumsi bahan bakar (mf). Dari hasil penelitian diperoleh torsi dan daya maksimal pada kondisi satu yaitu motor dalam keadaan standar dengan torsi maksimal sebesar 7,517 N.m diputaran 6000 rpm dan daya maksimal sebesar 5,712 kW diputaran 8000 rpm. Sedangkan kondisi kedua dengan menggunakan CDI *dual band* diperoleh torsi maksimal sebesar 7,511 N.m di rpm 6500 dan daya maksimal sebesar 5,835 kW diputaran 8500 rpm dari da CDI hasilnya cenderung berhimpitan karena CDI mempunyai kinerja yang sama baiknya dalam menghasilkan percikan bunga api dengan pengapian yang tepat.

Wardana (2016) meneliti tentang pengaruh variasi CDI terhadap kinerja motor 4 langkah 200 cc berbahan bakar premium. Parameter yang dicari adalah daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar. Dari hasil penelitian diperoleh torsi tertinggi pada penggunaan CDI *racing* Siput Advan Tech dengan torsi sebesar 17,38 (Nm) pada putaran mesin 7750 rpm. Daya tertinggi diperoleh pada penggunaan CDI *racing* Siput Advan Tech dengan daya sebesar 17,5 Hp pada putaran mesin 6450 rpm. Konsumsi bahan bakar CDI standar sebesar 35,87 km/l, CDI BRT sebesar 33,3 km/l, dan CDI SAT sebesar 32,85 km/l dengan

menggunakan bahan bakar yang sama yaitu premium 420 ml. Karena timing pengapian pada CDI standar lebih tepat untuk membakar bahan bakar premium.

Basuki (2019) melakukan penelitian bahwa suatu pemotongan blok silinder 1 mm dan cdi *racing* menggunakan bahan bakar pertamax turbo berpengaruh pada torsi dan daya yang berubah cukup signifikan dikarenakan adanya suatu penyempitan pada volume ruang bakar yang lebih cepat dari sebelum saat pembakaran sehingga pembakaran di ruang bakar lebih maksimal. Di karenakan terjadinya pemadatan volume pada ruang bakar sehingga pembakaran lebih cepat dari standarnya sehingga menghasilkan Torsi, Daya, dan rasio kompresi yang meningkat karena perbandingan rasio kompresi dengan oktan yang tinggi sesuai dengan kebutuhan sepeda motor yang sudah dipersempit pada ruang bakarnya.

Prakoso (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi kapasitas *ELECTROSTATIC CAPACITOR* pada CDI tipe DC terhadap daya motor dan emisi gas buang sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dan kadar emisi gas buang CO. Dalam penelitian ini terdapat temuan bahwa ada pengaruh yang signifikan dari variasi pemasangan kapasitansi electrostatic capacitor pada Capacitor Discharge Ignition (CDI) tipe Direct Current (DC) terhadap emisi gas buang CO sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc. Pemasangan kapasitansi capacitor 2,0 μF pada CDI menunjukkan berdampak pada penurunan kadar emisi gas buang CO yang signifikan dibandingkan dengan kapasitansi capacitor 0,678 μF dan 1,017 μF . Karena pemasangan CDI DC pada motor Jupiter mendapatkan pembakaran yang maksimal diruang bakar sehingga bahan bakar terbakar habis, karena apabila pemasangan CDI DC tidak tepat pada motor Yamaha Jupiter Z maka emisi yang dihasilkan tinggi sehingga menyebabkan pembakaran tidak terbakar sempurna sehingga bahan bakar mentah ikut terbuang bersamaan dengan gas buang

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menghasilkan variasi kinerja mesin, baik dari segi daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar. Penelitian ini menggunakan variasi CDI yang berbeda dari penelitian terdahulu (Prakoso, 2016; Ramdani, 2015; dan Yulianto, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengukur perubahan pada daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar (Wardana, 2016 dan Mulyono, 2012) pada sepeda motor Jupiter MX 135cc.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Pengertian Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor yang mengubah energi *thermal* atau panas menjadi energi mekanik. Sebelum menjadi energi mekanik, energi kimia bahan bakar diubah terlebih dahulu menjadi energi *thermal* atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara.

Berdasarkan tempat pembakaran bahan bakarnya mesin kalor terbagi menjadi 2 jenis, yaitu :

- a. Motor pembakaran luar atau *Eksternal Combustion Engine (ECE)*, adalah mesin yang proses pembakarannya dilakukan di luar mesin, sehingga diperlukan mesin tambahan untuk melakukan pembakaran. Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi energi mekanis, tetapi disalurkan terlebih dahulu melalui media penghantar kemudian diubah menjadi energi mekanis. Contoh mesin yang menggunakan sistem ECE adalah turbin uap.
- b. Motor pembakaran dalam atau *Internal Combustion Engine (ICE)*, adalah mesin yang proses pembakarannya dilakukan di dalam motor bakar, sehingga panas dari hasil pembakaran dapat langsung diubah menjadi energi mekanis. Contoh mesin yang menggunakan sistem ICE adalah motor bakar torak.

2.2.2. Motor Bensin (*Otto*)

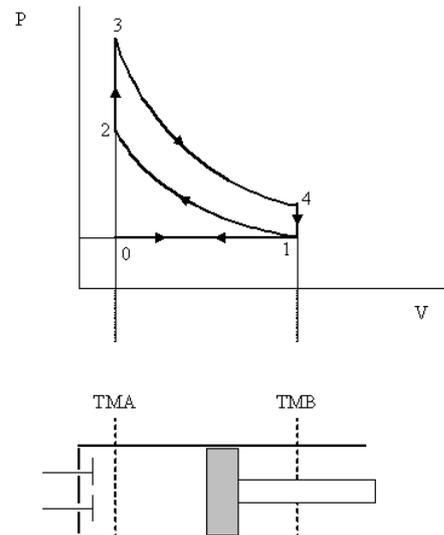
Motor bensin adalah salah satu jenis motor pembakaran dalam yang banyak digunakan untuk menggerakkan atau sebagai sumber tenaga pada kendaraan. Motor bensin menghasilkan tenaga pembakaran bahan bakar udara (oksigen) yang ada dalam silinder dan dalam pembakaran ini akan menimbulkan panas sekaligus akan mempengaruhi gas yang ada dalam silinder untuk mengembang. Motor bensin terbagi menjadi 2 jenis, yaitu motor bensin 2 langkah dan motor bensin 4 langkah. Perbedaan kedua motor bensin tersebut terletak pada jumlah langkah proses pembakarannya. Motor bensin 2 langkah hanya memerlukan dua langkah piston untuk melakukan proses pembakaran dari langkah isap sampai langkah pembuangan, sedangkan motor bensin 4 langkah memerlukan 4 langkah piston untuk melakukan proses pembakaran dari langkah isap sampai dengan langkah pembuangan. (Arismunandar,2002)

2.2.3. Siklus Termodinamika

Proses termodinamika dan kimia yang terjadi di dalam motor bakar torak sangat kompleks untuk dianalisis. Untuk mempermudah proses analisis tersebut perlu diberikan gambaran tentang suatu keadaan yang ideal. Untuk menganalisis motor bakar digunakan siklus udara sebagai siklus yang ideal. Di dalam siklus udara terdapat 3 jenis siklus, yaitu :

- a. Siklus udara volume-konstan (siklus *Otto*).
- b. Siklus udara tekanan-konstan (siklus *Diesel*).
- c. Siklus udara tekanan-terbatas (siklus gabungan).

Siklus udara volume konstan (siklus *Otto*). Siklus ini dapat digambarkan dengan grafik P vs v seperti berikut:



Gambar 2.1. Diagram P vs v dari siklus *Otto* volume konstan (Arismunandar, 2002)

Sifat ideal yang dipergunakan serta keterangan mengenai proses siklusnya adalah sebagai berikut :

- Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan;
- Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan-konstan;
- Langkah kompresi (1-2) proses isentropik ialah proses yang berlangsung disertai tanpa disertai perubahan entropi;
- Proses pembakaran volume-konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukkan kalor pada volume konstan;
- Langkah kerja (3-4) proses isentropik ialah proses yang berlangsung disertai tanpa disertai perubahan entropi;
- Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume-konstan;
- Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan-konstan;
- Siklus dianggap 'tertutup', artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama; atau, gas yang berada di dalam silinder pada titik 1 dapat dikeluarkan dari dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida yang sama.

2.2.4. Prinsip Kerja Motor Bakar

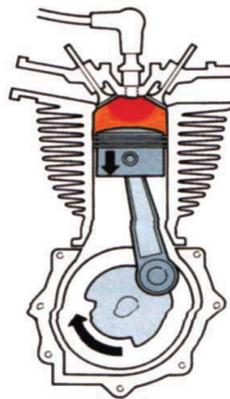
2.2.4.1. Motor Bensin 4 Langkah

Motor empat langkah adalah motor yang menyelesaikan satu siklus pembakaran dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol, jadi dalam satu siklus kerja telah mengadakan proses pengisian, kompresi dan penyalaan, ekspansi serta pembuangan. Dibandingkan dengan motor 2 tak, motor 4 tak lebih sulit dalam perawatan karena banyak komponen-komponen pada bagian mesinnya. Pada motor empat tak titik paling atas yang mampu dicapai oleh gerakan torak disebut titik mati atas (TMA), sedangkan titik terendah yang mampu dicapai torak pada silinder disebut titik mati bawah (TMB). (Arismunandar,2002)

Dengan asumsi bahwa katup masuk dan katup buang terbuka tepat pada waktu piston berada pada TMA dan TMB, maka siklus motor 4 langkah dapat diterangkan sebagai berikut:

a. Langkah Hisap

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB), akibatnya terjadi pertambahan volume dan penurunan tekanan di atas piston. Pada langkah ini katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Karena perbedaan tekanan di luar dan di dalam silinder menyebabkan campuran bahan bakar akan mengalir masuk ke dalam silinder. Dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Prinsip kerja langkah hisap (Suyanto, 2000)

b. Langkah Kompresi

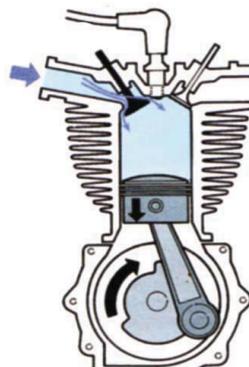
Gerakan piston dari TMB menuju TMA dalam keadaan katup hisap maupun buang tertutup, akibatnya campuran bahan bakar di atas piston dipampatkan atau dikompresi sehingga tekanan dan suhunya naik. Dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Prinsip kerja langkah Kompresi (Suyanto, 2000)

c. Langkah Usaha

Melalui batang piston gaya dorong piston di teruskan ke poros engkol, dimana gerak translasi piston berubah menjadi gerak putar, yang kemudian dimanfaatkan untuk memutar beban, oleh karena itu langkah ini disebut langkah usaha. Dapat dilihat pada Gambar 2.4. di bawah ini:



Gambar 2.4. Prinsip kerja langkah Usaha (Suyanto, 2000)

d. Langkah Buang

Piston bergerak dari TMB menuju TMA dalam keadaan katup hisap tertutup dan katub buang terbuka. Gerakan tersebut menyebabkan gas sisa pembakaran akan terdorong ke luar melalui katub buang, saluran buang terus ke knalpot.

Setelah langkah buang, motor akan melakukan langkah hisap, kompresi, usaha, buang demikian seterusnya sehingga motor berputar terus. Dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Prinsip kerja langkah Buang (Suyanto, 2000)

2.2.5. Sistem Pengapian

Fungsi sistem pengapian adalah mengatur proses pembakaran campuran bensin dan udara di dalam silinder sesuai waktu yang sudah ditentukan yaitu pada akhir langkah kompresi. Pembakaran diperlukan karena pada motor bakar bensin pembakaran tidak bias terjadi dengan sendirinya. Pembakaran campuran bensin-udara yang dikompresikan terjadi di dalam silinder setelah busi memercikkan bunga api, sehingga diperoleh tenaga akibat pemuaiian gas (eksplosif) hasil pembakaran, mendorong piston ke TMB menjadi langkah usaha. Agar busi dapat memercikkan bunga api, diperlukan suatu sistem yang bekerja secara akurat. Sistem pengapian terdiri dari berbagai komponen yang bekerja bersama-sama dalam waktu yang sangat cepat dan singkat. Sistem pengapian terdiri dari 2 jenis, yaitu sistem pengapian konvensional dan sistem pengapian elektronik. Perbedaan mendasar kedua sistem pengapian ini terletak pada pengatur sistem pengapiannya.

Pengapian konvensional menggunakan platina sebagai pengatur pengapiannya, sedangkan pengapian elektronik menggunakan CDI sebagai pengatur pengapiannya.

2.2.5.1. Sistem Pengapian Elektronik

Sistem pengapian elektronik pada motor dibuat untuk mengatasi kelemahan-kelemahan yang terjadi pada sistem pengapian konvensional, baik yang menggunakan baterai maupun magnet. Pada pengapian konvensional umumnya kesulitan membuat komponen seperti *contact breaker* (platina) dan unit pengatur saat pengapian otomatis yang cukup presisi (teliti) untuk menjamin keterandalan dari kerja mesin. Sistem pengapian elektrik menggunakan CDI (*Capasitor Discharge Ignition*) sebagai pengganti platina pada sistem pengapian konvensional. Komponen CDI secara umum merupakan suatu alat yang mampu mengatur dan menghasilkan energi listrik yang sangat baik diseluruh rentang putaran mesin (*rpm*) mulai dari putaran rendah pada saat *start* sampai putaran mesin tinggi saat kendaraan dipacu sangat kencang. Terdapat beberapa macam sistem pengapian elektronik, antara lain :

- a. Sistem pengapian semi transistor, merupakan sistem pengapian elektronik yang masih menggunakan platina.
- b. Sistem pengapian *full-transistor*, merupakan sistem yang tidak terdapatnya bagian-bagian yang bergerak (secara mekanik) dan mengandalkan *magnetic trigger* (magnet pemicu) dan sistem *pick up coil* untuk memberikan sinyal ke *control unit* guna menghasilkan percikan bunga api busi.
- c. Sistem pengapian *Capasitor Discharge Ignition* (CDI), merupakan sistem pengapian elektronik yang sangat populer digunakan pada sepeda motor saat ini. Sistem pengapian CDI lebih menguntungkan dan lebih baik dibandingkan pengapian *konvensional* (menggunakan platina). Dengan pengapian CDI, tegangan pengapian yang dihasilkan lebih besar dan stabil sehingga proses pembakaran campuran bensin dan udara bisa berpeluang makin sempurna.

2.2.5.2 Sistem Pengapian CDI

Sistem pengapian CDI merupakan salah satu jenis sistem pengapian pada kendaraan bermotor yang memanfaatkan arus pengosongan muatan (*discharge current*) dari kondensator yang berfungsi memacu daya kumparan pengapian (*ignition coil*). Pengapian sistem ini lebih ke arah pengapian yang diatur secara oleh suatu komponen yang dinamakan CDI (*Capasitor Discharge Ignition*). CDI mempunyai tugas yang samadengan platina, yaitu mengatur waktu meletiknya bunga api pada busi yang akan membakar bahan bakar yang telah dimampatkan oleh piston.

Sistem pengapian CDI terbagi menjadi jenis, yaitu :

- a. Sistem pengapian CDI-AC (*Alternative Current*), merupakan sistem pengapian CDI yang sumber tegangan listriknya berasal dari *sourch coil*.
- b. Sistem Pengapian CDI-DC (*Dirrect Current*), merupakan sistem pengapian CDI yang sumber tegangannya berasal dari baterai.

Kelebihan system pengapian CDI-AC adalah :

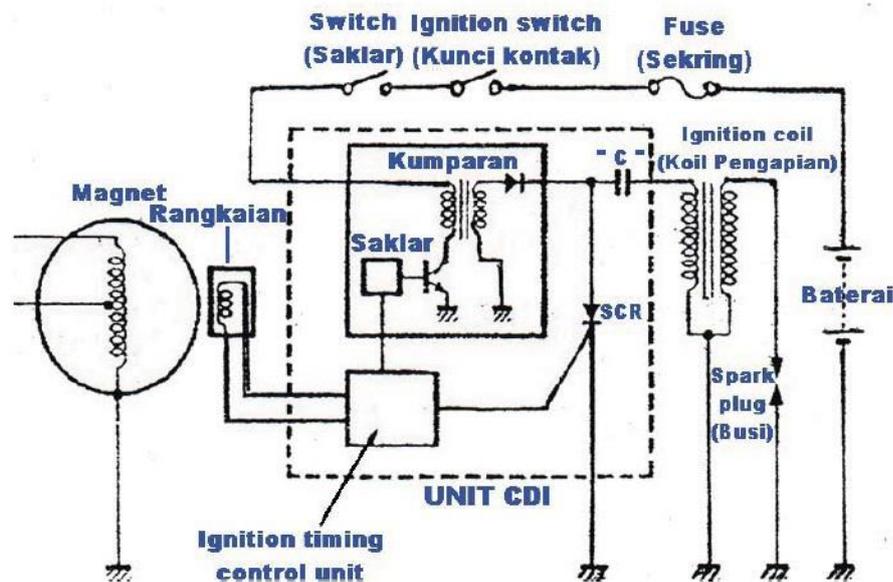
- a. Menggunakan arus langsung dari spull CDI.
- b. Komponen tidak berhubungan dengan sistem pengisian

Kelebihan sistem pengapian CDI-DC adalah :

- a. Menghemat pemakaian bahan bakar
- b. Mesin lebih mudah dihidupkan
- c. Komponen pengapian lebih awet
- d. Polusi gas buang yang timbul lebih kecil

2.2.5.3 Sistem Pengapian CDI-DC (*Direct Current*)

Sistem pengapian CDI arus DC merupakan sistem pengapian yang sumber tegangan listriknya berasal dari baterai. Jalur kelistrikan pada sistem pengapian CDI dengan sumber arus DC ini adalah arus pertama kali dihasilkan oleh kumparan pengisian akibat putaran magnet yang selanjutnya diserahkan dengan menggunakan *Rectifier* kemudian dihubungkan ke baterai untuk melakukan proses pengisian (*Charging System*). Dari baterai arus ini dihubungkan ke kunci kontak, CDI unit, koil pengapian, dan busi



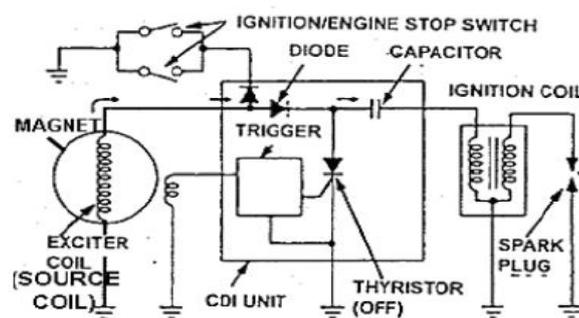
Gambar 2.6. Sirkuit Sistem Pengapian CDI dengan Arus DC (Jama, 2008)

Cara kerja sistem pengapian CDI dengan arus DC yaitu pada saat kunci kontak di *ON*-kan, arus akan mengalir ke kumparan penguat arus dalam CDI yang meningkatkan tegangan dari baterai. Selanjutnya arus disalurkan melalui dioda dan kemudian dialirkan ke kondensator untuk disimpan sementara. Akibat putaran mesin, koil pulsa menghasilkan arus yang kemudian mengaktifkan SCR, sehingga memicu kondensator/kapasitor untuk mengalirkan arus ke kumparan primer koil pengapian. Pada saat terjadi pemutusan arus yang mengalir pada kumparan primer koil pengapian, maka timbul tegangan induksi pada kedua kumparan yaitu kumparan primer dan sekunder dan menghasilkan loncatan bunga api pada busi untuk melakukan pembakaran campuran bahan bakar dan udara.

2.2.6. Komponen Sistem Pengapian

2.2.6.1 *Capacitor Discharge Ignition (CDI)*

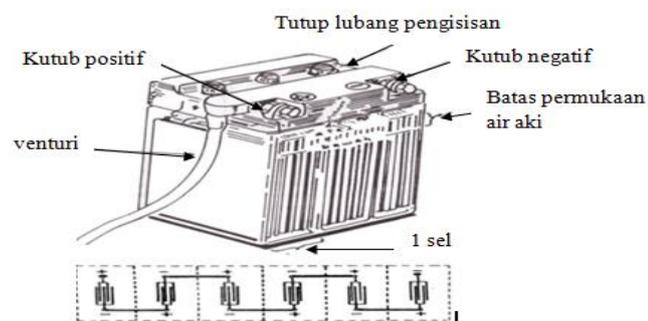
CDI menurut fungsinya adalah pengatur waktu/*timing* untuk meletikkan bunga api pada busi yang sudah dibesarkan oleh koil untuk memicu pembakaran pada ruang bakar silinder. Pengaturan pengapian akan memaksimalkan kemampuan akselerasi dan *power* mesin hingga maksimal. Komponen ini digunakan pada sistem pengapian elektronik.



Gambar 2.7. *Capacitor Discharge Ignition (CDI)* (Yulianto, 2013)

2.2.6.2. Baterai

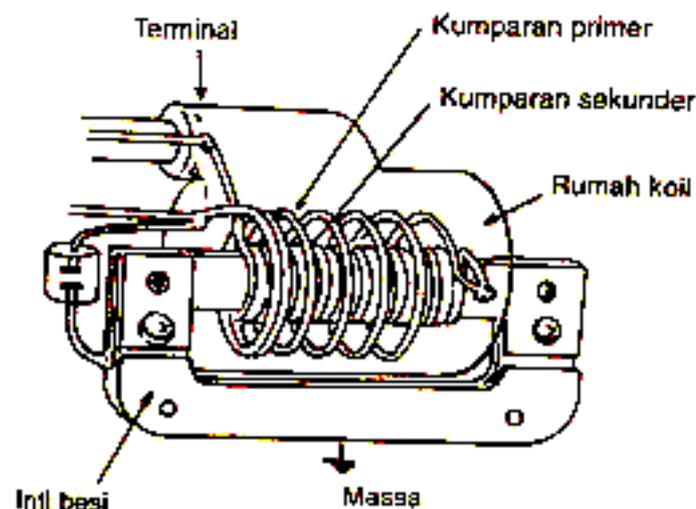
Baterai adalah alat yang mampu menghasilkan energi listrik dengan menggunakan energi kimia. Baterai biasanya digunakan untuk menyuplai arus listrik ke sistem *starter* mesin, sistem pengapian, lampu-lampu, dan sistem kelistrikan lainnya. Komponen ini digunakan pada sistem pengapian konvensional dan elektronik.



Gambar 2.8. Baterai (Bagas, 2010)

2.2.6.3. Ignition Coil (koil)

Untuk menghasilkan percikan bunga api, listrik harus melompat melewati celah udara yang terdapat diantara dua elektroda pada busi. Karena udara merupakan *isolator* (penghantar listrik yang kurang baik), tegangan yang sangat tinggi dibutuhkan untuk mengatasi sistem tersebut dan seluruh komponen sistem pengapian lainnya. Koil pengapian mengubah sumber tegangan rendah dari baterai atau koil sumber (12 V) menjadi sumber tegangan tinggi (10 kV atau lebih) yang diperlukan untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi dalam sistem pengapian. Komponen ini digunakan pada sistem pengapian *konvensional* dan *elektrik*.



Gambar 2.9. Konstruksi Koil (Tristanto, 2014)

Pada koil pengapian, kumparan primer dan sekunder digulung pada inti besi. Kumparan-kumparan ini akan menaikkan tegangan yang diterima dari baterai menjadi tegangan yang sangat tinggi melalui induksi *elektro magnetik*. Inti besi (*core*) dikelilingi kumparan yang terbuat dari baja *silicon* tipis. Terdapat dua kumparan yaitu kumparan sekunder dan primer dimana lilitan primer digulung oleh lilitan sekunder.

Terdapat tiga tipe utama koil yang umum digunakan, yaitu :

a. Tipe *Canister*

Tipe ini mempunyai inti besi di bagian tengahnya dan kumparan sekunder mengelilingi inti besi tersebut. Kumparan primernya berada di sisi luar kumparan sekunder. Keseluruhan komponen dirakit dalam salah satu rumah di logam *canister*. Terkadang, koil *canister* ini diisi dengan oli (pelumas) untuk membantu meredam panas yang dihasilkan koil.

b. Tipe *Moulded coil*

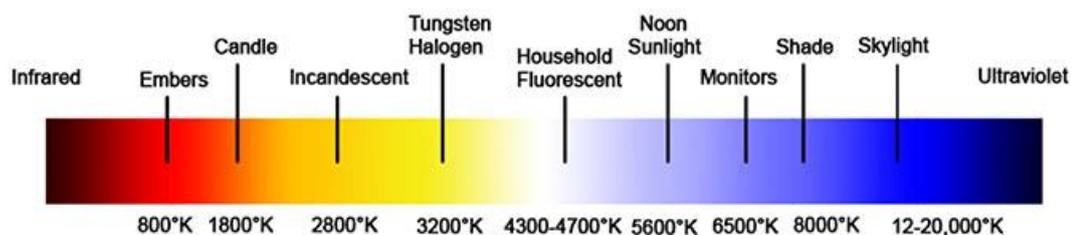
Tipe *moulded coil* merupakan tipe yang sekarang umum digunakan. Pada tipe ini, inti besi di bagian tengahnya dikelilingi oleh kumparan primer, sedangkan kumparan sekunder berada di sisi luarnya. Keseluruhan komponen dirakit kemudian dibungkus dalam resin (damar) agar tahan terhadap getaran yang biasanya ditemukan dalam sepeda motor.

c. Tipe koil gabungan (menyatu) dengan tutup busi (*spark plug*)

Tipe koil ini merupakan tipe baru dan sering disebut koil batang (*stick coil*). Ukuran dan beratnya lebih kecil dibanding tipe *moulded coil* dan keuntungan paling besar adalah koil ini tidak memerlukan kabel tegangan tinggi.

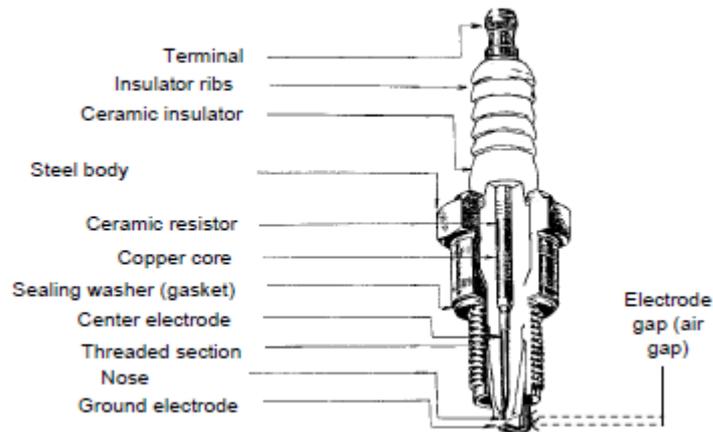
2.2.6.4. *Spark Plug* (busi)

Busi berfungsi untuk menghasilkan loncatan bunga api diantara celah elektroda busi di dalam ruang bakar, sehingga campuran udara dan bahan bakar dapat terbakar. Loncatan bunga api tersebut memiliki berbagai macam warna yang sesuai dengan tingkat panas busi, berikut adalah warna yang sering dijumpai pada percikan bunga api busi :



Gambar 2.10. *Colour Temperature* (lowel.tiffen.com)

Busi terdiri dari logam, keramik, dan kaca. Material-material ini memiliki sifat yang berbeda. *Terminal stud*, *insulator*, *shell*, *ground electrode* (elektroda negatif) merupakan bagian terpenting dari sebuah busi. Bagian-bagian busi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.11. Konstruksi Busi (Jama, 2008)

a. *Terminal stud*

Terminal stud terletak di dalam *insulator*. *Terminal stud* ini dihubungkan dengan kaca konduktif khusus yang berhubungan dengan *centre electrode* secara langsung. Bagian dari ujung *terminalstud* yang keluar dari *insulator* memiliki aliran yang berfungsi untuk memasang kabel tegangan tinggi (kabel busi). Pada ulir dipasang sebuah terminal yang digunakan untuk memasang kabel busi.

b. *insulator*

Insulator terbuat dari material keramik yang diproduksi dengan nama dagang *sintox*, *pyranit*, *corudite*, dan sebagainya. Biasanya *insulator* berbahan dasar *aluminium oxide* yang dicampur dengan keramik. *Insulator* berfungsi untuk mengisolasi elektroda pusat dan *terminal stud* dan *shell*. Agar tidak terjadi hubungan singkat, *insulator* harus memiliki kekuatan mekanik yang cukup, tahanan listrik yang tinggi, dan konduktivitas panas yang tinggi untuk memenuhi kondisi kerjanya.

c. *Ground Electrode*

Elektroda negatif dipasangkan pada *shell*, yang mana *shell* melekat pada bagian silinder, sedangkan kepala silinder sendiri terhubung dengan kutub *negatif* pada sumber tegangan. Elektroda negatif harus dipilih dari bahan yang memiliki konduktivitas panas yang tinggi, karena pada kondisi kerjanya elektroda ini langsung berhubungan dengan campuran udara dan bahan bakar.

d. *Centre Electrode*

Elektroda pusat terletak di dalam *insulator*. Diameter dari elektroda pusat ini lebih kecil daripada diameter lubang *insulator*. Ujung dari elektroda ini sebagian keluar dari hidung *insulator*. Elektroda pusat terbuat dari logam khusus yang memiliki konduktivitas listrik yang tinggi. Selain itu juga harus dipilih dari bahan yang memiliki ketahanan korosi yang tinggi.

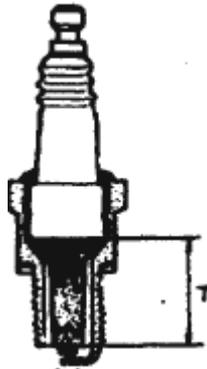
e. Celah Elektroda

Celah elektroda adalah jarak terpendek antara elektroda pusat dengan *electrode negative*, dimana busur api listrik dapat meloncat. Ada suatu hubungan antara tegangan penyalan yang dibutuhkan dengan lebarnya celah elektroda. Apabila celah elektrodanya kecil maka tegangan penyalan yang dibutuhkan semakin besar. Celah elektroda yang digunakan sekitar 0,5-1,0 mm. Tetapi pada ketepatan celah elektroda yang paling optimal masing-masing tergantung pada desain dari setiap mesin itu sendiri.

Berdasarkan kemampuan mentransfer panas, busi dibagi dalam dua jenis, yaitu :

a. Busi Tipe Panas

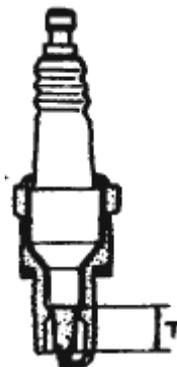
Busi tipe panas adalah busi yang lebih lambat mentransfer panas yang diterima. Cepat mencapai temperatur kerja yang optimal tetapi jika untuk pemakaian berat dapat terbakar. Biasa digunakan pada motor standar untuk jarak dekat.



Gambar 2.12. Busi Panas (Jama, 2008)

b. Busi Tipe Dingin

Busi tipe dingin lebih mudah mentransfer panas ke bagian silinder kepala. Biasanya digunakan untuk penggunaan yang lebih berat, misalnya untuk balap atau pemakaian jarak jauh karena sifatnya mudah dalam pendinginan.



Gambar 2.13. Busi Dingin (Jama, 2008)

2.2.7. Pengaruh Pengapian

Sistem pengapian CDI merupakan penyempurnaan dari sistem pengapian magnet konvensional (sistem pengapian dengan kontak platina) yang mempunyai berbagai kelemahan sehingga akan mengurangi efisiensi kinerja mesin. Sebelumnya sistem pengapian pada sepeda motor menggunakan sistem pengapian konvensional.

Dalam hal ini sumber arus yang dipakai ada dua macam, yaitu dari baterai dan pada generator. Perbedaan yang mendasar dari sistem pengapian baterai menggunakan baterai (aki) sebagai sumber tegangan, sedangkan untuk system

pengapian magnet menggunakan arus listrik AC (*alternative current*) yang berasal dari alternator.

Sekarang ini sistem pengapian magnet konvensional sudah jarang digunakan. Sistem tersebut sudah tergantikan oleh banyaknya sistem pengapian CDI pada sepeda motor. Sistem CDI mempunyai banyak keunggulan dimana tidak dibutuhkan penyetelan berkala seperti pada sistem pengapian konvensional.

Dalam sistem CDI, busi juga tidak mudah kotor karena tegangan yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil pengapian lebih stabil dan sirkuit yang ada di dalam unit CDI lebih tahan air dan kejutan karena dibungkus dalam cetakan plastik. Pada sistem ini bunga api yang dihasilkan oleh busi sangat besar dan relatif lebih stabil, baik dalam putaran tinggi maupun putaran rendah. Hal ini berbeda dengan sistem pengapian magnet dimana saat putaran tinggi api yang dihasilkan akan cenderung menurun sehingga mesin tidak dapat bekerja secara optimal. Kelebihan inilah yang membuat sistem pengapian CDI banyak digunakan saat ini.

Sistem pengapian CDI pada sepeda motor sangat penting, dimana sistem tersebut berfungsi sebagai pembangkit atau penghasil tegangan tinggi untuk dialirkan ke busi. Bila sistem pengapian mengalami gangguan atau kerusakan, maka tenaga yang dihasilkan oleh mesin tidak akan maksimal.

2.2.8. Bahan Bakar

2.2.8.1. Premium

Premium merupakan bahan bakar fosil yang sering digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Bahan bakar ini sering disebut juga dengan *gasoline* atau *petrol*. Di sisi lingkungan, premium masih memiliki kandungan logam berat atau timbal yang berbahaya bagi kesehatan. Dari sisi teknologi, penggunaan premium dalam mesin berkompresi tinggi akan menyebabkan mesin mengalami *knocking*, premium di dalam bahan bakar akan terbakar dan meledak tidak sesuai dengan gerakan piston. Premium sendiri memiliki *Research Octane Number (RON)* sebesar 88. (www.pertamina.com)

Tabel 2.1. Spesifikasi Premium (Keputusan Dirjen Migas No.3674 K/24/DJM/2006)

No	Sifat	Batasan	
		min	Max
1	Angka oktan riset	88	
2	kandungan pb (gr/lt)		0,03
3	DESTILASI		
	- 10% VOL.penguapan (⁰ C)		74
	- 50% VOL.penguapan (⁰ C)	88	125
	- 90% VOL.penguapan (⁰ C)		180
	- Titik didih akhir (⁰ C)		205
	- Residu (% vol)		2
4	Tekanan Uap Reid pada 37,8 ⁰ C (psi)		9,0
5	Getah purawa (mg/100ml)		4
6	Periode induksi (menit)	240	
7	Kandungan Belerang (% massa)		0,02
8	Korosi bilah tembaga (3 jam/50 ⁰ C)		No.1
9	Uji doktor atau alternative belerang mencapai (%massa)		0,00
10	Warna	Kuning	
11	Massa Jenis (kg/m ³)	711	

2.2.8.2. Pertamax

Pertamax adalah *gasoline* tanpa timbal dengan kandungan adiktif lengkap generasi, muktahir yang akan memberikan *Intake Valve Port Fuel Injection* dan ruang bakar dari karbon deposit yang mempunyai RON 92 (*Research Octane Number*) dan dianjurkan juga untuk kendaraan berbahan bakar bensin dengan perbandingan kompresi tinggi. (www.pertamina.com)

Tabel 2.2. Speksifikasi Pertamax (Keputusan Dirjen Migas No.3674 K/24/DJM/2006)

No	Sifat	Min	Max
1	Angka oktana riset RON	92	
2	Kandungan Pb (g/lit)		0,30
3	Distilasi		
	10% Volume Penguapan (°C)		70
	50% Volume Penguapan (°C)	77	110
	90% Volume Penguapan (°C)		180
	Titik didih akhir (°C)		205
	Residu (% Vol)		2.0
4	Tekanan Uap Reid pada 37,8 °C (Psi)	45	60
5	Getah purwa (mg/100 ml)		4
6	Periode induksi (menit)	480	
7	Kandungan belerang (%masa)		0,1
8	Masa Jenis (kg/m ³)		740
9	Warna	Biru	

2.2.8.3. Angka Oktan

Angka oktan pada bensin adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan/berdetonasi. Dengan kata lain, makin tinggi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinan untuk terjadi detonasi (*knocking*). Dengan berkurangnya intensitas berdetonasi, maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat.

Tabel 2.3. Angka Oktan untuk Bahan Bakar (www.pertamina.com)

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

2.2.8.4. Kestabilan Kimia dan Kebersihan Bahan Bakar

Kestabilan kimia dan bahan bakar sangat penting berkaitan dengan kebersihan bahan bakar yang selanjutnya berpengaruh terhadap sistem pembakaran dan sistem saluran. Pada temperatur tinggi, sering terjadi *polimer* yang berupa endapan-endapan *gum*. Endapan *gum* (getah) ini berpengaruh terhadap sistem saluran baik terhadap sistem saluran masuk maupun sistem saluran buang katup bahan bakar.

2.2.8.5. Efisiensi Bahan Bakar dan Efisiensi Panas

Nilai kalor (panas) bahan bakar harus diketahui, agar panas dari motor dapat dibuat efisien atau tidak terjadi kinerja motor menjadi menurun. Ditinjau dari nilai kalor bakarnya, nilai kalor mempunyai hubungan dengan berat jenis. Pada umumnya, makin tinggi berat jenis maka makin rendah nilai kalornya, maka pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna. Namun dapat juga terjadi ketidaksempurnaan pembakaran.

Pembakaran yang kurang sempurna dapat mengakibatkan :

- a. Kerugian panas dalam motor menjadi besar sehingga efisiensi motor menjadi menurun dan penggunaan bahan bakar menjadi tidak tetap.
- b. Sisa pembakaran dapat menyebabkan pegas-pegas melekat pada piston alurnya, sehingga tidak berfungsi lagi sebagai pegas torak.

- c. Sisa bahan bakar dapat melekat pada lubang pembuangan antara katup dan dudukannya terutama pada katup buang sehingga katup tidak dapat menutup dengan baik.
- d. Sisa pembakaran dapat menjadi kerak dan melekat pada bagian dinding piston sehingga dapat menghalangi sistem pelumasan, dan dapat menyebabkan silinder atau dinding silinder menjadi mudah aus.

2.2.8.6. *Dynometer*

Dalam dunia otomotif, *dynometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi, rpm, dan daya yang dihasilkan sebuah mesin sehingga tidak diperlukan tes di jalan raya. Jenis-jenis dinamo antara lain :

a. *Engine dyno*

Mesin yang akan diukur parameternya dinaikkan ke mesin *dyno* tersebut, pada *dyno* jenis ini tenaga yang diukur merupakan hasil dari putaran mesin murni.

b. *Chasis dyno*

Roda motor diletakkan diatas *drum dyno* yang dapat berputar. Pada jenis ini kinerja mesin yang didapat merupakan *power* sesungguhnya yang dikeluarkan mesin karena sudah dikurangi segala macam faktor gesek yang bisa mencapai 30% selisihnya jika dibandingkan dengan *engine dyno*.

2.2.8.7. Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

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 = Torsi (Nm)

F = Gaya yang terukur pada *Dynometer* (kgf)

L = x = Panjang langkah pada *Dynometer* (m)

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

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

Dengan :

P = Daya (kW)

n = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi (Nm)

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

1 HP = 0,7457 kW

1 kW = 1,341 HP

Besar konsumsi bahan bakar diambil dengan cara pengujian jalan dengan menggunakan tangki mini dengan volume 150 ml kemudian tangki diisi penuh dan digunakan untuk uji jalan dengan jarak tempuh sama pada tiap sampel yaitu 3 km, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$K_{bb} = \frac{s}{v} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan :

K_{bb} = konsumsi bahan bakar

v = volume bahan bakar terpakai (ml)

s = jarak tempuh (km)