

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dan pembahasan dimulai dari proses pengambilan dan pengumpulan data. Data yang dikumpulkan meliputi data dan spesifikasi obyek penelitian dan hasil pengujian. Data-data tersebut diolah dengan perhitungan untuk mendapatkan variabel yang diinginkan kemudian dilakukan pembahasan. Berikut ini merupakan proses perhitungan dan pembahasan.

4.1 Perhitungan

Perhitungan kinerja mesin berdasarkan data hasil pengujian kondisi yang dilakukan pada 3000-11000 (rpm) dengan sistem *throttle* spontan, contoh perhitungan di bawah ini digunakan pada tiap-tiap putaran dan tiap variasi pengujian yang kemudian disajikan ke dalam bentuk grafik. (Detail lampiran)

- Konsumsi bahan bakar (m_f)

$$\dot{m}_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} \text{ [Kg / jam]}$$

.....(4.1)

Jika :

$$b = 10 \text{ cc}$$

$$t = 99 \text{ s}$$

$\rho_{bb} = 0,7453 \text{ (kg / liter)}$ massa jenis bahan bakar campuran premium etanol.

Maka :

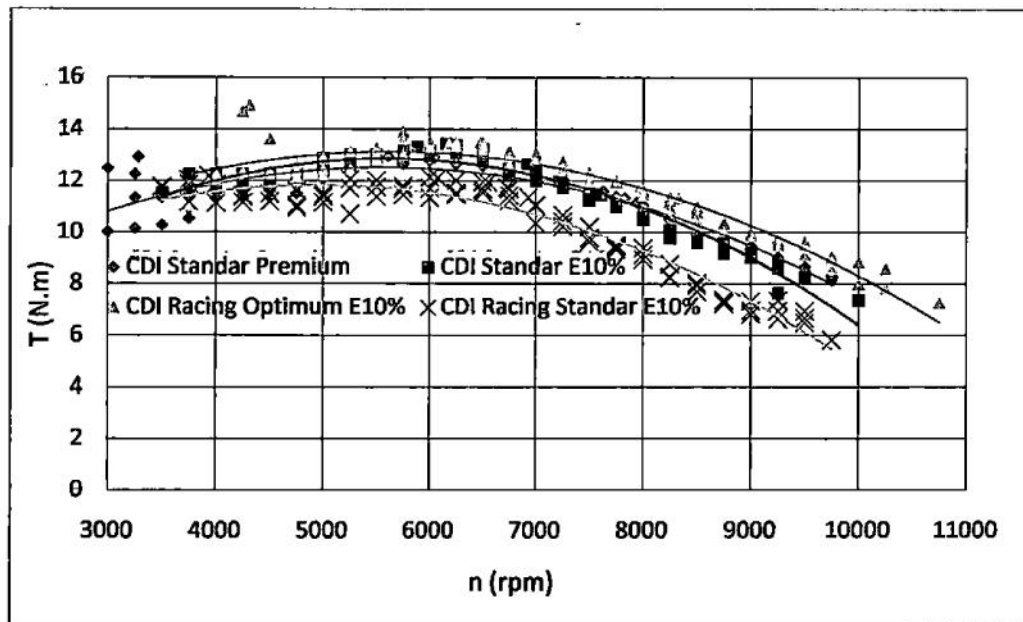
$$\dot{m}_f = \frac{10}{99} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot 0,7453 \left(\frac{\text{cc}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{Jam}}{\text{cc}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{liter}} \right)$$

$$\dot{m}_f = 0.271 \text{ (kg / jam)}$$

4.2 Perbandingan Torsi, Daya dan Konsumsi Bahan Bakar (*mf*) pada Penggunaan CDI standar, CDI *racing timing* standar dan CDI *racing timing* optimum.

4.2.1. Torsi (N.m)

Pada gambar grafik 4.1 di bawah ini menunjukkan grafik hubungan antara putaran mesin (rpm) dan torsi (N.m) dengan kondisi mesin standar dengan variasi CDI standar, CDI *racing* dengan *timing* standar dan CDI *racing* dengan *timing* optimum. Berikut ini adalah grafik hubungan antara putaran mesin (rpm) dan torsi (Nm).



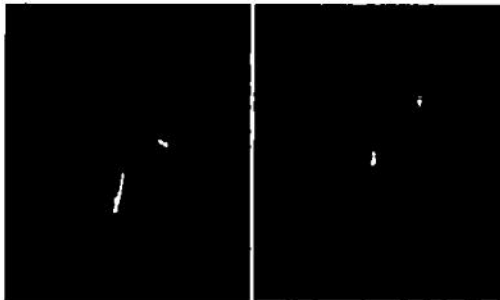
Gambar 4.1 Grafik torsi terhadap putaran.

Dari gambar grafik 4.1 terlihat bahwa semua kurva menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu torsi mengalami penurunan setelah sampai rpm 7000. Torsi tertinggi dicapai pada kecepatan putaran mesin 4313 rpm dengan sudut pengapian $\pm 37^\circ$ yaitu sebesar 14,92 N.m dalam kondisi motor standar menggunakan CDI *racing* dengan *timing* optimum.

Dari gambar kurva grafik 4.1 menunjukkan perbandingan CDI standar berbahan bakar premium murni dengan CDI standar berbahan bakar campuran premium 90% dan etanol 10% dengan hasil kurva torsi mesin yang menggunakan CDI standar dengan bahan bakar campuran premium 90% volume dan etanol 10%

volume berada di atas kurva torsi mesin yang menggunakan CDI standar premium murni. Hal ini disebabkan karena nilai oktan dari etanol lebih besar dari premium, maka apabila premium murni 90% dicampur dengan etanol 10% dengan rumus $(10\% \times 118) + (90\% \times 88)$ akan didapat nilai oktan sebesar 91. Ini menyebabkan pembakaran dalam ruang bakar menjadi lebih sempurna. Hal tersebut menyebabkan detonasi yang terjadi berkurang. Berkurangnya detonasi menyebabkan kinerja mesin lebih baik.

Pada gambar kurva grafik 4.1 menunjukkan bahwa penggunaan CDI *racing* dengan *timing* optimum kurva torsi mesin yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan kurva torsi mesin yang menggunakan CDI standar. Akan tetapi kurva torsi mesin yang menggunakan CDI *racing timing* standar masih berada di bawah dari kurva torsi mesin yang menggunakan CDI standar. Ini dikarenakan CDI *racing* yang digunakan memiliki nyala api pada busi berwarna merah, sedangkan CDI standar memiliki nyala api pada busi berwarna biru. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Nyala Api Busi CDI *Racing* dan CDI Standar

Dari pernyataan di atas warna nyala api dari CDI *racing* berwarna merah, sedangkan CDI standar memiliki warna biru. Berdasarkan warna, CDI standar memiliki suhu lebih besar karena warna api yang berwarna biru lebih tinggi dibandingkan warna merah. Hal tersebut dapat memberi kesimpulan bahwa CDI *Racing* memiliki nyala api pada busi memiliki suhu lebih kecil dibandingkan CDI Standar. Hal ini berakibat pengapian yang terjadi pada ruang bakar lebih besar ketika menggunakan CDI standar. Akan tetapi CDI *racing* memiliki keunggulan pada *setting* sudut pengapian yang dapat dirubah. Pada CDI *Racing timing* standar yaitu ± 3000 rpm dengan sudut 30° sebelum TMA sampai ± 9000 rpm dengan

sudut 30° sebelum TMA. Pada CDI *racing timing* optimum menggunakan *timing* pengapian yaitu ± 3500 rpm dengan sudut 37° sebelum TMA sampai ± 9000 rpm dengan sudut 37° sebelum TMA. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.1 Kurva grafik torsi mesin yang menggunakan CDI *racing* dengan *timing* optimum lebih tinggi dari kurva torsi mesin yang menggunakan CDI standar. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi nilai oktan dari bahan bakar akan membutuhkan waktu pembakaran yang lebih lama. Apabila semakin dimajukan dengan *timing* pengapian waktu yang tersisa dalam proses pembakaran semakin lama. Ini membuat pembakaran yang lebih sempurna. Oleh karena itu torsi mesin yang dihasilkan semakin besar.

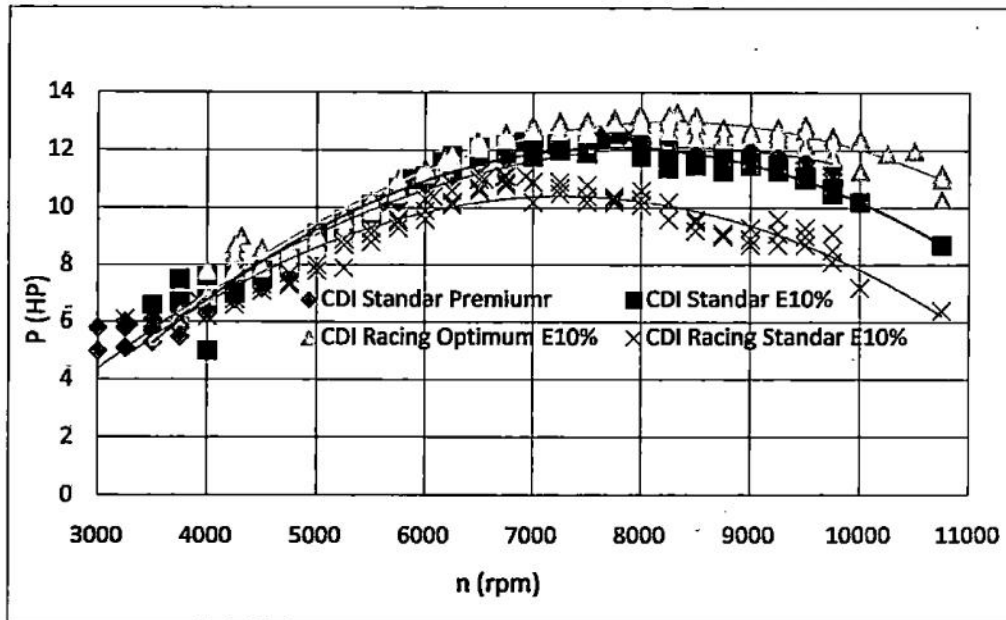
Pada gambar 4.1 di atas juga menunjukkan perbandingan tentang *timing* pengapian yaitu antara CDI *racing timing* standar dengan CDI *racing timing* optimum. Pada CDI *racing timing* standar menggunakan *timing* standar dari buku panduan. Pada mesin yang menggunakan CDI *racing timing* standar di ± 3000 rpm dengan sudut 30° sebelum TMA sampai ± 9000 rpm dengan sudut 30° sebelum TMA. Kurva torsi mesin yang menggunakan CDI *racing* dengan *timing* standar berada paling bawah dari total empat kurva grafik torsi mesin. Hal ini terjadi karena CDI *racing* dengan *timing* standar menggunakan sudut *timing* lebih mundur yang menyebabkan waktu pembakaran di ruang bakar semakin pendek. Pada kurva torsi mesin yang menggunakan CDI *racing timing* optimum dengan *setting* pengapian di ± 3500 rpm dengan sudut *timing* 37° sebelum TMA sampai ± 9000 rpm dengan sudut *timing* 37° sebelum TMA. Kurva torsi mesin yang menggunakan CDI *racing timing* optimum berada di posisi paling atas dari empat kurva grafik torsi mesin. Hal ini disebabkan CDI *racing* dengan *timing* optimum pengapian lebih maju sehingga waktu pembakaran yang terjadi lebih lama membuat bahan bakar terbakar lebih sempurna. Berakibat detonasi yang terjadi semakin kecil. Hal ini menyebabkan torsi mesin yang dihasilkan lebih tinggi terlihat seperti kurva grafik torsi 4.1 di atas.

Pada saat langkah kompresi, kompresi semakin padat dan memampatkan campuran bahan bakar yang berada di ruang bakar, sehingga percikkan bunga api dari busi di *setting* untuk mulai pembakaran. Pembakaran ini bersifat merambat

tidak langsung terbakar secara keseluruhan, sehingga terjadi rentang waktu yang dibutuhkan untuk membakar seluruh bahan bakar yang tersedia di ruang bakar. Percikkan bunga api membuat tekanan di dalam ruang bakar yang sudah padat menjadi semakin melonjak secara signifikan sampai mencapai puncak tekanan maksimal di titik tertentu setelah bahan bakar habis terbakar tekanan silinder kembali turun, proses ini terjadi beberapa saat setelah piston melewati TMA. Tetapi pada saat kecepatan putar mesin tinggi secara keseluruhan torsi juga mengalami penurunan secara signifikan akibat adanya pengaruh siklus yang cepat sehingga tidak sempat terjadi pembakaran ketika seluruh bahan bakar yang masuk di dalam ruang bakar dan sisa bahan bakar ikut terbang keluar ke lingkungan.

4.2.2. Daya (HP)

Pada gambar grafik 4.3 di bawah ini menunjukkan grafik hubungan antara putaran mesin (rpm) dan daya (HP) dengan kondisi mesin standar dan menggunakan variasi CDI standar, CDI racing dengan *timing* standar dan CDI racing dengan *timing* optimum. Berikut ini adalah grafik hubungan antara putaran mesin (rpm) dan daya (HP).



Gambar 4.3 Grafik daya terhadap putaran.

Dari gambar grafik 4.3 terlihat bahwa semua kurva menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu daya mengalami kenaikan hingga kecepatan putaran mesin tertentu dan kemudian terjadi penurunan. Daya tertinggi dicapai pada kecepatan putaran mesin 8328 rpm dengan sudut pengapian $\pm 37^\circ$ yaitu sebesar 13,3 HP dalam kondisi motor standar menggunakan CDI *racing* dengan *timing* optimum.

Dari gambar kurva grafik 4.3 menunjukkan perbandingan CDI standar berbahan bakar premium murni dengan CDI standar berbahan bakar campuran premium 90% volume dan etanol 10% volume dengan hasil kurva torsi mesin yang menggunakan CDI standar dengan bahan bakar campuran premium 90% volume dan etanol 10% volume berada di atas kurva daya mesin yang menggunakan CDI standar premium murni. Hal ini disebabkan nilai oktan dari etanol lebih besar dari premium, apabila premium murni 90% volume dicampur dengan etanol 10% volume dengan rumus $(10\% \times 118) + (90\% \times 88)$ akan didapat nilai oktan sebesar 91. Ini menyebabkan pembakaran dalam ruang bakar menjadi lebih sempurna. Hal tersebut menyebabkan detonasi yang terjadi berkurang. Berkurangnya detonasi menyebabkan pembakaran yang lebih sempurna.

Pada gambar kurva grafik 4.3 menunjukkan bahwa penggunaan CDI *racing* dengan *timing* optimum kurva daya mesin yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan kurva daya mesin yang menggunakan CDI standar. Akan tetapi kurva daya mesin yang menggunakan CDI *racing timing* standar masih berada di bawah dari kurva daya mesin yang menggunakan CDI standar. Ini dikarenakan CDI *racing* yang digunakan memiliki nyala api pada busi berwarna merah, sedangkan CDI standar memiliki nyala api pada busi berwarna biru. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.2 di atas. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa CDI *Racing* memiliki nyala api pada busi bersuhu lebih kecil dibandingkan CDI Standar. Hal ini membuktikan suhu pembakaran di ruang bakar lebih besar ketika menggunakan CDI standar. Akan tetapi CDI *Racing* memiliki keunggulan pada *seting* sudut pengapian yang dapat dirubah. Pada CDI *Racing timing* standar yaitu ± 3000 rpm dengan sudut 30° sebelum TMA sampai ± 9000 rpm dengan

sudut 30° sebelum TMA. Pada CDI *racing timing* optimum menggunakan *timing* pengapian yaitu ± 3500 rpm dengan sudut 37° sebelum TMA sampai ± 9000 rpm dengan sudut 37° sebelum TMA. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.3. kurva grafik daya mesin yang menggunakan CDI *racing timing* optimum lebih tinggi dari kurva daya mesin yang menggunakan CDI standar. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi nilai oktan dari bahan bakar akan membutuhkan waktu pembakaran yang lebih lama. Apabila semakin dimajukan sudut *timing* pengapian waktu yang tersisa dalam proses pembakaran semakin lama. Hal tersebut membuat pembakaran yang lebih sempurna. Ini menyebabkan daya mesin yang dihasilkan semakin besar.

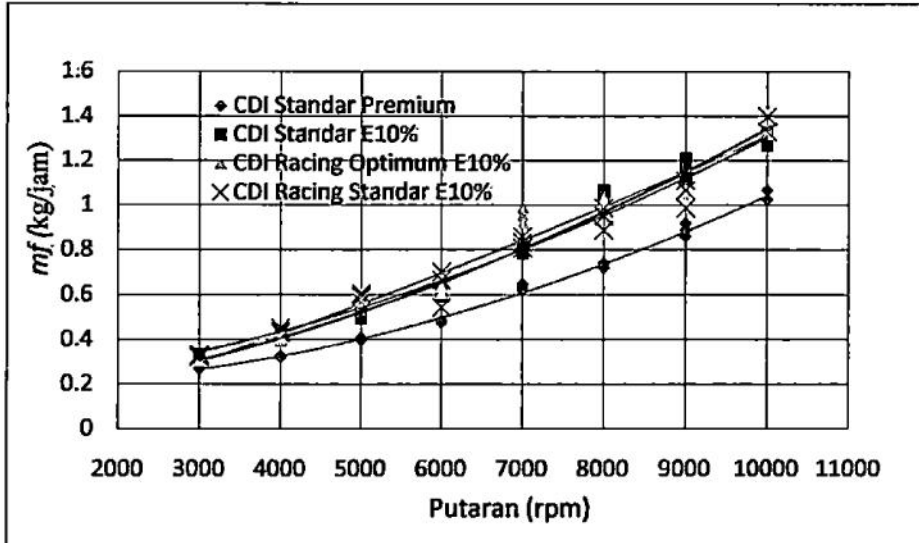
Pada gambar 4.3 di atas juga menunjukkan perbandingan tentang *timing* pengapian yaitu antara CDI *racing timing* standar dengan CDI *racing timing* optimum. Pada CDI *racing timing* standar menggunakan *timing* standar dari buku panduan. Pada mesin yang menggunakan CDI *racing timing* standar di ± 3000 rpm dengan sudut 30° sebelum TMA sampai ± 9000 rpm dengan sudut 30° sebelum TMA. Kurva daya mesin yang menggunakan CDI *racing timing* standar berada paling bawah dari total empat kurva grafik daya mesin. Hal ini terjadi karena CDI *racing timing* standar terlalu mundur yang menyebabkan waktu pembakaran di ruang bakar semakin pendek. Pada kurva daya mesin yang menggunakan CDI *racing timing* optimum dengan *seting* pengapian di ± 3500 rpm dengan sudut *timing* 37° sebelum TMA sampai ± 9000 rpm dengan sudut *timing* 37° sebelum TMA. Kurva daya mesin yang menggunakan CDI *racing timing* optimum berada di posisi paling atas dari empat kurva grafik daya mesin. Hal ini disebabkan CDI *racing timing* optimum pengapian lebih maju sehingga waktu pembakaran yang terjadi lebih lama membuat bahan bakar terbakar sempurna. Berakibat detonasi yang terjadi semakin kecil. Akan tetapi pada putaran rendah kurva daya mesin yang menggunakan CDI *racing timing* optimum rendah. Ini disebabkan pada putaran mesin rendah lebih cocok menggunakan sudut *timing* yang mundur. Putaran mesin rendah lebih cocok dengan sudut yang lebih mundur. Akan tetapi pada putaran tinggi sudut

pengapiannya sudah tepat. Hal ini menyebabkan daya mesin yang dihasilkan lebih tinggi terlihat pada kurva grafik torsi 4.3 di atas.

Pada saat langkah kompresi, kompresi semakin padat dan memampatkan campuran bahan bakar yang berada di ruang bakar, sehingga percikkan bunga api dari busi di *setting* untuk mulai pembakaran. Pembakaran ini bersifat merambat tidak langsung terbakar secara keseluruhan, sehingga terjadi rentang waktu yang dibutuhkan untuk membakar seluruh bahan bakar yang tersedia di ruang bakar. Percikkan bunga api membuat tekanan di dalam ruang bakar yang sudah padat menjadi semakin melonjak secara signifikan sampai mencapai puncak tekanan maksimal di titik tertentu setelah bahan bakar habis terbakar tekanan silinder pun kembali turun, proses ini terjadi beberapa saat setelah piston melewati TMA. Tetapi pada saat kecepatan putar mesin tinggi secara keseluruhan daya juga mengalami penurunan secara signifikan akibat adanya pengaruh siklus yang cepat sehingga tidak sempat terjadi pembakaran ketika seluruh bahan bakar yang masuk didalam ruang bakar dan sisa bahan bakar ikut terbuang keluar ke lingkungan.

4.2.3. Konsumsi Bahan Bakar (\dot{m}_f)

Pada gambar grafik 4.5 menunjukkan grafik hubungan antara putaran mesin (rpm) dan konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f) dengan kondisi mesin standar dan menggunakan CDI racing. Berikut ini adalah grafik hubungan antara putaran mesin (rpm) dan konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f).



Gambar 4.5 Grafik \dot{m}_f terhadap putaran

Dari gambar grafik 4.5 menunjukkan perbandingan antara kurva premium murni dengan kurva campuran premium etanol. Kurva grafik konsumsi bahan bakar yang menggunakan bahan bakar premium murni berada paling bawah. Kurva grafik konsumsi bahan bakar campuran premium etanol berada di atas. Kurva grafik mengalami kenaikan setiap putaran rpm bertambah tinggi,

Dari gambar grafik 4.5 menunjukkan perbandingan antara bahan bakar premium murni dengan bahan bakar campuran premium etanol. Bahan bakar campuran premium etanol lebih boros dibanding bahan bakar premium murni. Hal ini disebabkan bahan bakar dengan nilai oktan tinggi lebih sulit terbakar. Akibat dari sulit terbakar, pada putaran tinggi pembakaran tidak sempurna. Bahan bakar sisa ikut terbuang.

Dari gambar 4.5 di atas dapat ditunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar (m_f) pada penggunaan CDI standar lebih hemat bahan bakar dibandingkan dengan CDI *racing*. Hal ini dikarenakan suplai pengapian dari CDI standar masih standar. Akan tetapi untuk CDI *racing* karena adanya perbedaan *timing* pengapian, kemajuan *timing* pengapian pada CDI *racing* menyebabkan suplai pengapian yang dibutuhkan menjadi lebih besar.

Penggunaan CDI *racing timing* standar dan CDI *racing timing* optimum terlihat lebih cepat mengkonsumsi bahan bakar. Hal ini dikarenakan kebutuhan bahan bakar berbanding lurus dengan putaran mesin (rpm). Setiap kemajuan *timing* pengapian dapat mempercepat pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar sehingga menjadi lebih cepat mengkonsumsi bahan bakar.

Dari gambar grafik 4.5 terlihat bahwa kurva menunjukkan kecenderungan yang sama. Kurva grafik konsumsi bahan bakar mengalami kenaikan setiap putaran mesin karena konsumsi bahan bakar berbanding lurus dengan putaran mesin. Akan tetapi terjadi perbedaan antara kurva berbahan bakar premium murni dengan kurva berbahan bakar campuran premium dan etanol. Ini disebabkan karena premium setelah dicampur dengan etanol nilai oktan akan naik. Naiknya nilai oktan berakibat sulit menguap. Hal ini membuat pembakaran lebih lama. Hal ini menyebabkan bahan bakar yang diserap ke ruang bakar semakin banyak.