

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

Berikut ini adalah contoh perhitungan kinerja mesin berdasarkan data hasil pengujian kondisi CDI standar dengan campuran etanol 5% pada putaran 3000 (rpm) dengan sistem *throttle* spontan, contoh perhitungan ini digunakan pada tiap putaran dan variasi pengujian yang kemudian disajikan ke dalam bentuk grafik.

Konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f)

$$\dot{m}_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} \text{ [kg / jam]} \dots\dots\dots(4.1)$$

Jika :

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

$$t = 90 \text{ s}$$

$\rho_{bb} = 0,7480$ (kg/liter) massa jenis untuk bahan bakar premium dengan campuran kadar etanol 5%.

Maka :

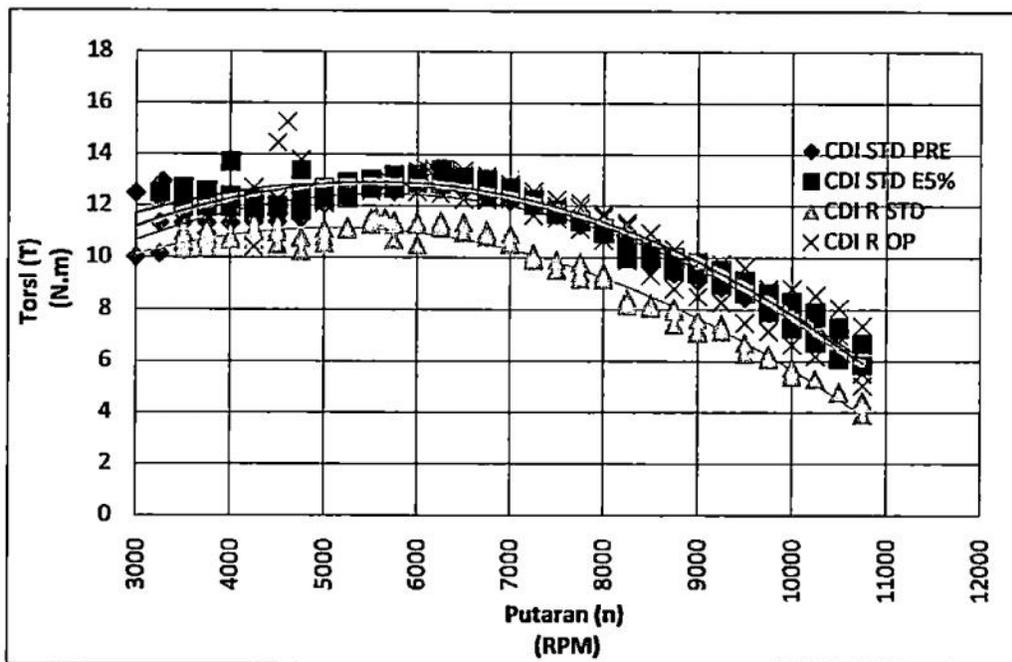
$$\dot{m}_f = \frac{10}{90} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot 0,7480 \left(\frac{\text{cc}}{\text{s}} \cdot \frac{\frac{\text{jam}}{\text{cc}}}{\text{liter}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{liter}} \right)$$

$$\dot{m}_f = 0.2992 \text{ (kg / jam)}$$

4.2 Perbandingan Torsi, Daya dan konsumsi bahan bakar (*mf*) pada Penggunaan CDI standar premium, CDI standar etanol 5%, 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 menggunakan CDI standar dan CDI racing. Berikut ini adalah grafik hubungan antara putaran mesin (rpm) dan torsi (Nm).



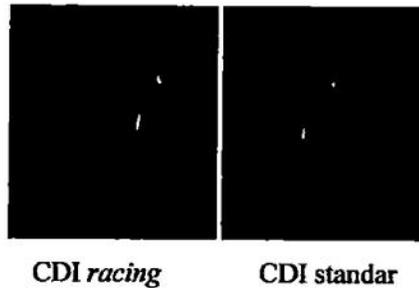
Gambar 4.1. Grafik Grafik perbandingan torsi pada mesin standar

Dari gambar grafik 4.1 terlihat bahwa semua kurva menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu setelah putaran mesin (rpm) mencapai 6000(rpm) torsi mengalami penurunan, penurunan ini terjadi pada semua aspek. Torsi tertinggi dicapai pada kecepatan putaran mesin 4602 rpm dengan sudut pengapian $\pm 34^\circ$ yaitu sebesar 15,27 N.m dalam kondisi motor standar menggunakan CDI racing timing optimum dengan campuran etanol sebesar 5%.

Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa dalam keadaan mesin standar, torsi mesin pada CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% lebih tinggi dibandingkan dengan torsi mesin pada CDI standar berbahan bakar premium murni. Hal ini disebabkan nilai oktan yang bertambah setelah dicampur dengan etanol 5% mengakibatkan bahan bakar lebih sulit menguap akan tetapi dengan pengapian yang cukup besar dan nilai kalor yang diperoleh dari CDI standar cukup tinggi, maka bahan bakar yang sulit menguap tersebut akan dapat terbakar menjadi lebih sempurna, sehingga akan meningkatkan nilai torsi pada mesin.

Pada gambar 4.1 di atas menunjukkan perbedaan antara torsi mesin pada CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5%, torsi mesin pada CDI *racing timing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% dan torsi mesin pada CDI *racing timing optimum* dengan campuran bahan bakar etanol 5%. Dari kurva di atas dapat dilihat bahwa kurva CDI *racing optimum* berada pada posisi yang paling atas. Kemudian CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% dan CDI *racing timing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% berada pada posisi paling bawah. Hal ini disebabkan dari tiga percobaan yang telah dilakukan dengan memakai *timing* pengapian yang berbeda-beda, dengan kemajuan *timing* yang tepat torsi akan mengalami peningkatan. Pada CDI *racing timing optimum* dengan campuran bahan bakar etanol 5% menggunakan *timing* pengapian lebih besar $\pm 34^\circ$ sebelum TMA. Hal ini mengakibatkan terjadinya detonasi saat pembakaran lebih kecil sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna. Kemudian pada CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% menggunakan *timing* pengapian di bawah 34° atau $\pm 33^\circ$ sebelum TMA, meskipun pengapian pada CDI standar cukup besar tetapi tidak diimbangi dengan *timing* yang tepat, hal ini mengakibatkan nilai torsi mesin kurang maksimal. Pada CDI *racing timing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% menggunakan *timing* pengapian $\pm 30^\circ$ sebelum TMA yang mengakibatkan *timing* pengapian kurang besar sehingga piston sudah melakukan langkah kompresi sebelum terbentuk tekanan yang tinggi sehingga mengakibatkan torsi yang dihasilkan tidak maksimal. Ada yang menarik dari grafik di atas, pada grafik di atas terlihat kurva torsi mesin pada CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% berada di

atas kurva torsi mesin pada *CDI racing timing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5%. Hal ini terjadi karena pengapian pada *CDI racing* cukup besar, tapi temperatur api yang dihasilkan lebih rendah, hal ini berbeda dengan *CDI standar* yang temperatur apinya lebih tinggi yang mengakibatkan bahan bakar yang sulit menguap tadi bisa terbakar menjadi lebih sempurna. Seperti terlihat pada gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.2 perbedaan api pada *CDI racing* dan *CDI standar*

Dari gambar di atas dapat terlihat warna percikan api yang ditimbulkan, api pada *CDI racing* berwarna *orange* hal ini menunjukkan temperatur api cukup rendah. Sedangkan api pada *CDI standar* berwarna putih hal ini menunjukkan temperatur api yang dihasilkan tinggi.

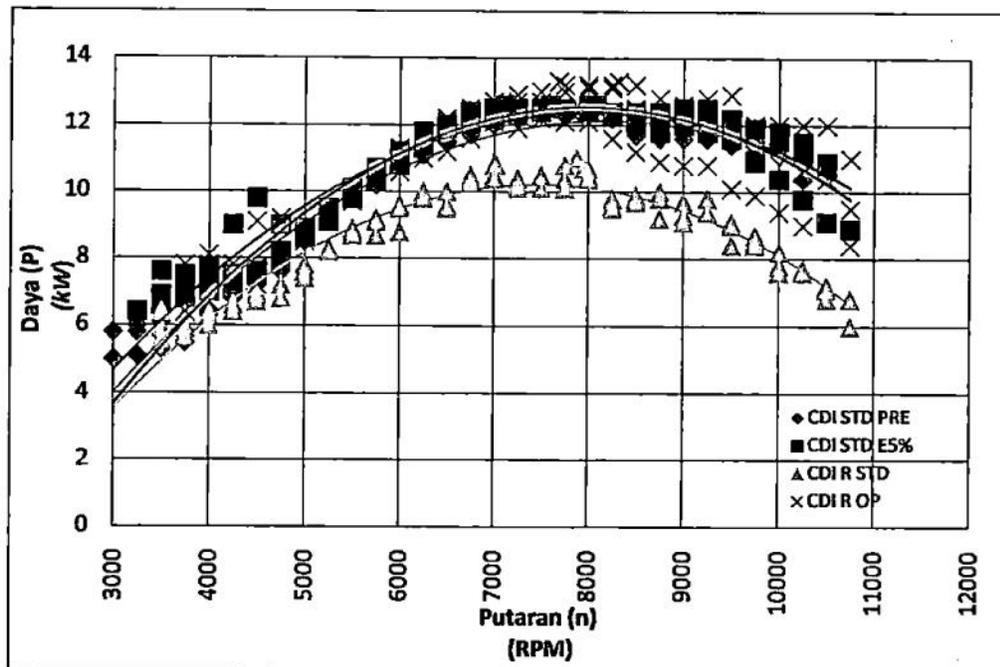
Pada gambar 4.2 di atas menunjukkan bahwa torsi mesin pada *CDI racing optimum* dengan campuran bahan bakar etanol 5% berada di atas kurva torsi mesin pada *CDI racing standar* dengan campuran bahan bakar etanol 5%. Hal ini disebabkan *timing* pengapian pada *CDI racing optimum* lebih besar dari pada *timing CDI racing standar*. Dengan pendekatan atau memajukan *timing* pengapian pada *CDI racing optimum* yang mengakibatkan pembakaran dalam ruang bakar akan terbakar lebih sempurna yang mengakibatkan kenaikan nilai torsi pada kinerja mesin.

Pada saat langkah kompresi bahan bakar yang berada di ruang bakar akan dimampatkan, kemudian 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. Percikan 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 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 dengan menggunakan CDI standar dan CDI racing. Berikut ini adalah grafik hubungan antara putaran mesin (rpm) dan daya (HP).



Gambar 4.3. Grafik perbandingan daya pada mesin standar

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 $\pm 34^\circ$ yaitu sebesar 13,3 HP dalam kondisi motor standar menggunakan CDI *racing* dengan *timing optimum* berbahan bakar campuran etanol 5%.

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa dalam keadaan mesin standar, kurva daya mesin pada CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% lebih tinggi dibandingkan dengan kurva daya mesin pada CDI standar berbahan bakar premium murni. Hal ini disebabkan nilai oktan yang bertambah setelah dicampur dengan etanol 5% mengakibatkan bahan bakar lebih sulit menguap, akan tetapi dengan pengapian yang cukup besar dan nilai kalor yang tinggi yang dihasilkan oleh CDI standar bahan bakar yang sulit menguap tersebut akan dapat terbakar menjadi lebih sempurna, sehingga akan meningkatkan nilai daya pada mesin.

Pada gambar 4.3 di atas menunjukkan perbedaan antara daya mesin pada CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5%, daya mesin pada CDI *racing timing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% dan daya mesin pada CDI *racing timing optimum* dengan campuran bahan bakar etanol 5%. Dari kurva di atas dapat dilihat bahwa kurva CDI *racing optimum* berada pada posisi yang paling atas kemudian CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% dan CDI *racing timing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% berada pada posisi paling bawah. Hal ini disebabkan dari tiga percobaan yang telah dilakukan dengan memakai *timing* pengapian yang berbeda-beda, dengan kemajuan *timing* yang tepat daya akan mengalami peningkatan. Pada CDI *racing timing optimum* dengan campuran bahan bakar etanol 5% menggunakan *timing* pengapian lebih besar $\pm 34^\circ$ sebelum TMA. Hal ini mengakibatkan terjadinya detonasi saat pembakaran lebih kecil sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna. Kemudian pada CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% menggunakan *timing* pengapian di bawah $\pm 34^\circ$ sebelum TMA, meskipun pengapian pada CDI standar cukup besar tetapi tidak diimbangi dengan *timing* yang tepat, hal ini mengakibatkan daya yang dihasilkan kurang maksimal. Pada

CDI *racing timing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% menggunakan *timing* pengapian $\pm 30^\circ$ sebelum TMA yang mengakibatkan *timing* pengapian kurang besar sehingga piston sudah melakukan langkah kompresi sebelum terbentuk tekanan yang tinggi sehingga mengakibatkan daya yang dihasilkan tidak maksimal. Ada yang menarik dari grafik di atas, pada grafik di atas terlihat kurva daya mesin pada CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% berada di atas kurva daya mesin pada CDI *racing timing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5%. Hal ini terjadi karena pengapian pada CDI *racing* cukup besar, tapi temperatur api yang dihasilkan lebih rendah, hal ini berbeda dengan CDI standar yang temperatur apinya lebih tinggi, yang mengakibatkan bahan bakar yang sulit menguap tadi bisa terbakar menjadi lebih sempurna.

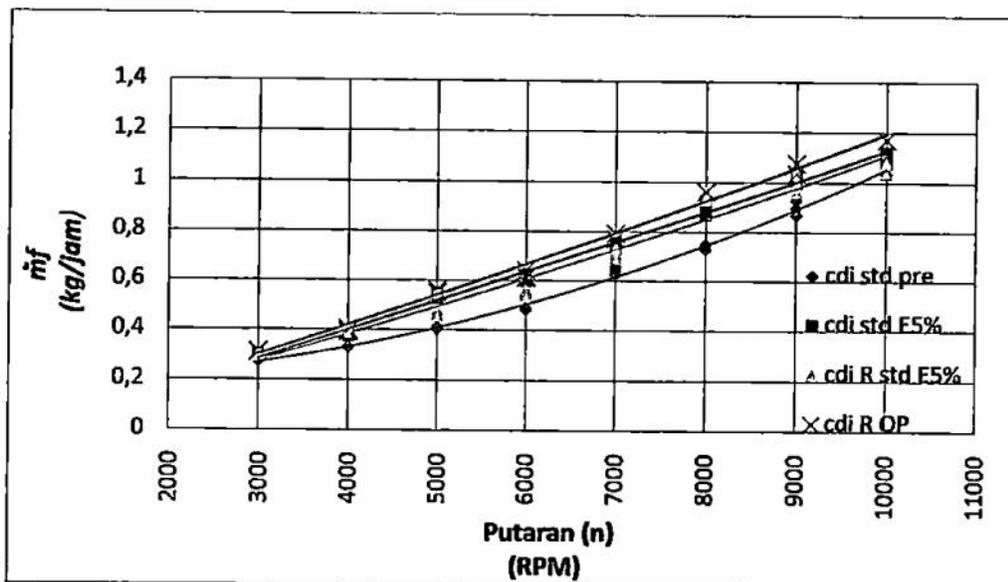
Pada gambar 4.3 di atas menunjukkan bahwa daya mesin pada CDI *racing optimum* dengan campuran bahan bakar etanol 5% berada di atas kurva CDI *racing standar* dengan campuran bahan bakar etanol 5%. Hal ini disebabkan *timing* pengapian pada CDI *racing optimum* lebih besar dari pada *timing* CDI *racing standar*. Dengan pendekatan atau memajukan *timing* pengapian pada CDI *racing optimum* yang mengakibatkan pembakaran dalam ruang bakar akan terbakar lebih sempurna yang mengakibatkan kenaikan nilai daya pada kinerja mesin

Pada saat langkah kompresi bahan bakar yang berada di ruang bakar akan dimampatkan, kemudian 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 kelingkungan.

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

Pada gambar grafik 4. menunjukkan grafik hubungan antara putaran mesin (rpm) dan konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f) dengan kondisi mesin standar dan menggunakan CDI standar dan CDI *racing*. Berikut ini adalah grafik hubungan antara putaran mesin (rpm) dan konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f)



Gambar 4.4. Grafik pengaruh komposisi bahan bakar terhadap (\dot{m}_f)

Dari gambar grafik 4.4 terlihat bahwa semua kurva menunjukkan kecenderungan yang sama. Yaitu kurva mengalami kenaikan setiap putaran mesin karena konsumsi bahan bakar berbanding lurus dengan putaran mesin.

Dari gambar grafik 4.4 terlihat bahwa kurva konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f) pada CDI standar premium berada di bawah kurva konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f) pada CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5%. Hal ini disebabkan pada premium murni campuran bahan bakar dengan udara idealnya 14,7 : 1 sedangkan pada etanol 9 : 1 dari sini dapat terlihat bahwa konsumsi bahan bakar

premium murni lebih irit dari pada konsumsi bahan bakar premium dengan campuran bahan bakar etanol 5%.

Pada gambar 4.4 di atas menunjukkan perbedaan antara konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f) pada CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5%, konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f) pada CDI *racing timing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% dan konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f) pada CDI *racing timing optimum* dengan campuran bahan bakar etanol 5%. Dari kurva diatas dapat dilihat bahwa kurva CDI *racing optimum* dengan campuran bahan bakar etanol 5% berada pada posisi teratas. Kemudian CDI standar dengan campuran bahan bakar etanol 5% berada pada posisi ke dua dan posisi terendah pada CDI *racing timing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5%. Perbedaan ini disebabkan karena adanya perbedaan *timing* pengapian, dimana setiap memperbesar *timing* pengapian dapat mempercepat pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar sehingga menjadi lebih boros.

Dari gambar grafik 4.4 di atas dapat terlihat bahwa kurva konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f) pada CDI *racing optimum* dengan campuran bahan bakar etanol 5% berada di atas dari konsumsi bahan bakar (\dot{m}_f) pada CDI *racing* standar dengan campuran bahan bakar etanol 5%. Hal ini disebabkan. Dalam hal ini *timing* CDI *racing optimum* lebih besar dari pada *timing* CDI *racing* standar. Dimana setiap kemajuan *timing* pengapian berpengaruh terhadap waktu pembakaran bahan bakar, sehingga konsumsi bahan bakar pada CDI optimum menjadi lebih boros.