

BAB 4 PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

4.1. Data Hasil Penelitian

Mesin Supra X 125 cc PGM FI yang akan digunakan sebagai alat uji dirancang untuk penggunaan bahan bakar bensin. Mesin ini menggunakan sistem pengapian *Full transistorized*. Adapun waktu pengapian yang dianalisa yakni pada kondisi 10° Before Top Dead Center (BTDC). Data lengkap hasil pengujian untuk bahan bakar bensin premium, E10, E20 dan E30 dapat dilihat pada lampiran.

4.1.1. Spesifikasi Data Alat Uji

Untuk menghitung unjuk kerja diperlukan data-data sebagai berikut :

4.1.1.1. Data Engine: ^[6]

1. Jumlah silinder : 1 silinder
2. Diameter silinder : 52,4 mm
3. Langkah, s : 57,9 mm
4. Rasio kompresi, r : 9,0 : 1
5. Volume langkah : 124 cc

4.1.1.2. Data Bahan bakar ^[7]

LHV premium = 10507,2 kkal/kg

LHV etanol = 6423,72 kkal/kg

1. Bahan bakar bensin premium

- Lower Heat value, LHV : 10507,2 kkal/kg
- Density, ρ (15°, 1,013 bar) : 0,772 kg/L
- Stoich Air/fuel Ratio, A/F : 14,6

2. Bahan bakar E10

- Lower Heat value, LHV : 10098,85 kkal/kg
- Density, ρ (15°, 1,013 bar) : 0,775 kg/L
- Stoich Air Fuel Ratio, A/F : 14,31

3. Bahan bakar E20

- *Lower Heat value*, LHV : 9690,5 kkal/kg
- Density, ρ (15°, 1,013 bar) : 0,777 kg/L
- Stoich Air/fuel Ratio, A/F : 14

4. Bahan Bakar E30

- *Lower Heat value*, LHV : 9282,16 kkal/kg
- Density, ρ (15°, 1,013 bar) : 0,78 kg/L
- Stoich Air/fuel Ratio, A/F : 13,75

4.2. Perhitungan Data

4.2.1. Brake Horse Power (*Bhp*)

Untuk mengetahui daya efektif digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Daya (Bhp)} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60 \cdot 75} \text{ [HP].}$$

Dimana:

BHP = Brake Horse Power (HP)

T = Torsi Mesin (kgf.m)

n = Putaran motor [rpm].

$$\text{Dimana } T = \frac{BHP \cdot 60 \cdot 75}{2 \pi \cdot n}$$

misalkan pada putaran 3500 rpm daya yang terbaca 3,3HP maka torsi adalah :

$$\text{Torsi} = \frac{3,3 \text{HP} \times 60 \times 75}{2 \pi \times 3500} \text{ [kgf.m].} = 0,676 \text{ (kgf.m)}$$

Table 4.1 Nilai torsi pada setiap putaran mesin

Putaran (rpm)	T (kgf m) premium	T (kgf m) E10	T (kgf m) E20	T (kgf m) E30
3500	0,676	0,682	0,665	0,676
4000	0,726	0,734	0,726	0,743
4500	0,748	0,753	0,764	0,764
5000	0,760	0,767	0,781	0,778
5500	0,782	0,788	0,795	0,788
6000	0,782	0,794	0,806	0,798
6500	0,769	0,777	0,786	0,783
7000	0,727	0,737	0,747	0,747

4.2.2. Fuel Consumption (FC)

Untuk mengetahui *fuel consumption* digunakan persamaan sebagai berikut:

$$FC = \frac{V_f \times 3600}{t \times 1000} \text{ [L/h].}$$

Dimana:

FC = *Fuel Consumption* (L/h)

V_f = Volume konsumsi (mL)

t = Waktu konsumsi [s].

misalkan pada putaran 3500 rpm untuk volume premium 10 ml waktu yang dibutuhkan 71 s maka *fuel consumption*-nya adalah :

$$\begin{aligned} FC &= \frac{10 \times 3600}{71 \times 1000} \text{ [L/h].} \\ &= 0,50 \end{aligned}$$

Table 4.2 Nilai fuel consumption pada setiap putaran mesin

Putaran (rpm)	FC (L/h) premium	FC (L/h) E10	FC (L/h) E20	FC (L/h) E30
3500	0,507	0,610	0,706	0,706
4000	0,545	0,735	0,766	0,783
4500	0,600	0,735	0,818	0,837
5000	0,766	0,900	0,947	1,000
5500	0,857	0,973	1,091	1,125
6000	1,091	1,161	1,241	1,286
6500	1,200	1,241	1,385	1,286
7000	1,385	1,385	1,500	1,565

4.2.3. Specific Fuel Consumption (SFC)

Untuk mengetahui *specific fuel consumption* digunakan persamaan sebagai berikut :

$$SFC = \frac{FC}{BHP} \text{ [L/HP.h].}$$

SFC = *Specific Fuel Consumption* (L/h)

FC = *Fuel Consumption* (L/h)

BHP = Brake Horse Power (HP)

misalkan pada putaran 3500 rpm untuk fuel consumption 0,507 L/h dan daya yang dihasilkan 3,3 HP maka *specific fuel consumption*-nya adalah :

$$\text{SFC} = \frac{0,507}{3,3} \text{ [L/HP.h].}$$

$$\text{SFC} = 0,154 \text{ (L/HP.h)}$$

Table 4.3 Nilai SFC pada setiap putaran mesin

Putaran (rpm)	SFC (L/hp.h) premium	SFC (L/hp.h) E10	SFC (L/hp.h) E20	SFC (L/hp.h) E30
3500	0,154	0,183	0,217	0,214
4000	0,135	0,179	0,189	0,189
4500	0,128	0,155	0,170	0,174
5000	0,145	0,168	0,174	0,184
5500	0,143	0,161	0,179	0,186
6000	0,167	0,175	0,184	0,192
6500	0,172	0,176	0,194	0,181
7000	0,195	0,192	0,205	0,214

4.2.4. Efisiensi Thermal (η_{th})

Untuk menghitung efisiensi thermal (η_{th}) digunakan persamaan yaitu :

$$\eta_{th} = \frac{BHP}{FC \cdot Q_{HV} \rho_f} \times 632 \times 100 \text{ (\%)}$$

misalkan pada putaran 3500 rpm untuk fuel consumption 0,507 L/h dan daya yang dihasilkan 3,3HP maka *specific fuel consumption*-nya adalah :

Note: $Q_{HV} = 10507,2 \text{ kkal/kg}$

$\rho_f = 0.772 \text{ kg/L}$

$$\eta_{th} = \frac{3,3HP}{0,507L/h \cdot 10507,2 \text{ kkal/kg} \cdot 0,772 \text{ kg/L}} \times 632 \times 100 \text{ (\%)}$$

$$\eta_{th} = 50,7 \text{ \%}$$

4.3. Analisa Unjuk Kerja

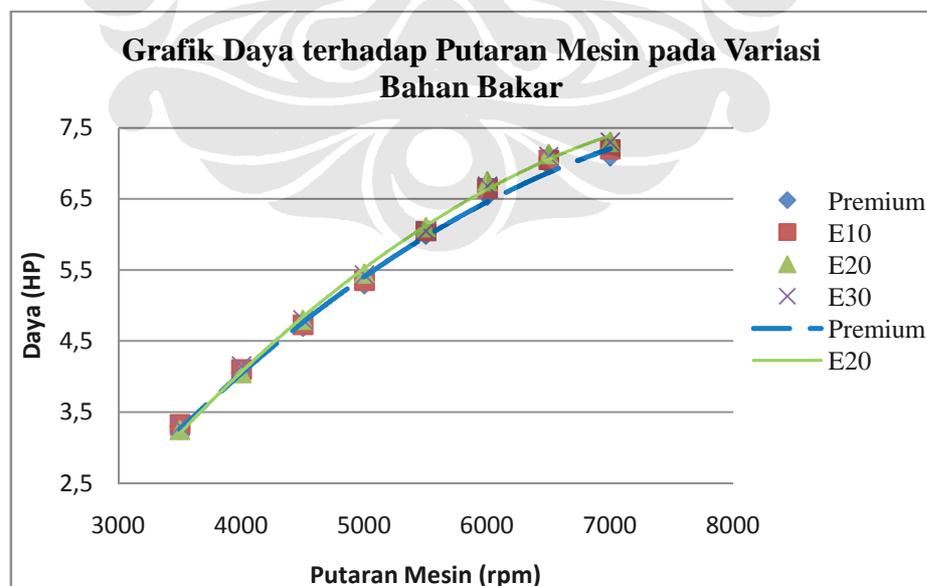
Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya untuk mengetahui karakteristik pembakaran dari suatu motor pembakaran dalam diperlukan beberapa parameter unjuk kerja, antara lain daya, FC, SFC dan efisiensi thermal. Untuk mempermudah analisa data-data hasil penelitian dimodelkan dalam bentuk grafik

4.3.1. Analisa Daya, SFC, FC dan Efisiensi Thermal terhadap Waktu Pengapian 10° BTDC

Dari hasil perhitungan dan pengujian dapat diketahui besarnya pengaruh waktu pengapian terhadap parameter-parameter unjuk kerja mesin yang optimal. Dan untuk perbandingan berikutnya diambil data dari pengujian *full open throttle* (FOT).

4.3.1.1. Daya pada Pengapian 10° BTDC

Hasil dari pengukuran daya dapat langsung terbaca dari *dyno dynamics test*. Dari data tersebut lalu dipindahkan dalam bentuk grafik daya

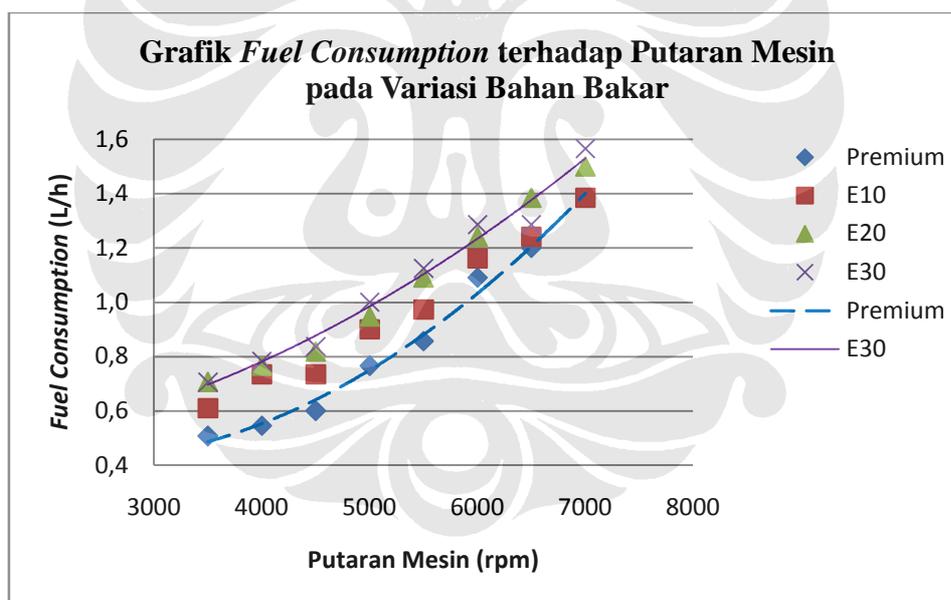


Gambar 4.1 Daya pada variasi bahan bakar di pengapian 10° BTDC

Grafik daya pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa dengan waktu pengapian 10° BTDC daya yang dihasilkan dari 3500 sampai 7000 rpm oleh mesin, optimal pada campuran E20 dan bila dibandingkan dengan premium daya yang dihasilkan naik mencapai 2,5%. Hal ini menunjukkan bahwa untuk pengapian 10° BTDC daya terbaik dihasilkan dari campuran bensin 80% dengan etanol 20%.

4.3.1.2. *Fuel Consumption* pada Pengapian 10° BTDC

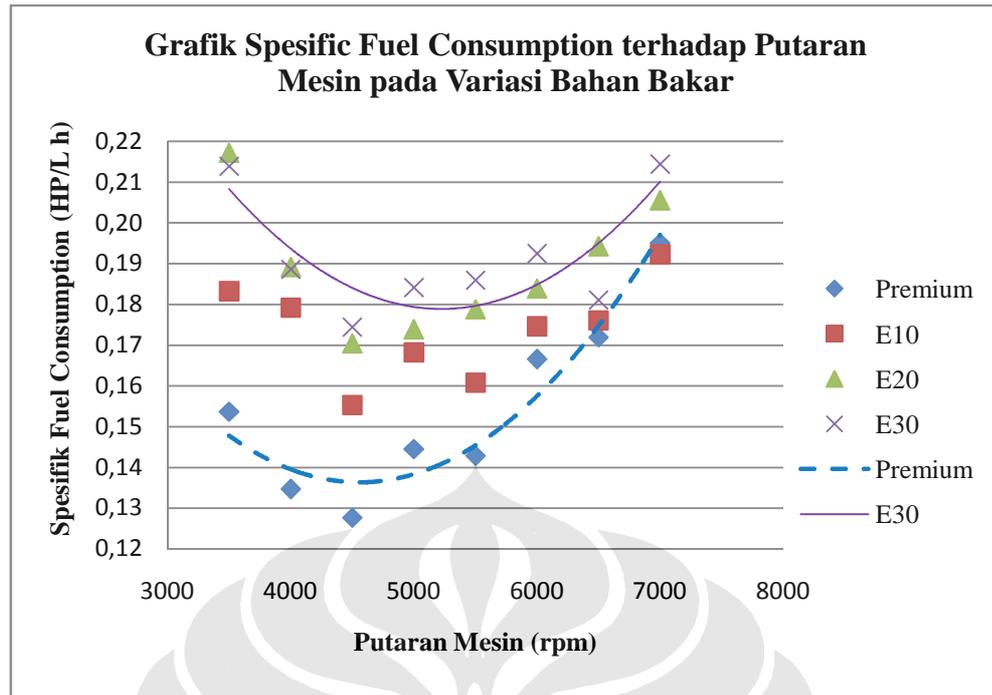
Data konsumsi bahan bakar dari variasi bahan bakar pada waktu pengapian 10° BTDC (standar) ditunjukkan pada grafik dibawah ini (gambar 4.2). Dapat dilihat pada gambar 4.2 konsumsi bahan bakar untuk semua variasi bahan bakar cenderung naik seiring meningkatnya putaran mesin. Untuk E10-E30 konsumsi bahan bakar cenderung meningkat jika dibandingkan dengan premium. Peningkatan konsumsi bahan bakar terbesar terjadi pada E30 dengan rata-rata peningkatan mencapai 28%.



Gambar 4.2 *Fuel consumption* pada variasi bahan bakar di pengapian 10° BTDC

4.3.1.3. *Specific Fuel Consumption (SFC)* pada Pengapian 10° BTDC

Dari hasil perhitungan *fuel consumption* berbanding dengan daya yang dihasilkan maka didapat *specific fuel consumption*.

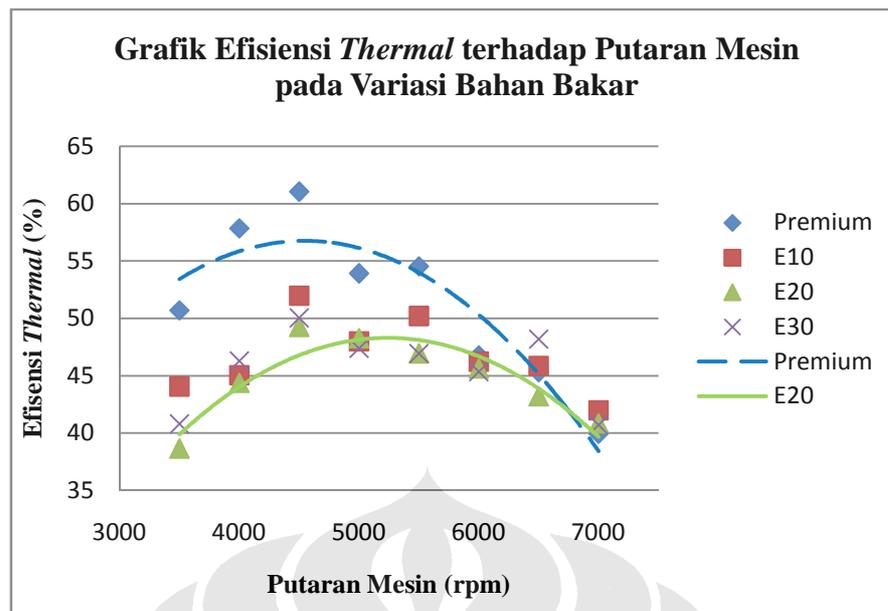


Gambar 4.3 SFC pada variasi bahan bakar di pengapian 10° BTDC

Hasil perhitungan tersebut ditampilkan pada gambar 4.3. Kecenderungan yang dapat dilihat adalah adanya kecenderungan penurunan SFC dari putaran mesin 3500 rpm sampai 5500 rpm kemudian untuk putaran 5500 rpm sampai 7000 rpm SFC cenderung naik. Hal ini dikarenakan pada putaran mesin (3500 sampai 5500) rpm terjadi *heat loss* pada mesin dan kemudian terjadi peningkatan SFC dikarenakan terjadinya *friction loss* yang tinggi pada putaran (5500 sampai 7000) rpm. Terjadi peningkatan SFC pada E10-E30 terhadap premium. Peningkatan SFC terbesar terjadi pada E30 dengan peningkatan rata-rata mencapai 25,5%.

4.3.1.4. Efisiensi Thermal, η_t pada pengapian 10° BTDC

Efisiensi thermal merupakan ukuran besarnya pemanfaatan energi yang terkandung di dalam bahan bakar untuk dirubah menjadi daya. Tingginya nilai efisiensi termal, dihasilkan oleh kualitas pembakaran di dalam ruang bakar yang semakin sempurna.



Gambar 4.4 η_t pada variasi bahan bakar di pengapian 10° BTDC

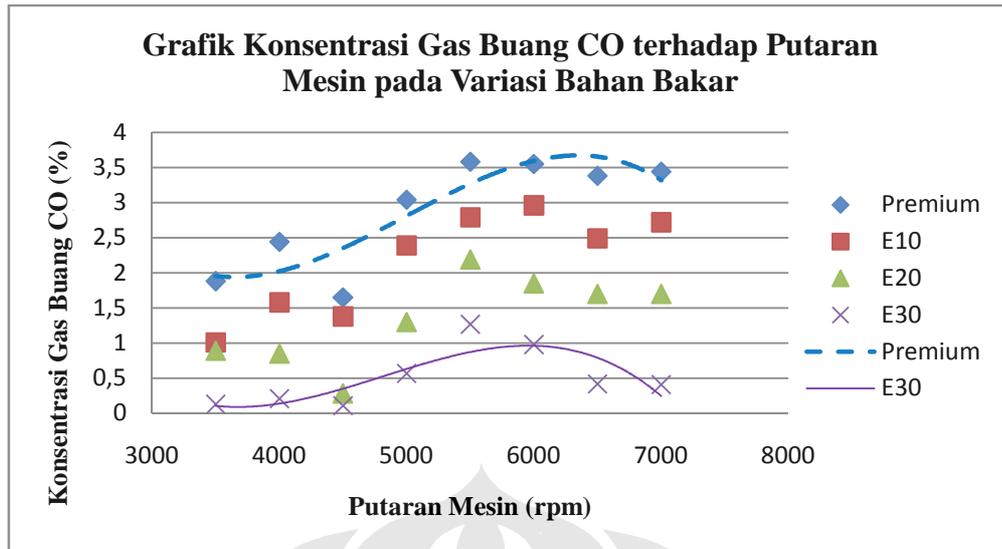
Untuk hasil percobaan dengan variasi bahan bakar ditunjukkan pada grafik diatas (gambar 4.4). Dari grafik dapat dilihat bahwa efisiensi termal cenderung turun seiring dengan peningkatan putaran mesin, sedangkan jika dibandingkan dengan premium, nilai efisiensi termal cenderung menurun untuk campuran etanol. Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai efisiensi thermal terendah terjadi pada campuran 80% bensin dan 20% etanol (E20) dengan penurunan rata-rata mencapai 12% terhadap premium.

4.4. Emisi Gas Buang

4.4.1. Konsentrasi Emisi Karbon Monoksida, CO

Rangkuman kecenderungan perubahan konsentrasi emisi CO terhadap putaran mesin pada bahan bakar E10, E20 dan E30 dibandingkan bahan bakar premium ditampilkan pada gambar dibawah (gambar 4.5)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecenderungan nilai CO mengalami penurunan pada E10, E20, dan E30 dibandingkan terhadap premium. Hal tersebut dikarenakan semakin banyaknya oksigen pada ruang bakar sehingga meminimalkan terbentuknya gas CO akibat pembakaran tidak sempurna.

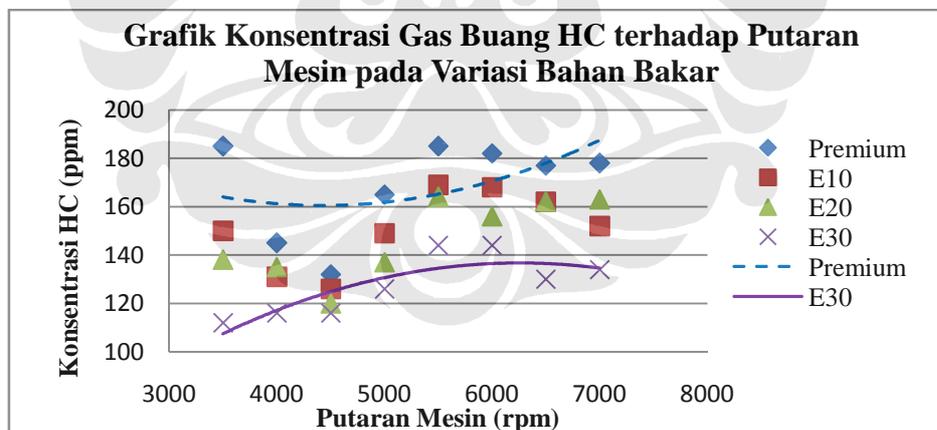


Gambar 4.5 CO pada variasi bahan bakar di pengapian 10° BTDC

Penurunan konsentrasi gas buang CO terbesar terjadi pada E30 dengan penurunan rata-rata mencapai 84%.

4.4.2. Konsentrasi Emisi Hidrokarbon, HC

Kecenderungan perubahan konsentrasi emisi HC terhadap kecepatan putar pada bahan bakar premium, E10, E20 dan E30 ditunjukkan pada gambar 4.6.



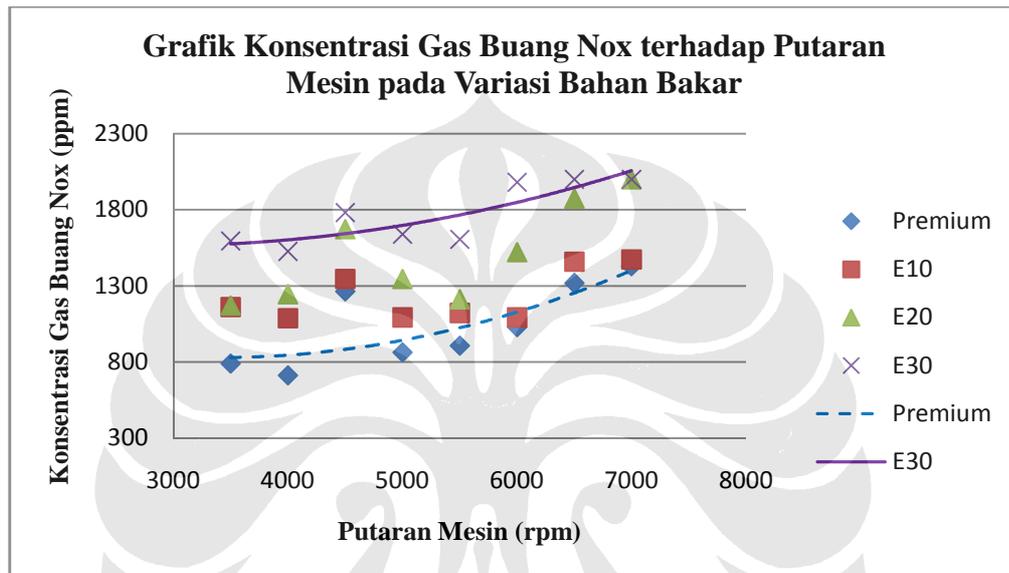
Gambar 4.6 HC pada variasi bahan bakar di pengapian 10° BTDC

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecenderungan nilai HC naik seiring dengan meningkatnya putaran mesin. Jika dibandingkan dengan premium, jumlah emisi gas buang HC untuk E10-E30 lebih rendah. Hal ini menunjukkan pencampuran premium dengan etanol mengurangi tingkat bahan bakar yang tidak

terbakar. Nilai terendah terdapat pada E30 dengan penurunan rata-rata mencapai 23,6%.

4.4.3. Konsentrasi Emisi NO_x

Kecenderungan perubahan konsentrasi emisi NO_x terhadap kecepatan putar pada bahan bakar premium, E10, E20 dan E30 ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 NO_x pada variasi bahan bakar di pengapian 10° BTDC

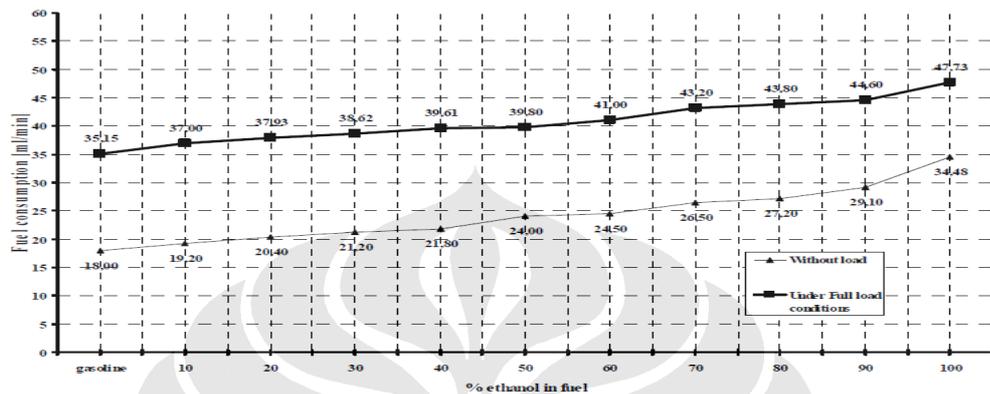
Dari hasil pengujian didapatkan kadar NO_x cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan putar mesin. Hal ini diakibatkan semakin tingginya suhu pembakaran pada ruang bakar sehingga menyebabkan nitrogen bereaksi dengan oksigen. Dari grafik terlihat bahwa nilai NO_x terbesar terjadi pada campuran bahan bakar 70% bensin dan 30% etanol (E30) dengan nilai peningkatan rata-rata mencapai 76% terhadap premium.

4.5. Perbandingan

Untuk melengkapi laporan tugas akhir ini, dilakukan proses perbandingan antara data yang didapatkan dari hasil perhitungan dengan jurnal ilmiah yang juga membahas campuran premium-etanol. Adapun jurnal tersebut berjudul ENVIRONMENTAL CONTRIBUTION OF GASOLINE-ETHANOL MIXTURE

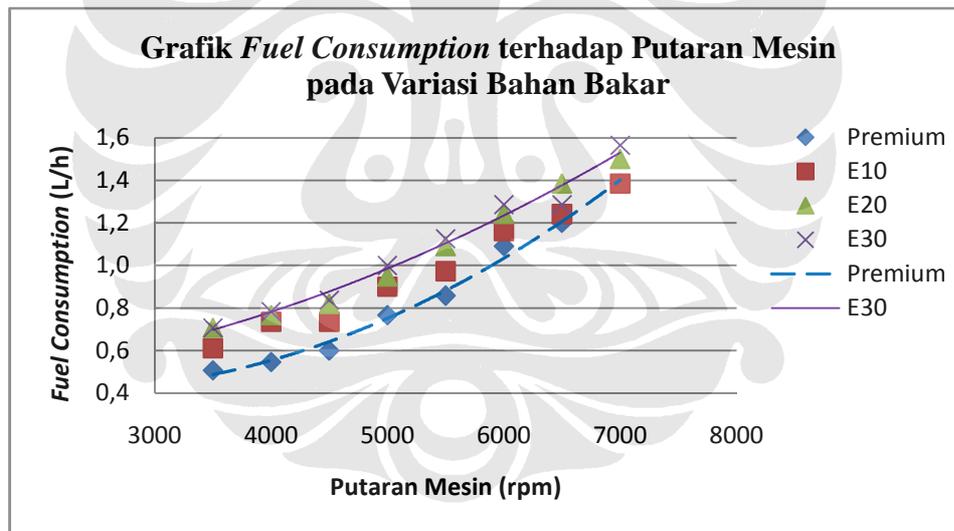
yang di buat oleh Arapatsakos I. Charalampos, Karkanis N. Anastasios, Sparis D. Panagiotis. Democritus University of Thrace, Mechanical Engineering Laboratory, V. Sofias 1 Xanthi, 67100-Greece. Hasil perbandingan terlampir seperti dibawah ini

4.5.1. Perbandingan Fuel Consumption



Sumber: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2006elounda2/papers/538-327.pdf>

(a)

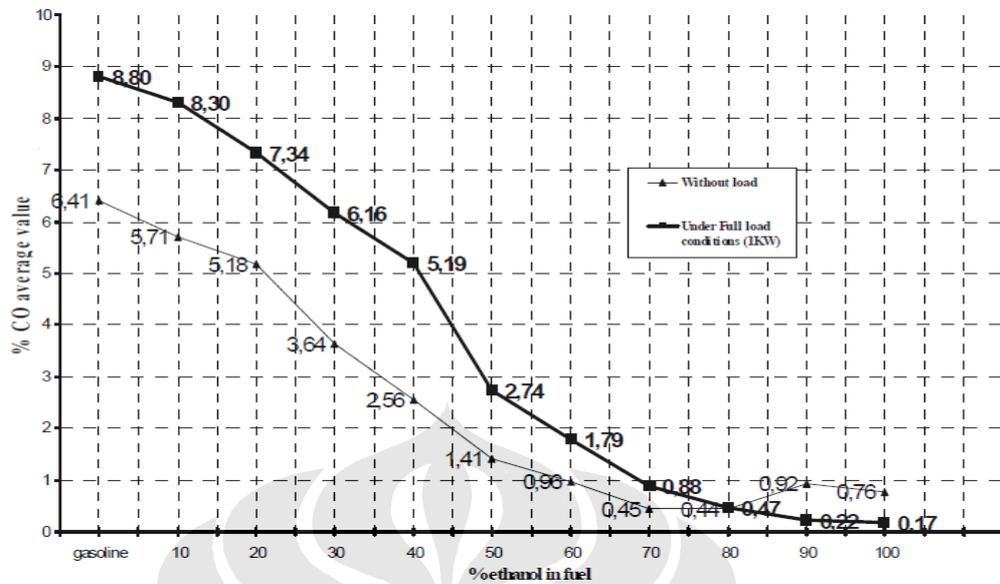


(b)

Gambar 4.8 Grafik *fuel consumption* (a) data (b) jurnal

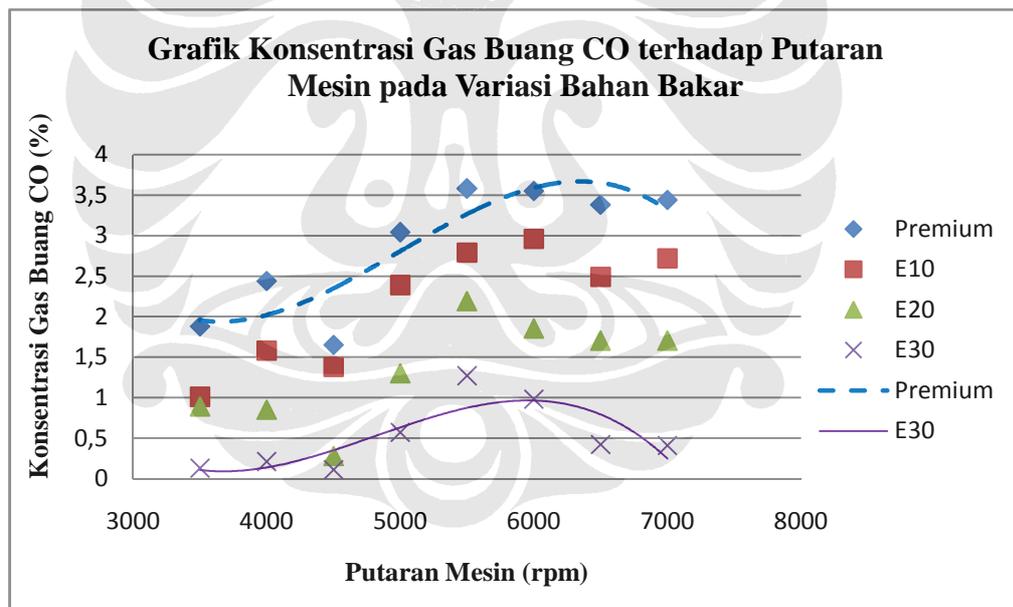
Dari gambar terlihat adanya kesamaan antara data dengan jurnal dimana terdapat kecenderungan terjadi peningkatan *fuel consumption* seiring meningkatnya prosentase campuran etanol pada bahan bakar. Hal ini dikarenakan energi yang terkandung pada etanol lebih rendah dibandingkan dengan premium.

4.5.2. Perbandingan Konsentrasi Emisi CO



Sumber: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2006elounda2/papers/538-327.pdf>

(a)

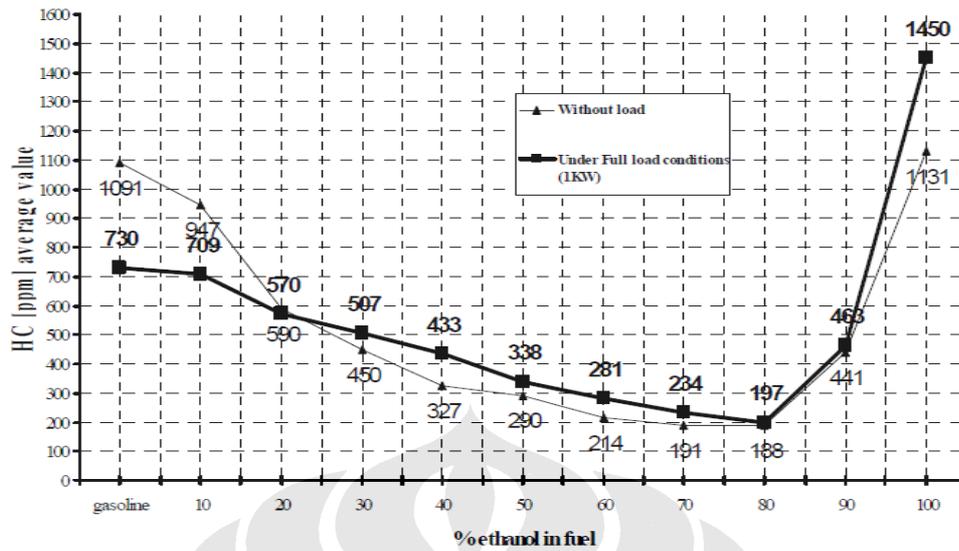


(b)

Gambar 4.9 Grafik konsentrasi CO, (a) data (b) jurnal

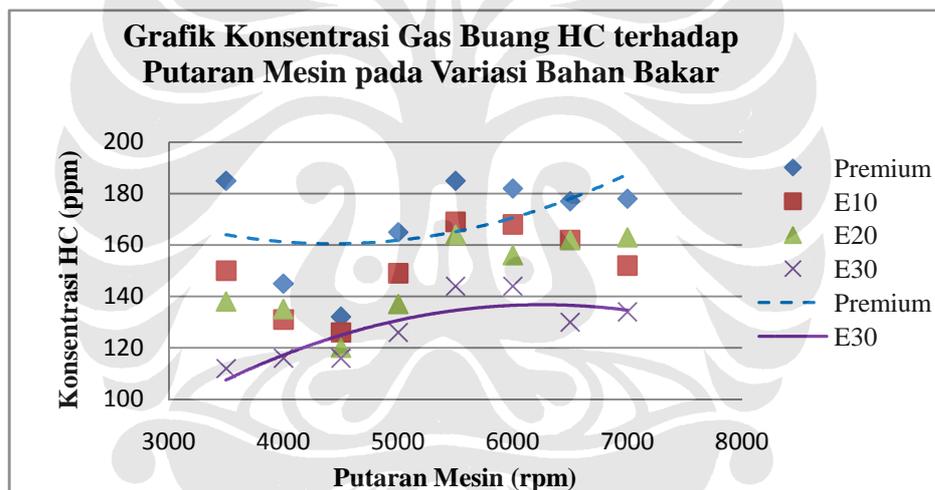
Dari gambar terlihat adanya kesamaan antara data dengan jurnal dimana terdapat kecenderungan terjadi penurunan konsentrasi gas buang CO seiring meningkatnya prosentase campuran etanol pada bahan bakar.

4.5.3. Perbandingan Konsentrasi Emisi Hidrokarbon, HC



Sumber: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2006elounda2/papers/538-327.pdf>

(a)



(b)

Gambar 4.10 Grafik konsentrasi HC (a) data (b) jurnal

Dari gambar terlihat adanya kesamaan antara data dengan jurnal dimana terdapat kecenderungan penurunan konsentrasi gas buang HC seiring dengan peningkatan prosentase etanol pada campuran bahan bakar. Hal ini disebabkan semakin banyaknya oksigen dalam ruang bakar sehingga semakin sedikit HC yang tidak terbakar.