

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Mesin <i>Otto</i>	4
2.2.1 Siklus Termodinamika Mesin <i>Otto</i>	5
2.2.2 Siklus <i>Otto</i>	5
2.2.3 Prinsip Kerja Motor <i>Otto</i> 4 Langkah.....	7
2.2.4 Pembakaran Pada Mesin <i>Otto</i>	8
2.3 Bahan Bakar Mesin <i>Otto</i>	10
2.3.1 Bahan Bakar Minyak	11
2.3.2 Bahan Bakar Gas	11
2.4 CNG (<i>Compressed Natural Gas</i>).....	14
2.5 AFR (<i>Air Fuel Ratio</i>).....	14
2.6 Massa Alir Gas.....	15
2.7 <i>Orifice</i>	15
2.8 Sistem Injeksi Bahan Bakar	16
2.9 Karakteristik Motor Bakar	17
2.9.1 Torsi	18
2.9.2 Daya Efektif.....	18



2.9.3 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif (SFCe).....	19
2.9.4 Efisiensi Termal Efektif (η).....	19
2.10 Performa Motor Bakar Bahan Bakar Gas	20
2.11 Hipotesis	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Metode Penelitian	22
3.2 Variabel Penelitian.....	22
3.3 Skema Instalasi Penelitian	23
3.4 Metode Pengambilan Data.....	24
3.5 Analisa Statistik	24
3.6 Diagram Alir Penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Analisa Data	28
4.1.1 Data Hasil Pengujian.....	28
4.1.2 Pengolahan Data.....	29
4.2 Analisis Varian Dua Arah	34
4.2.1 Analisa Varian Untuk Torsi	34
4.2.2 Analisa Varian Untuk Daya Efektif.....	37
4.2.3 Analisa Varian Untuk <i>Specific Fuel Consumption</i> Efektif	38
4.2.4 Analisa Varian Untuk Efisiensi Termal Efektif	39
4.3 Hasil dan Pembahasan	39
4.3.1 Pembahasan Grafik Hubungan antara Torsi terhadap Putaran pada berbagai variasi AFR	40
4.3.2 Pembahasan Grafik Hubungan antara Daya terhadap Putaran pada berbagai variasi AFR.....	42
4.3.3 Pembahasan Grafik Hubungan antara Konsumsi Bahan Bakar Spesifik efektif terhadap Putaran pada berbagai variasi AFR	44
4.3.4 Pembahasan Grafik Hubungan antara Efisiensi Termal efektif terhadap Putaran pada berbagai variasi AFR.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Karakteristik berbagai bahan bakar mesin pembakaran dalam	14
Tabel 3.1	Hasil pengujian dengan lebih dari 1 kali pengamatan tiap sel	25
Tabel 3.2	Tabel analisa varian dua arah	26
Tabel 4.1	Nilai Hidrokarbon pada Gas Buang Tiap Massa Alir	28
Tabel 4.2	Data Beban yang Diperoleh pada Tiap Variasi Massa Alir dan Putaran (RPM)	28
Tabel 4.3	Data debit bahan bakar pada flowmeter, massa alir teoritis, dan massa alir aktual	29
Tabel 4.4	Data beda tekanan pada manometer, massa alir teoritis, dan massa alir aktual udara	31
Tabel 4.5	Torsi yang dihasilkan ($\text{kg}\cdot\text{m}$)	34
Tabel 4.6	Jumlah Total Data Torsi yang dihasilkan ($\text{kg}\cdot\text{m}$)	34
Tabel 4.7	ANOVA untuk torsi	37
Tabel 4.8	ANOVA untuk daya efektif	38
Tabel 4.9	ANOVA untuk <i>specific fuel consumption</i> efektif	38
Tabel 4.10	ANOVA untuk efisiensi termal efektif	39

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Siklus Ideal Otto	5
Gambar 2.2	Siklus Aktual Otto	7
Gambar 2.3	Skema Langkah Kerja Motor Bakar 4 Langkah	8
Gambar 2.4	Ilustrasi Proses Pembakaran	9
Gambar 2.5	Destilasi Bertingkat Minyak Bumi	11
Gambar 2.6	Skema pengolahan gas alam	12
Gambar 2.7	Aliran Fluida yang melewati <i>Orifice</i>	16
Gambar 2.8	Sistem Injeksi Tidak Langsung	17
Gambar 3.1	Skema Instalasi Penelitian	23
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara massa alir bahan bakar aktual terhadap massa alir bahan bakar teoritis	30
Gambar 4.2	Grafik hubungan antara massa alir udara aktual terhadap massa alir udara teoritis	32
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara torsi terhadap putaran pada berbagai variasi AFR	40
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara daya terhadap putaran pada berbagai variasi AFR	42
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara konsumsi bahan bakar spesifik efektif terhadap putaran pada berbagai variasi AFR	44
Gambar 4.6	Grafik hubungan antara efisiensi termal efektif terhadap putaran pada berbagai variasi AFR	45

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Peralatan Penelitian
- Lampiran 2 Tabel Distribusi F Probabilita 0.05
- Lampiran 3 Hasil Pengujian
- Lampiran 4 Data Statistik



RINGKASAN

Ricky Septian, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2015, *Pengaruh Air Fuel Ratio Terhadap Performa Motor Bensin 4 Langkah Sistem Injeksi Berbahan Bakar CNG*, Dosen Pembimbing : Mega Nur Sasongko dan Haslinda Kusumaningsih.

Dalam beberapa dekade ini seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi kebutuhan akan sumber daya energi batu bara, minyak bumi, dan gas di dunia semakin meningkat. Mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) diharapkan masih dapat digunakan dalam sektor transportasi hingga beberapa dekade kedepan. Oleh karena itu, dibutuhkan sumber bahan bakar yang lebih aman, dan dapat terjamin ketersediaannya di masa depan. Dalam beberapa tahun ini banyak pengembangan teknologi yang dilakukan untuk dapat meningkatkan performa dari suatu kendaraan bermotor, contohnya adalah dengan menggunakan sistem injeksi kontrol elektronik. sehingga tingkat konsumsi bahan bakar dan emisi dari gas buang dapat dikurangi. Meskipun saat ini kebanyakan kendaraan bermotor telah menggunakan sistem injeksi bahan bakar, masih perlu dilakukan langkah preventif untuk mengatasi masalah tentang penggunaan bahan bakar minyak. Salah satu sumber energi yang dapat dijadikan alternatif sebagai pengganti pada motor *otto* adalah *Compressed Natural Gas* (CNG). CNG biasanya dibuat dengan mengkompresikan gas CH_4 atau *Methane* ke dalam bejana bertekanan.

Penelitian ini mengamati pengaruh *air fuel ratio* terhadap performa motor bensin 4 langkah sistem injeksi berbahan bakar CNG. Alat yang digunakan adalah motor *otto* 4 langkah satu silinder bervolume 124.8cc dengan tekanan dan debit bahan bakar CNG diatur 3 bar dan 6 liter/menit. Massa alir udara masuk yang divariasikan sebesar 1251.846, 1537.956, 1779.157, 1991.66, 2183.778 dalam mg/s dan putaran mesin dengan variasi putaran 5250, 4813, 4375, 3938, 3500, dan 3063 putaran/menit

Seiring dengan penambahan *air fuel ratio* dalam motor bakar *Otto* dengan bahan bakar CNG akan meningkatkan performa motor bakar hingga mencapai puncaknya pada kondisi yang mendekati sempurna hingga akhirnya mengalami penurunan dikarenakan pembakaran yang semakin tidak sempurna dan efisiensi volumetrik yang semakin menurun. Nilai torsi maksimal yang dihasilkan 4.27 kg•m pada 3063 rpm, daya efektif 1.731 Ps pada 3938 rpm, nilai SFCE 0.168 kg/Ps•jam pada 3938 rpm dan nilai efisiensi termal 31.56 % pada 3938 rpm dengan variasi massa alir 1537.956 mg/s, AFR 19.09. Dengan variasi massa alir udara yang sama, nilai torsi dan daya yang dihasilkan saat menggunakan bahan bakar CNG lebih rendah 14.67 % dan 11.37% jika dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar bensin namun nilai SFCE dan efisiensi termal yang dapat dicapai dalam penggunaan bahan bakar CNG lebih baik 26.96% dan 20.6% jika dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar bensin.

Kata Kunci : Motor Bakar, AFR, CNG, Performa