

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
RINGKASAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Motor Bensin	4
2.2.1 Siklus Termodinamika Motor Bakar	4
2.2.2 Siklus Otto	5
2.2.3 Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Langkah	7
2.2.4 Pembakaran Pada Motor Bensin.....	8
2.2.5 AFR (<i>Air Fuel Ratio</i>)	9
2.2.6 Rasio Ekuivalen (<i>Equivalent Ratio, Φ</i>)	10
2.3 Bahan Bakar Motor Bensin.....	11
2.3.1 Bahan Bakar Minyak	11
2.3.2 Bahan Bakar Gas	12
2.4 <i>Compressed Natural Gas</i> (CNG).....	12
2.5 Massa Alir Gas.....	15
2.6 <i>Orifice</i>	15
2.7 Sistem Injeksi Bahan Bakar	17
2.8 Emisi Gas Buang	17
2.8.1 Karbonmonoksida (CO).....	18
2.8.2 Karbondioksida (CO ₂)	19
2.8.3 Oksigen (O ₂)	19

2.8.4 Hidrokarbon (HC).....	20
2.8.5 <i>Excess Air</i> (λ).....	20
2.9 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
3.6 Diagram Alir Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Analisa Data	26
4.1.1 Data Hasil Pengujian	26
4.1.2 Pengolahan Data	26
4.2 Pembahasan	31
4.2.1 Analisa grafik hubungan kandungan CO ₂ pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	31
4.2.2 Analisa grafik hubungan kandungan CO pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	32
4.2.3 Analisa grafik hubungan kandungan HC pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	33
4.2.4 Analisa grafik hubungan kandungan O ₂ pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	34
4.2.5 Analisa grafik hubungan kandungan <i>excess air</i> pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	35
4.2.6 Analisa grafik hubungan putaran mesin pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	36
4.2.7 Analisa grafik hubungan kandungan CO ₂ dan putaran mesin pada titik stoikiometri dengan variasi bahan bakar terhadap massa alir udara	37
4.2.8 Analisa grafik hubungan kandungan CO dan HC pada titik stoikiometri dengan variasi bahan bakar terhadap massa alir udara	38
4.2.9 Analisa grafik hubungan kandungan <i>excess air</i> dan O ₂ pada titik stoikiometri dengan variasi bahan bakar terhadap massa alir	

udara 39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 41

5.1 Kesimpulan 41

5.2 Saran 41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kareteristik berbagai bahan bakar mesin pembakaran dalam	14
Tabel 2.2	Emisi racun yang dihasilkan oleh mesin otto dalam mg/Km	14
Tabel 4.1	Data debit bahan bakar pada <i>flowmeter</i> , massa alir teoritis, dan massa alir aktual	27
Tabel 4.2	Data beda tekanan pada manometer, massa alir teoritis, dan massa alir aktual udara	29
Tabel 4.3	Data perhitungan AFR pada masing-masing massa alir	30



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Siklus Ideal Otto	5
Gambar 2.2	Siklus Aktual Otto	6
Gambar 2.3	Skema Langkah Kerja Motor Bakar 4 Langkah	7
Gambar 2.4	Ilustrasi Proses Pembakaran	8
Gambar 2.5	Grafik hubungan antara volume emisi gas buang terhadap AFR	9
Gambar 2.6	Grafik hubungan emisi gas buang terhadap <i>Equivalent ratio</i>	10
Gambar 2.7	Destilasi Bertingkat Minyak Bumi	11
Gambar 2.8	Distribusi CNG	12
Gambar 2.9	<i>Orifice</i>	17
Gambar 2.10	Sistem Injeksi Tidak Langsung	19
Gambar 3.1	Skema Instalasi Penelitian	23
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara massa alir bahan bakar aktual terhadap massa alir bahan bakar teoritis	27
Gambar 4.2	Grafik hubungan antara massa alir udara aktual terhadap massa alir udara teoritis	29
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara kandungan CO ₂ pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	31
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara kandungan CO pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	32
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara kandungan HC pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	33
Gambar 4.6	Grafik hubungan antara kandungan O ₂ pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	34
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara kandungan <i>excess air</i> pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	35
Gambar 4.8	Grafik hubungan antara Putaran Mesin pada variasi massa alir udara terhadap massa alir bahan bakar CNG	36
Gambar 4.9	Grafik hubungan kandungan CO ₂ (a) dan putaran mesin (b)	37

Gambar 4.10

pada titik stoikhiometri dengan variasi bahan bakar terhadap massa alir udara

38

Gambar 4.11

Grafik hubungan kandungan CO (a) dan HC (b) pada titik stoikhiometri dengan variasi bahan bakar terhadap massa alir udara

39



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel data hasil pengujian pada Δh 5,5 mmH₂O
- Lampiran 2 Tabel data hasil pengujian pada Δh 7 mmH₂O
- Lampiran 3 Tabel data hasil pengujian pada Δh 10 mmH₂O
- Lampiran 4 Peralatan pengujian



RINGKASAN

Reza Angga Rahardja, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2015, *Uji Emisi Gas Buang Motor Bensin 4 Langkah Sistem Injeksi Dengan Bahan Bakar Compressed Natural Gas*, Dosen Pembimbing : Mega Nur Sasongko dan Haslinda Kusumaningsih.

Dalam beberapa dekade ini masalah pencemaran udara oleh sektor transportasi yang menggunakan bahan bakar minyak sangat berdampak buruk terhadap kelangsungan hidup karena menghasilkan emisi CO dan HC. Pada masalah yang dihadapi tersebut telah ada salah satu inovasi untuk mengurangi masalah tersebut, yaitu sistem injeksi kontrol elektronik, tetapi masih perlu dilakukan langkah preventif untuk mengatasi masalah tentang bahan bakar minyak yang menghasilkan emisi tidak ramah lingkungan, oleh karena itu diperlukan sumber energi alternatif. *Compressed Natural Gas* (CNG) adalah bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak yang mempunyai tingkat emisi yang lebih rendah, sehingga lebih ramah lingkungan. Berdasarkan latar belakang tersebut dilakukan penelitian tentang uji emisi gas buang motor bensin 4 langkah sistem injeksi dengan bahan bakar *Compressed Natural Gas*.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah hasil uji emisi gas buang motor bensin 4 langkah sistem injeksi dengan bahan bakar *Compressed Natural Gas*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*), yaitu dengan melakukan pengamatan kejadian secara langsung sehingga dapat mengetahui pengaruh massa alir bahan bakar CNG terhadap emisi gas buang pada motor bensin 4 langkah sistem injeksi. Instalasi pengujian menggunakan motor bensin 4 langkah satu silinder bervolume 124,8 cc dengan kompresi rasio 9,3 : 1 yang dikondisikan statis. Variasi massa alir bahan bakar CNG 25,32 mg/s, 31,64 mg/s, 37,64 mg/s, 43,92 mg/s, 50,19 mg/s, 56,46 mg/s, 63,84 mg/s, 70,22 mg/s, 80,57 mg/s, 87,28 mg/s, 104,01 mg/s, 111,44 mg/s divariasikan pada massa alir udara 1034,88 mg/s, 1317,12 mg/s, 1881,6 mg/s. Tekanan CNG diatur sebesar 3 bar serta pengujian emisi gas buang dilakukan dengan stargas 898.

Penambahan massa alir bahan bakar mengakibatkan emisi CO₂ dan putaran mesin naik hingga titik stoikiometri lalu turun setelahnya, untuk emisi CO dan HC turun hingga titik stoikiometri lalu naik setelahnya serta mengakibatkan emisi O₂ dan *excess air* turun. CNG memiliki kandungan emisi CO, HC, dan CO₂ yang lebih rendah 78%, 94%, dan 37% daripada bensin, sedangkan untuk O₂, *excess air* dan putaran mesin yang lebih tinggi 43%, 14%, dan 62%.

Kata Kunci : CNG, Motor Bensin 4 Langkah, Sistem Injeksi, Emisi Gas Buang

