



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGGUNAAN VENTURI MIXER 12 LUBANG
MENYILANG TERHADAP PERUBAHAN PERFORMA DAN
EMISI PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH/125 CC
DENGAN PENAMBAHAN LPG
(PROPANA 4,58% DAN BUTANA 83,14%)**

SKRIPSI

**AHMAD FAUZIE ILMAN KAMIL
04 04 02 0037**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
DEPOK
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGGUNAAN VENTURI MIXER 12 LUBANG
MENYILANG TERHADAP PERUBAHAN PERFORMA DAN
EMISI PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH/125 CC
DENGAN PENAMBAHAN LPG
(PROPANA 4,58% DAN BUTANA 83,14%)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**AHMAD FAUZIE ILMAN KAMIL
04 04 02 0037**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
KEKHUSUSAN KONVERSI ENERGI
DEPOK
DESEMBER 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Ahmad Fauzie I.K.

NPM : 0404020037

Tanda Tangan :

Tanggal : 23 Desember 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ahmad Fauzie I.K.
NPM : 0404020037
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan *Venturi Mixer* 12 Lubang
Menyilang Terhadap Perubahan Performa Dan
Emisi Pada Sepeda Motor 4 Langkah/125 CC
Dengan Penambahan LPG (Propana 4,58% dan
Butana 83,14%)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiarto, M.Eng. ()
Penguji : Dr. Ir. Adi Suryosatyo., M.Eng ()
Penguji : Dr. Ir. Engkos A. Kosasih, MT ()
Penguji : Ir. Yulianto S. Nugroho, M.Sc. ,Ph.D ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 23 Desember 2008

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT., karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) **Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiarto, M.Eng** selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) **Dosen dan Karyawan Departement Teknik Mesin FTUI** yang telah banyak membantu selama masa perkuliahan.
- (3) pihak **Khatulistiwa Suryanusa Motor** yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (4) **Adnan Tabrani dan Siti Aisyah**, orang tua saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (5) **Tiara, Adit, Iman, Adis, dan Nanda**, Kakak dan Adik saya yang selalu memberikan dukungannya
- (6) **Bale dan Tuhin**, tim motor yang telah bersama dalam menyelesaikan skripsi;
- (7) Teman-teman Mesin angkatan 2004 dan MTF yang telah bersama selama 4 setengah tahun ini. Dan semua yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT. berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Desember 2008

Ahmad Fauzie Ilman Kamil

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Fauzie I.K.
NPM : 0404020037
Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS PENGGUNAAN VENTURI MIXER 12 LUBANG MENYILANG
TERHADAP PERUBAHAN PERFORMA DAN EMISI PADA SEPEDA
MOTOR 4 LANGKAH/125 CC DENGAN PENAMBAHAN LPG**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 23 Desember 2008

Yang menyatakan

(Ahmad Fauzie I.K.)

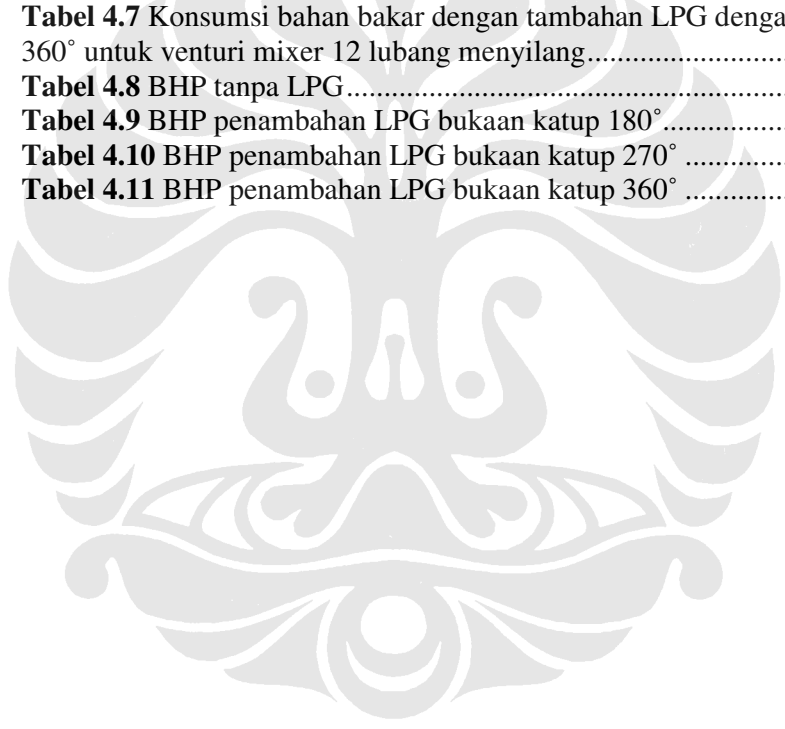
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB 1	
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.3 PEMBATASAN MASALAH.....	3
1.4 METODOLOGI PENELITIAN.....	4
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB.2	
DASAR TEORI	6
2.1 MOTOR OTTO	6
2.2 PARAMETER PRESTASI MESIN	11
2.3 PEMBAKARAN DAN EMISI PADA MOTOR OTTO	13
2.4 TERBENTUKNYA POLUTAN PADA ALIRAN GAS BUANG ...	13
2.4.1 Karbon Monoksida (CO)	14
2.4.2 Hidrokarbon (HC).....	14
2.4.3 Nitrogen Oksida (NO _x).....	15
2.4.4 Udara Berlebih (Excess Air).....	15
2.5 KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR CAIR LPG	16
2.5.1 Butana	17
2.5.2 Propana	18
2.6 PENGARUH ALIRAN LPG SEBAGAI PENAMBAH TENAGA ...	20
2.6.1 Perbandingan udara bahan bakar (A/F) atau AFR.....	20
2.7 MIXER.....	21
2.8 TEORI PENCAMPURAN.....	23
2.8.1 Pencampuran Gas.....	23
2.8.2 Hukum Dalton untuk Pencampuran Gas Ideal: Penambahan Tekanan Parsial.....	26
2.9 DINAMOMETER DYNODINAMICS	28
2.9.1 Perhitungan Yang Berhubungan Dengan Inersia Chassis Dinamometer .	28
2.9.2 PENGUKURAN TENAGA MESIN	29
2.9.3 Cara Kerja Inersia pada Dinamometer Jenis Rolling Road	31
2.10 SIMULASI PENCAMPURAN GAS	32
2.10.1 Analisis <i>mixer</i> percobaan sebelumnya.....	33
2.10.2 Analisis <i>venturi mixer</i> baru.....	37

2.11 Gambar hasil desain <i>venturi mixer</i> berdasarkan CFD	43
BAB..3	
METODOLOGI PENELITIAN	46
3.1 PROSES Pengerjaan sistem pemasukkan gas	46
3.3 PERSIAPAN PENGUJIAN.....	53
3.4 PROSEDUR PENGAMBILAN DATA	55
3.4.1 Pengambilan data dengan Dynamometer.....	56
3.4.2 Pengambilan data analisis gas buang.....	57
3.4.3 Prosedur Pengambilan Data Konsumsi Bahan Bakar.....	57
BAB..4	
PENGOLAHAN DAN PERHITUNGAN DATA	61
4.1 PERHITUNGAN KONSUMSI LPG.....	61
4.2 PERHITUNGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR.....	63
4.3 PERHITUNGAN LAJU ALIRAN MASSA CAMPURAN BAHAN BAKAR.....	64
BAB..5	
ANALISIS DAN PEMBAHASAN	71
5. 1 ANALISIS PRESTASI MESIN	71
5.1.1. Analisis perbandingan daya dan torsi mesin.....	71
5.2 ANALISIS EMISI GAS BUANG	73
5.2.1 Analisis kadar CO ₂ (karbon dioksida)	73
5.2.2 Analisis kadar CO (karbon monoksida).....	74
5.2.3 Analisis kadar HC (Hidro karbon).....	74
5.2.4 Analisis kadar O ₂ (oksigen)	75
5.3 ANALISIS PERBANDINGAN BERBAGAI <i>VENTURI MIXER</i> (12, 16, DAN 20 LUBANG MENYILANG).....	76
5.3.1 Analisis Prestasi Mesin.....	76
5.3.2 Analisis Emisi Gas Buang	82
5.3.2.1 Analisis kadar CO ₂ (karbon dioksida).....	82
5.3.2.2 Analisis kadar CO (carbon monoksida).....	83
5.3.2.3 Analisis kadar HC (hydrocarbon).....	84
5.3.2.4 Analisis kadar O ₂ (oksigen).....	86
BAB..6	
KESIMPULAN	88
DAFTAR ACUAN	89
DAFTAR PUSTAKA	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Butana	18
Tabel 2.2 Sifat Propana	19
Tabel 4.1 Konsumsi LPG pada bukaan katup regulator 180° untuk venturi mixer 12 lubang menyilang.....	61
Tabel 4.2 Konsumsi LPG pada bukaan katup regulator 270° untuk venturi mixer 12 lubang menyilang.....	62
Tabel 4.3 Konsumsi LPG pada bukaan katup regulator 360° untuk venturi mixer 12 lubang menyilang.....	62
Tabel 4.4 Konsumsi bahan bakar tanpa campuran LPG	63
Tabel 4.5 Konsumsi bahan bakar dengan tambahan LPG dengan bukaan katup 180° untuk venturi mixer 12 lubang menyilang.....	63
Tabel 4.6 Konsumsi bahan bakar dengan tambahan LPG dengan bukaan katup 270° untuk venturi mixer 12 lubang menyilang.....	64
Tabel 4.7 Konsumsi bahan bakar dengan tambahan LPG dengan bukaan katup 360° untuk venturi mixer 12 lubang menyilang.....	64
Tabel 4.8 BHP tanpa LPG.....	65
Tabel 4.9 BHP penambahan LPG bukaan katup 180°	66
Tabel 4.10 BHP penambahan LPG bukaan katup 270°	66
Tabel 4.11 BHP penambahan LPG bukaan katup 360°	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses kerja motor otto 4 langkah	8
Gambar 2.2	Diagram P-V dan T-S ideal motor Otto 4 langkah	9
Gambar 2.3	Venturi	22
Gambar 2.4	Hukum Dalton	28
Gambar 2.5	Kontur kecepatan pada simulasi CFD	34
Gambar 2.6	Kontur turbulensi pada simulasi CFD	37
Gambar 2.7	Grafik Iterasi	38
Gambar 2.8	Kontur kecepatan pada simulasi CFD <i>venturi mixer</i> baru	39
Gambar 2.9	Penyebaran spesies pada simulasi CFD	40
Gambar 2.10	Kontur turbulensi pada simulasi CFD <i>venturi mixer</i> baru	42
Gambar 2.11	Desain <i>Venturi mixer</i> 12, 16, dan 20 Menyilang	44
Gambar 2.12	<i>Venturi mixer</i> dengan penutup	44
Gambar 2.13	Potongan <i>venturi mixer</i> dengan penutup	45
Gambar 3.1	(a) Sistem penyaluran gas LPG model lama (fuel jet mixer) (b) Penempatan sistem penyaluran gas LPG pada sepeda motor model baru (<i>venturi mixer</i>)	47
Gambar 3.2.	(a) Kompor gas portabel, (b) <i>Venturi mixer</i> dan (c) Katup penghubung	49
Gambar 3.3	Lowboy Chassis AWD	51
Gambar 3.4	Skema pencampuran bahan bakar	52
Gambar 3.5	Pengikatan motor dan penempatan diatas <i>roller</i>	53
Gambar 3.6	Gas analyzer	54
Gambar 3.7	Proses pengambilan data dengan Dynamometer	57
Gambar 3.8	Pengukuran massa gas	58
Gambar 3.9	Pengukuran konsumsi bahan bakar bensin	60
Gambar 5.1	Grafik perbandingan daya mesin	71
Gambar 5.2	Grafik perbandingan torsi mesin	72
Gambar 5.3	Grafik perbandingan kadar CO ₂ dalam gas buang	73
Gambar 5.4	Grafik perbandingan kadar CO dalam gas buang	74
Gambar 5.5	Grafik perbandingan kadar HC dalam gas buang	74
Gambar 5.6	Grafik perbandingan kadar O ₂ dalam gas buang	75
Gambar 5.7	Grafik perbandingan daya mesin pada bukaan katup 180°	76
Gambar 5.8	Grafik perbandingan daya mesin pada bukaan katup 270°	77
Gambar 5.9	Grafik perbandingan daya mesin pada bukaan katup 360°	78
Gambar 5.10	Grafik perbandingan torsi mesin pada bukaan katup 180°	79
Gambar 5.11	Grafik perbandingan torsi mesin pada bukaan katup 270°	80
Gambar 5.12	Grafik perbandingan torsi mesin pada bukaan katup 360°	81
Gambar 5.13	Perbandingan CO ₂ antar <i>venturi mixer</i>	82
Gambar 5.14	Perbandingan CO antar <i>venturi mixer</i>	84
Gambar 5.15	Perbandingan HC antar <i>venturi mixer</i>	85
Gambar 5.16	Perbandingan O ₂ antar <i>venturi mixer</i>	86

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Dimensi
AFR	Perbandingan massa udara – bahan bakar	
AF _s	Perbandingan massa udara–bahan bakar (isooktana) stoikiometris	
M	Berat molekul	gr/mol
N	Jumlah molekul	mol ⁻¹
Q _{in}	Kalor masuk	Joule
Q _{HV}	Nilai kalor pembakaran bahan bakar	kJ/kg
R	Konstanta gas ideal	
T	Temperatur	K
V	Volume	m ³
a	Akselerasi	m/s ²
c	Fraksi massa	
g	Percepatan gravitasi	m/s ²
k	Konstanta Boltzmann	J K ⁻¹
m	Massa	kg
\dot{m}_f	Laju aliran massa bahan bakar	kg/s
n	densitas jumlah partikel	mol ⁻¹ m ⁻³
p	Tekanan	bar
t	Waktu	s
y	Fraksi mol	
μ _H	Massa satu atom hidrogen	kg
ρ	Massa jenis	kg/m ³
ρ _f	Massa jenis bahan bakar	kg/m ³
Q _{in}	Kalor masuk	Joule
Q _{HV}	Nilai kalor pembakaran bahan bakar	kJ/kg
BFC	<i>Brake Fuel Consumption</i>	l/h
\dot{m}_f	Laju aliran massa bahan bakar	kg/s
V _f	Volume bahan bakar	cc
t	Waktu	s
T	Torsi	N.m
F	Gaya pembebanan	N
\dot{m}_a	Laju aliran massa udara	kg/s
\dot{m}_i	Laju aliran massa yang melewati intake	kg/s
\dot{m}_{LPG}	Laju aliran massa LPG	kg/s
L	Lengan brake	m
BHP	Daya mesin yang terukur pada brake	HP
BSFC	Konsumsi bahan bakar spesifik	gr/hp.h
ρ _f	Massa jenis bahan bakar	kg/m ³
λ	Lambda	
Φ	Rasio ekivalensi	

