



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGGUNAAN VENTURI *MIXER* 20 LUBANG
MENYILANG TERHADAP PERUBAHAN PERFORMA DAN
EMISI PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH/125 CC
DENGAN PENAMBAHAN LPG**

SKRIPSI

**ACHMAD MAFTUHIN
04 04 02 001Y**

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



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGGUNAAN VENTURI *MIXER* 20 LUBANG
MENYILANG TERHADAP PERUBAHAN PERFORMA DAN
EMISI PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH/125 CC
DENGAN PENAMBAHAN LPG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**ACHMAD MAFTUHIN
04 04 02 001Y**

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

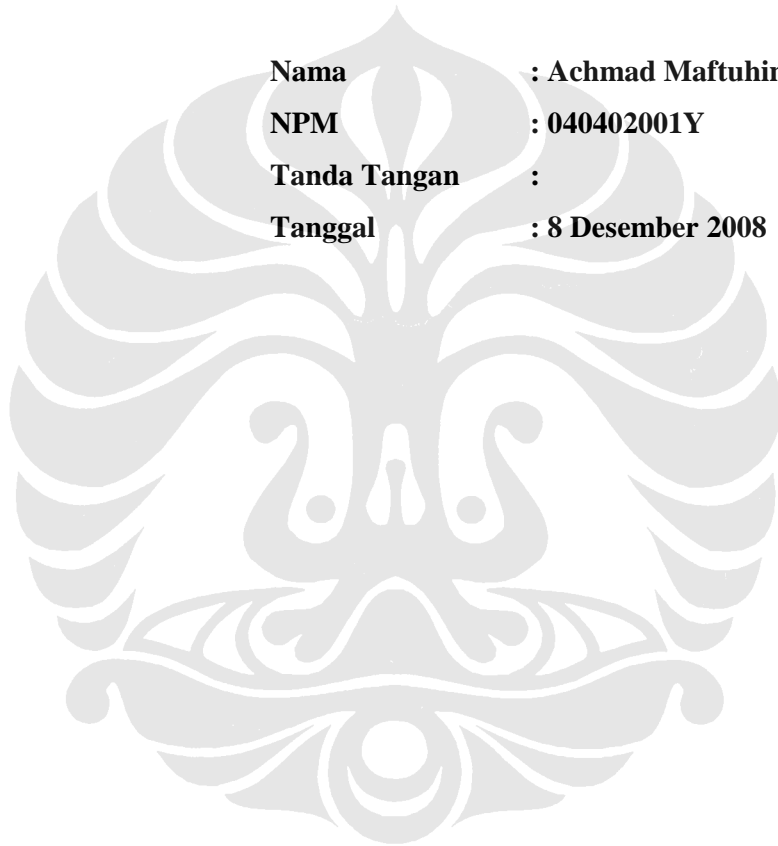
**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Achmad Maftuhin

NPM : 040402001Y

Tanda Tangan :

Tanggal : 8 Desember 2008



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Achmad Maftuhin
NPM : 040402001Y
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan *Venturi Mixer* 20 Lubang
Menyilang Terhadap Perubahan Performa Dan
Emisi Pada Sepeda Motor 4 Langkah/125 CC
Dengan Penambahan LPG.

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

KATA PENGANTAR

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 Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadaribahwa, 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) Bapak 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) Bapak Dr. Ir. Harinaldi, M.Eng selaku Kepala Departemen Teknik Mesin FTUI.
- 3) Seluruh dosen DTM FTUI yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya selama saya berkuliah di kampus ini
- 4) Seluruh karyawan DTM FTUI yang telah banyak membantu saya selama berkuliah di kampus ini
- 5) orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- 6) rekan-rekan mahasiswa teknik mesin khususnya angkatan 2004 yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

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

Depok, 8 Desember 2008

Penulis

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

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

Nama : Achmad Maftuhin
NPM : 040402001Y
Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi 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 20 Lubang Menyalang Terhadap Perubahan Performa Dan Emisi Pada Sepeda Motor 4 Langkah/125 Cc Dengan Penambahan LPG”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti oneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, Mengalihmedia/formatkan, 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 : 8 Desember 2008

Yang menyatakan

(ACHMAD MAFTUHIN)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	2
1.3 PEMBATASAN MASALAH	3
1.4 METODOLOGI PENELITIAN.....	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB 2 DASAR TEORI.....	5
2.1 MOTOR OTTO.....	5
2.1.1 Siklus Kerja Motor Otto.....	6
2.2 PARAMETER PRESTASI MESIN	10
2.3 PEMBAKARAN DAN EMISI PADA MOTOR OTTO.....	12
2.4 TERBENTUKNYA POLUTAN PADA ALIRAN GAS BUANG.....	13
2.4.1 Karbon Monoksida (CO)	13
2.4.2 Hidrokarbon (HC).....	14
2.4.3 Nitrogen Oksida (NOx).....	14
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.....	19
2.6 PENGARUH ALIRAN LPG SEBAGAI PENAMBAH TENAGA	21
2.6.1 Perbandingan udara bahan bakar (A/F) atau AFR	21
2.7 MIXER	22
2.8 TEORI PENCAMPURAN	24
2.8.1 Pencampuran Gas.....	24
2.8.2 Hukum Dalton untuk Pencampuran Gas Ideal: Penambahan Tekanan Parsial	27
2.9 DINAMOMETER DYNODINAMICS	29
2.9.1 Perhitungan Yang Berhubungan Dengan Inersia Chassis Dinamometer.....	29
2.10 PENGUKURAN TENAGA MESIN	30
2.10.1 Cara Kerja Inersia pada Dinamometer Jenis Rolling Road.....	32
2.11 SIMULASI PENCAMPURAN GAS.....	33

2.11.2 Analisa Kecepatan Dan Pencampuran Species.....	36
2.11.2 Analisa Turbulensi.....	38
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	42
3.1 PROSES Pengerjaan Sistem Pemasukkan Gas	42
3.2 INSTALASI ALAT UJI.....	43
3.3 PERSIAPAN PENGUJIAN	49
3.4 PROSEDUR PENGAMBILAN DATA	52
3.4.1 Pengambilan Data Dengan Dynamometer.....	52
3.4.2 Pengambilan data analisis gas buang	53
3.4.3 Prosedur Pengambilan Data Konsumsi Bahan Bakar	54
BAB 4 PENGOLAHAN DAN PERHITUNGAN DATA.....	58
4.1 PERHITUNGAN KONSUMSI LPG	58
4.2 PERHITUNGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR.....	59
4.3 PERHITUNGAN BRAKE SPECIFIC FUEL CONSUMPTION (BSFC).....	61
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	68
5.1 ANALISIS PRESTASI MESIN.....	68
5.1.1 Analisis perbandingan daya mesin	68
5.1.2. Analisa Perbandingan Torsi Mesin.....	69
5.2. ANALISIS EMISI GAS BUANG.....	71
5.2.1. Analisa Kadar CO (Carbon Monoksida)	71
5.2.2. Analisa Kadar CO ₂ (Carbon Dioksida).....	72
5.2.3. Analisa Kadar HC (Hydrocarbon).....	73
5.2.4. Analisa kadar O ₂ (oksigen).....	74
5.3 ANALISIS PERBANDINGAN BERBAGAI VENTURI MIXER (12, 16, DAN 20 LUBANG MENYILANG)	75
5.3.1 Analisis Prestasi Mesin	75
5.3.1.1. Analisis Perbandingan Daya Mesin.....	75
5.3.1.2 Analisis Terbanding Torsi.....	78
5.3.2 Analisis Emisi Gas Buang	81
5.3.2.1 Analisis kadar CO ₂ (karbon dioksida)	81
5.3.2.2 Analisis kadar CO (carbon monoksida)	82
5.3.2.3 Analisis kadar HC (hydrocarbon)	83
5.3.2.4 Analisis kadar O ₂ (oksigen).....	85
BAB 6 KESIMPULAN	87
DAFTAR ACUAN.....	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN.....	91

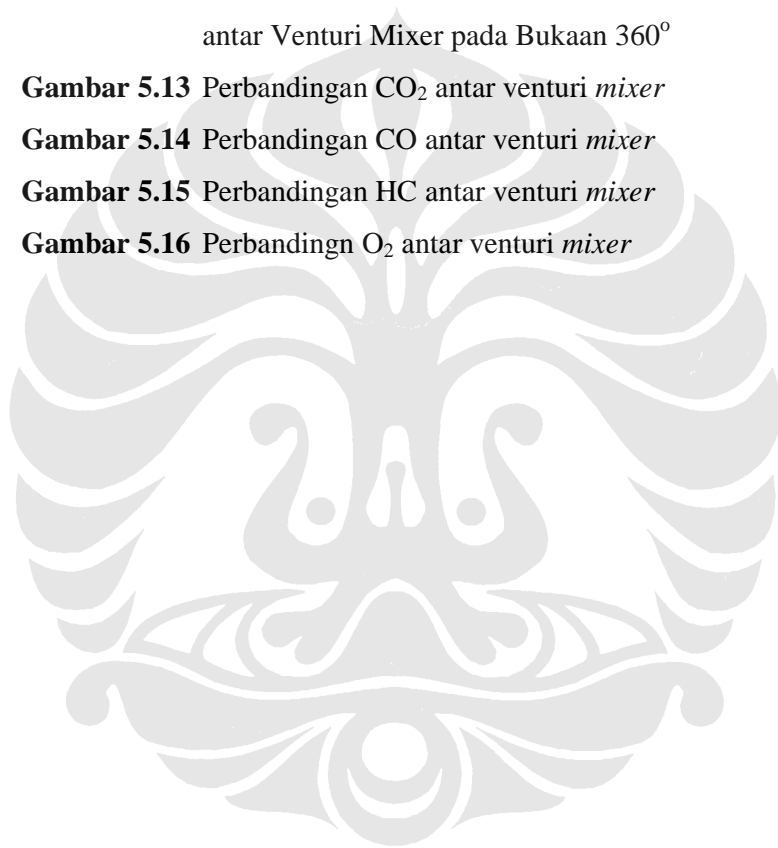
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Sifat Butana	18
Tabel 2.2. Sifat Propana	20
Tabel 4.1 Konsumsi LPG pada bukaan katup regulator 180 ⁰ untuk venturi <i>mixer</i> 20 lubang	58
Tabel 4.2 Konsumsi LPG pada bukaan katup regulator 270 ⁰ untuk venturi <i>mixer</i> 20 lubang	59
Tabel 4.3 Konsumsi LPG pada bukaan katup regulator 360 ⁰ untuk venturi <i>mixer</i> 20 lubang	59
Tabel 4.4 Konsumsi bahan bakar tanpa campuran LPG untuk venturi <i>mixer</i> 20 lubang	60
Tabel 4.5 Konsumsi bahan bakar dengan tambahan LPG dengan bukaan katup 180 ⁰ untuk venturi <i>mixer</i> 20 lubang	60
Tabel 4.6 Konsumsi bahan bakar dengan tambahan LPG dengan bukaan katup 270 ⁰ untuk venturi <i>mixer</i> 20 lubang	60
Tabel 4.7 Konsumsi bahan bakar dengan tambahan LPG dengan bukaan katup 360 ⁰ untuk venturi <i>mixer</i> 20 lubang	61
Tabel 4.8 BHP tanpa LPG	62
Tabel 4.9 BHP penambahan LPG bukaan katup 180 ⁰	63
Tabel 4.10 BHP penambahan LPG bukaan katup 270 ⁰	63
Tabel 4.11 BHP penambahan LPG bukaan katup 360 ⁰	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Proses kerja motor otto 4 langkah	7
Gambar 2.2. Diagram P-V dan T-S ideal motor Otto 4 langkah	8
Gambar 2.3. Venturi	23
Gambar 2.4. Hukum Dalton	29
Gambar 2.5. Grafik iterasi	35
Gambar 2.6 Kontur kecepatan simulasi CFD	37
Gambar 2.7 Kontur turbulensi pada simulasi CFD	40
Gambar 3.1. (a) Sistem penyaluran gas LPG model lama (fuel jet mixer) (b) Penempatan sistem penyaluran gas LPG pada sepeda motor model baru (venturi mixer)	43
Gambar 3.2. (a) Kompor gas portabel, (b) Mekanisme, (c) Venturi mixer dan (d) Katup penghubung	45
Gambar 3.3 <i>Lowboy chassis AWD</i>	47
Gambar 3.4 Skema Pencampuran Bahan Bakar	48
Gambar 3.5 Alat Pengukur RPM Mesin	49
Gambar 3.6 Pengikatan motor dan penempatan diatas <i>roller</i>	49
Gambar 3.7 <i>gas analyzer</i>	50
Gambar 3.8 Proses pengambilan data dengan Dynamometer	53
Gambar 3.9 Proses pengambilan data emisi	54
Gambar 3.10 Pengukuran massa gas	55
Gambar 3.11 Pengukuran konsumsi bahan bakar bensin	57
Gambar 5.1 Grafik perbandingan daya terhadap putaran mesin	68
Gambar 5.2 Grafik perbandingan torsi terhadap putaran mesin	70
Gambar 5.3 Grafik perbandingan kadar CO dalam gas buang	71
Gambar 5.4 Grafik perbandingan kadar CO ₂ dalam gas buang	72
Gambar 5.5 Grafik perbandingan kadar HC dalam gas buang	73
Gambar 5.6 Grafik perbandingan kadar O ₂ dalam gas buang	74
Gambar 5.7 Grafik perbandingan Daya Mesin vs RPM antar Venturi Mixer pada Bukaan 180°	75
Gambar 5.8 Grafik perbandingan Daya Mesin vs RPM	75

	antar Venturi Mixer pada Bukaannya 270°	76
Gambar 5.9	Grafik perbandingan Daya Mesin vs RPM antar Venturi Mixer pada Bukaannya 360°	77
Gambar 5.10	Grafik perbandingan Torsi Mesin vs RPM antar Venturi Mixer pada Bukaannya 180°	78
Gambar 5.11	Grafik perbandingan Torsi Mesin vs RPM antar Venturi Mixer pada Bukaannya 270°	79
Gambar 5.12	Grafik perbandingan Daya Mesin vs RPM antar Venturi Mixer pada Bukaannya 360°	80
Gambar 5.13	Perbandingan CO ₂ antar venturi <i>mixer</i>	81
Gambar 5.14	Perbandingan CO antar venturi <i>mixer</i>	83
Gambar 5.15	Perbandingan HC antar venturi <i>mixer</i>	84
Gambar 5.16	Perbandingan O ₂ antar venturi <i>mixer</i>	85



DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Dimensi
AFR	Perbandingan massa udara – bahan bakar	
AF _s	Perbandingan massa udara–bahan bakar0 (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
Vf	Volume bahan bakar	cc
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	

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	SNI 09-4405-1997	92
LAMPIRAN II	DATA PERCOBAAN DYNOTEST	98
LAMPIRAN III	DATA PERCOBAAN UJI EMISI	99

