



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGGUNAAN VENTURI MIXER 16 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

MOHAMMAD IQBAL ILHAMDANI

0404020479

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



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGGUNAAN VENTURI MIXER 16 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

MOHAMMAD IQBAL ILHAMDANI

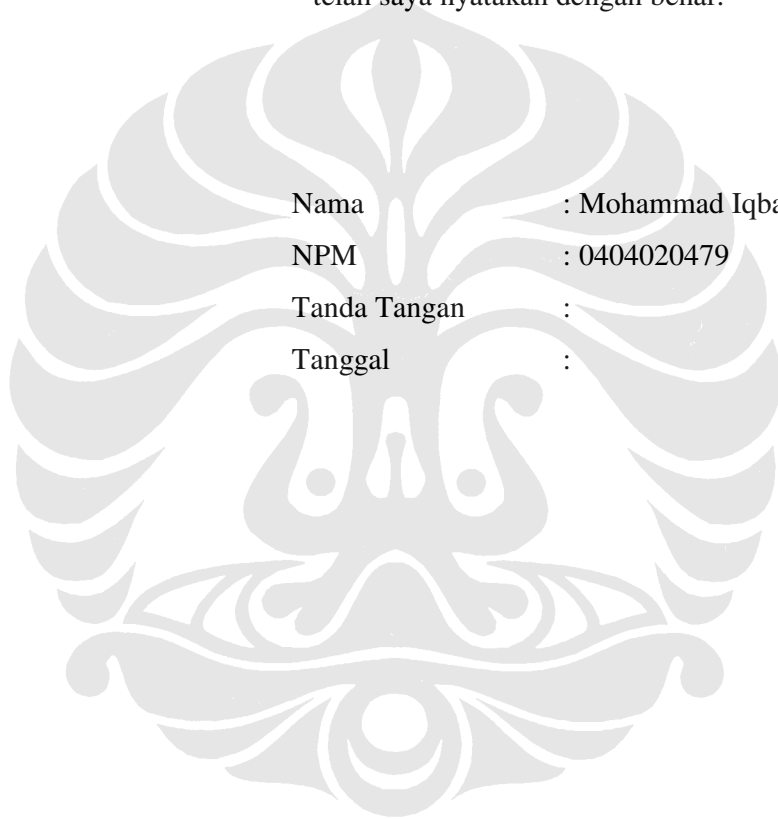
0404020479

**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 : Mohammad Iqbal Ilhamdani
NPM : 0404020479
Tanda Tangan :
Tanggal :



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Mohammad Iqbal Ilhamdani
NPM : 0404020479
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Venturi Mixer 16 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. Adisuryo S. ,M.Eng ()
Penguji : Dr. Ir. Danardono A.S. ,M.Eng ()
Penguji : Ir. Yulianto S. Nugroho. ,Ph.D ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT dan junjungan nabi besar Muhammad SAW, 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 diperlukan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Orang tua tercinta , **H. Aman Cik Husin** dan **Hj. Marlina** yang selalu memberikan dukungan moril dan materil.
5. **Kakak, adik** dan **saudara-saudara** yang telah banyak membantu dan selalu memberi semangat.
6. **Oji** dan **Tuhin**, atas kerjasamanya dalam penyelesaian Skripsi ini.
7. **Sahabat-sahabat** yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah berjuang bersama selama empat tahun lebih di Teknik Mesin.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 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 : Mohammad Iqbal Ilhamdani
NPM : 0404020479
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 16 LUBANG MENYILANG
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 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

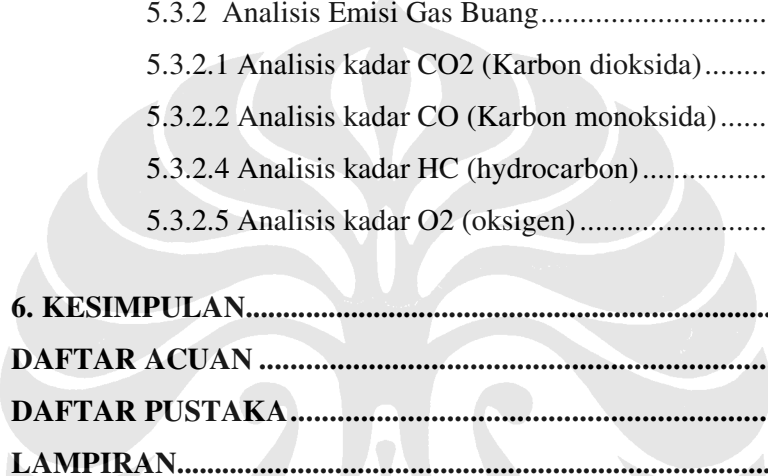
Yang menyatakan

(Mohammad Iqbal Ilhamdani)

DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | iv |
| LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR NOTASI..... | xiv |
| 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 |
| 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 (NOx)..... | 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 | 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 venturi <i>mixer</i> baru | 37 |
| 2.11 | Desain 3D <i>Venturi Mixer</i> | 42 |
| 3. | METODOLOGI PENELITIAN..... | 45 |
| 3.1 | Proses Pengerjaan Sistem Pemasukkan Gas..... | 45 |
| 3.2 | Instalasi Alat Uji..... | 47 |
| 3.3 | Persiapan Pengujian..... | 52 |
| 3.4 | Prosedur Pengambilan Data..... | 55 |
| 3.4.1 | Pengambilan data dengan Dynamometer..... | 55 |
| 3.4.2 | Pengambilan data analisis gas buang..... | 56 |
| 3.4.3 | Prosedur Pengambilan Data Konsumsi Bahan Bakar..... | 57 |
| 4. | PENGOLAHAN DAN PERHITUNGAN DATA..... | 61 |
| 4.1 | Perhitungan Konsumsi LPG | 61 |
| 4.2 | Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar..... | 62 |
| 4.3 | Perhitungan Laju Aliran Massa Campuran Bahan Bakar..... | 64 |
| 5. | ANALISIS DAN PEMBAHASAN..... | 71 |
| 5.1 | Analisis Prestasi Mesin..... | 71 |
| 5.1.1 | Analisis Perbandingan daya | 71 |
| 5.1.2 | Analisis Perbandingan Torsi | 72 |
| 5.2 | Analisis Emisi Gas Buang | 73 |
| 5.2.1 | Analisis kadar CO ₂ (karbon dioksida) | 74 |



| | |
|---|-----------|
| 5.2.2 Analisis kadar CO (karbon monoksida)..... | 75 |
| 5.2.3 Analisis kadar HC (Hidro karbon)..... | 76 |
| 5.2.4 Analisis kadar O ₂ (oksigen)..... | 77 |
| 5.3 Analisis Perbandingan Berbagai Venturi Mixer (12, 16, dan 20 Lubang Menyilang) | 78 |
| 5.3.1 Analisis Prestasi Mesin..... | 78 |
| 5.3.1.1 Analisis Perbandingan Daya Mesin..... | 78 |
| 5.3.1.2 Analisis Perbandingan Torsi Mesin..... | 80 |
| 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 (Karbon monoksida) | 83 |
| 5.3.2.4 Analisis kadar HC (hydrocarbon) | 85 |
| 5.3.2.5 Analisis kadar O ₂ (oksigen) | 86 |
| 6. KESIMPULAN..... | 88 |
| DAFTAR ACUAN | 89 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 90 |
| LAMPIRAN..... | 91 |

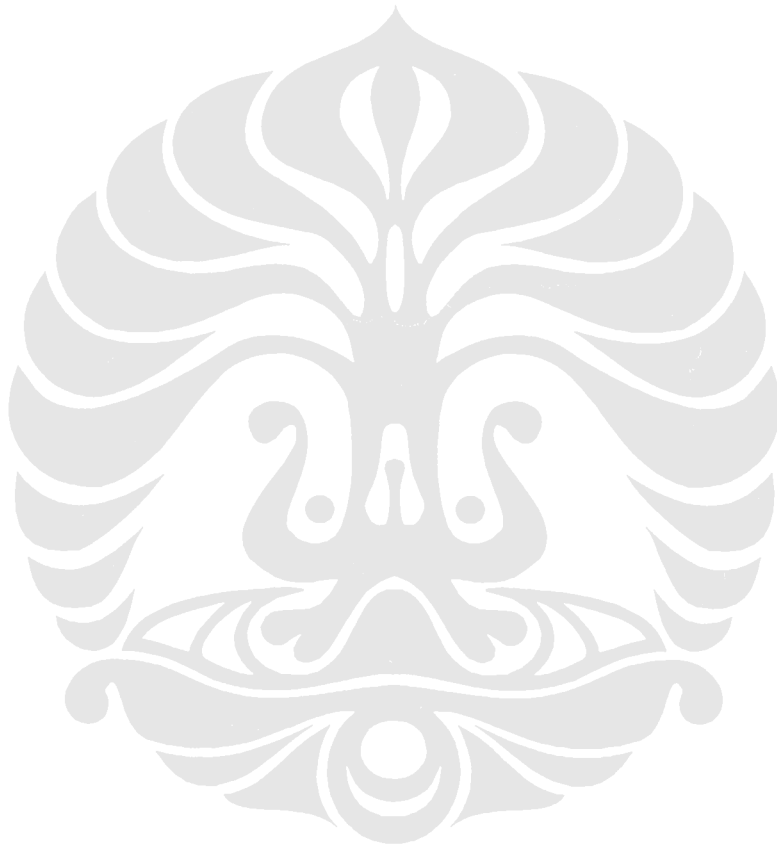
DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Sifat Butana | 18 |
| Tabel 2.2 | Sifat Propana | 19 |
| Tabel 4.1 | Konsumsi LPG pada bukaan katup regulator 180 ⁰ untuk <i>venturi mixer</i> 16 lubang | 61 |
| Tabel 4.2 | Konsumsi LPG pada bukaan katup regulator 270 ⁰ untuk <i>venturi mixer</i> 16 lubang | 62 |
| Tabel 4.3 | LPG pada bukaan katup regulator 360 ⁰ untuk <i>venturi mixer</i> 16 lubang | 62 |
| Tabel 4.4 | Konsumsi bahan bakar tanpa campuran LPG | 63 |
| Tabel 4.5 | Konsumsi bahan bakar dengan tambahan LPG dengan bukaan katup 180 ⁰ untuk <i>venturi mixer</i> 16 lubang | 63 |
| Tabel 4.6 | Konsumsi bahan bakar dengan tambahan LPG dengan Bukaan Katup 270 ⁰ untuk <i>venturi mixer</i> 16 lubang | 63 |
| Tabel 4.7 | Konsumsi bahan bakar dengan tambahan LPG dengan bukaan katup 360 ⁰ untuk <i>venturi mixer</i> 16 lubang | 64 |
| Tabel 4.8 | BHP tanpa LPG | 65 |
| Tabel 4.9 | BHP penambahan LPG bukaan katup 180 ⁰ | 66 |
| Tabel 4.10 | BHP penambahan LPG bukaan katup 270 ⁰ | 66 |
| Tabel 4.11 | BHP penambahan LPG bukaan katup 360 ⁰ | 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 | 36 |
| Gambar 2.7 | Grafik iterasi | 38 |
| Gambar 2.8 | Kontur kecepatan venturi mixer baru | 39 |
| Gambar 2.9 | Penyebaran species LPG | 40 |
| Gambar 2.10 | Kontur turbulensi pada mixer 12,16 dan 20 lubang | 41 |
| Gambar 2.11 | Pemodelan 3D <i>Venturi mixer</i> 12,16 dan 20 lubang Menyilang | 43 |
| Gambar 2.12 | Potongan 3D <i>Venturi mixer</i> 12,16 dan 20 lubang Menyilang | 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 (venturi mixer) | 47 |
| Gambar 3.2 | (a) Kompor gas portabel,(b) Venturi mixer dan (c) katup penghubung | 48 |
| Gambar 3.3 | Lowboy Chassis AWD | 51 |
| Gambar 3.4 | Skema pencampuran bahan bakar | 53 |
| Gambar 3.5 | Alat Tachometer | 53 |
| Gambar 3.6 | Gas Analyzer | 54 |
| Gambar 3.7 | Proses pengambilan data dengan dynamometer | 57 |
| Gambar 3.8 | Pengukuran massa gas | 59 |
| Gambar 3.9 | Pengukuran konsumsi bahan bakar bensin | 61 |
| Gambar 5.1 | Grafik perbandingan daya mesin | 71 |
| Gambar 5.2 | Grafik perbandingan torsi mesin | 73 |
| Gambar 5.3 | Grafik perbandingan kadar CO ₂ dalam gas buang | 74 |
| Gambar 5.4 | Grafik perbandingan kadar CO dalam gas buang | 75 |
| Gambar 5.5 | Grafik perbandingan kadar HC dalam gas buang | 76 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 5.6 | Grafik perbandingan kadar O ₂ dalam gas buang | 77 |
| Gambar 5.7 | Grafik perbandingan daya mesin antar venturi mixer | 79 |
| Gambar 5.8 | Grafik perbandingan torsi mesin antar venturi mixer | 81 |
| Gambar 5.9 | Perbandingan CO ₂ antar venturi mixer | 83 |
| Gambar 5.10 | Perbandingan CO antar venturi mixer | 84 |
| Gambar 5.11 | Perbandingan HC antar venturi mixer | 85 |
| Gambar 5.12 | Perbandingan O ₂ antar venturi mixer | 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 ^l |
| l 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 | 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 | |