



UNIVERSITAS INDONESIA

**SIMULASI CFD PADA MESIN DIESEL INJEKSI LANGSUNG
DENGAN BAHAN BAKAR BIODIESEL DAN SOLAR**

TESIS

**DODY DARSONO
0806423961**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
DEPOK
JUNI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**SIMULASI CFD PADA MESIN DIESEL INJEKSI LANGSUNG
DENGAN BAHAN BAKAR BIODIESEL DAN SOLAR**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**DODY DARSONO
0806423961**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
KEKHUSUSAN KONVERSI ENERGI
DEPOK
JUNI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dody Darsono

NPM : 0806423961

Tanda Tangan :

Tanggal : 28 Juni 2010



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Dody Darsono
NPM : 0806423961
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tesis : **SIMULASI CFD PADA MESIN DIESEL
INJEKSI LANGSUNG DENGAN BAHAN BAKAR BIODIESEL DAN
SOLAR**

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiarto, M.Eng. (.....)
Penguji : Prof.Ir. Yulianto S. Nugroho, MSc., Ph.D. (.....)
Penguji : Dr. Ir. R. Danardono A.S., DEA., PE (.....)
Penguji : Dr.Ir.Adi Suryosatyo, M.Eng (.....)

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 28 Juni 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tesis ini. Penulisan Tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tesis 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, pikiran dan sponsorship kuliah S2 juga untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tesis ini;
- 2) Bapak Rizqon Fajar, Bapak Hari Sumartono, Bapak Rudi Cahyo N, Bapak Lukman Salahudin, Ibu Ida atas Fasilitas yang diberikan selama di BTMP-BPPT Serpong.
- 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) Kedua orang tua dan Adik saya Bripda Iin K,SH yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- 6) Wiwin Widiarti,SP atas kesabarannya untuk selalu berbagi dan menemani, semoga kita tetap satu tujuan.

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

Depok, Juni 2010

Penulis

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

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

Nama : Dody Darsono

NPM : 0806423961

Program Studi : Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Tesis

demikian 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 :

**“SIMULASI CFD PADA MESIN DIESEL INJEKSI LANGSUNG DENGAN
BAHAN BAKAR BIODIESEL DAN SOLAR”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti noneksklusif 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 : 28 Juni 2010

Yang menyatakan

(DODY DARSONO)

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 BATASAN MASALAH	2
1.5 METODOLOGI PENULISAN	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 MOTOR DIESEL	5
2.1.1 Siklus Kerja Motor Diesel	5
2.1.2 Sauter Mean Diameter (SMD)	6
2.1.3 Pembakaran dalam Ruang Bakar Mesin Diesel	7
2.1.4 Pembakaran pada mesin diesel injeksi langsung	8

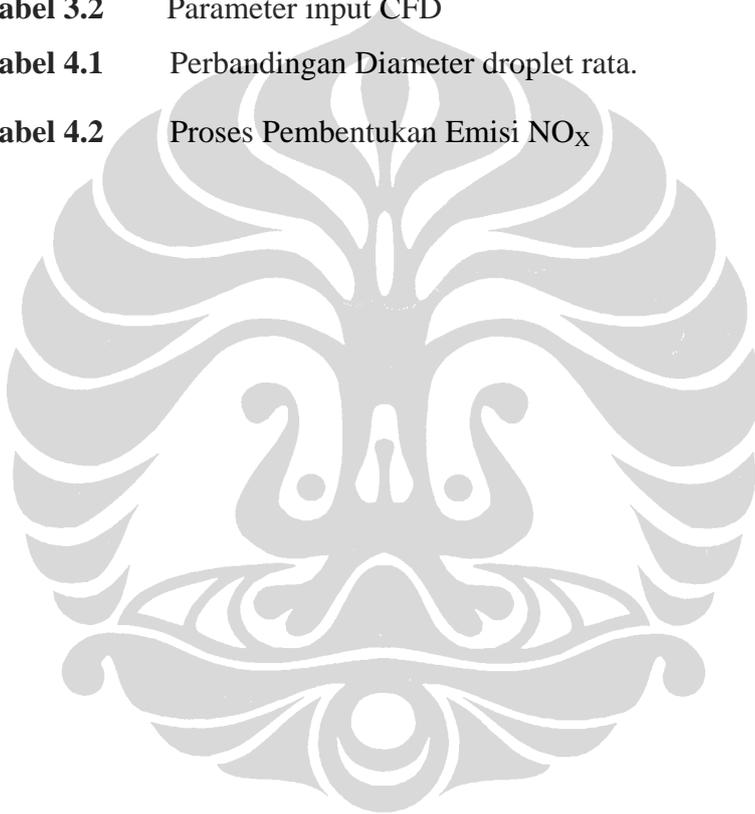
2.2 Prinsip Dasar CFD	10
2.3 BioDiesel	11
2.4 Sifat Kimia Fisika Biodiesel	11
2.5 Emisi Gas buang pada motor Diesel	13
2.5.1 Pembentukan Karbon Monoksida (CO)	13
2.5.2 Pembentukan Hidrokarbon (HC)	14
2.5.3 Pembentukan Nitrogen Oksida (NO _x)	15
2.5.4 Pembentukan Partikulat Mater (PM)	15
2.5.5 Pembentukan Emisi Asap (Smoke)	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 PROSES <i>PREPROCESSOR</i>	18
3.1.1 Kondisi Batas	20
3.2 Solver	22
3.2.1 Persamaan Dasar dalam CFD	22
3.2.2 Pemodelan semprotan dan break up	23
3.2.3 Model pembakaran CFM-3Z	23
3.2.4 Pemodelan breakup	24
3.2.5 Model auto-ignition.	25
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Analisa diameter droplet rata-rata	26
4.2 Analisa laju heat release	29
4.3 Analisa tekanan dalam silinder	30
4.4 Analisa Emisi	32
BAB V KESIMPULAN	35
DAFTAR REFERENSI	xvii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Kerja Motor Diesel Empat Langkah	6
Gambar 2.2	Parameter Injeksi bahan bakar pada mesin Diesel	7
Gambar 2.3	Model geometri mesin Diesel Injeksi Langsung	8
Gambar 2.4	Tipikal Diagram kecepatan heat release Mesin Diesel	9
Gambar 2.5	Proses Transesterifikasi	11
Gambar 2.6	Pembentukan soot particle	16
Gambar 3.1	Model geometri piston Hydra	19
Gambar 3.2	Model Mesh 2 Dimensi	19
Gambar 3.3	Tinjauan Kondisi Batas	20
Gambar 3.4	Prinsip Model Pembakaran ECFM-3Z	23
Gambar 4.1	Diameter droplet rata-rata	26
Gambar 4.2	Rate of Heat release	29
Gambar 4.3	Tekanan dalam silinder	30
Gambar 4.4	Emisi NOx Mass Fraction	31
Gambar 4.5	Emisi Soot	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Standar Biodisel Indonesia	12
Tabel 2.2. Properties Biodiesel	13
Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Hydra	18
Tabel 3.2 Parameter input CFD	20
Tabel 4.1 Perbandingan Diameter droplet rata.	27
Tabel 4.2 Proses Pembentukan Emisi NO _x	32



DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Dimensi
R	Konstanta gas ideal	
T	Temperatur	K
V	Volume	m ³
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
\dot{m}_f	Laju aliran massa bahan bakar	kg/s

