

**KORELASI EMPIRIS PANJANG NYALA API
LIFT UP PADA PEMBAKARAN NON DIFUSI
GAS PROPANA**

TESIS

Oleh :

HAMDAN HARTONO ALIF

0606002944



T
2/11/08

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERPUSTAKAAN

PERNYATAAN PUBLIKASI

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian jangka panjang mengenai :

KORELASI EMPIRIS PANJANG NYALA API LIFT UP PADA PEMBAKARAN NON DIFUSI GAS PROPANA

Dengan peneliti utama : **Prof. Dr.Ir. I Made Kartika Dhiputra, Dipl.-Ing.**


Penggunaan data dan informasi yang tercantum dalam tesis ini untuk maksud publikasi ilmiah dan populer hanya dapat dilakukan oleh peneliti utama atau dengan ijin tertulis dari peneliti utama.

Peneliti Utama,

Depok, 23 Juni 2008
Penulis,



Prof. Dr.Ir. I Made Kartika Dhiputra, Dipl.- Ing.
NIP 130702237



Hamdan Hartono A.
NPM. 0606002944

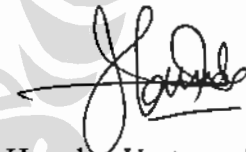
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul :

KORELASI EMPIRIS PANJANG NYALA API LIFT UP PADA PEMBAKARAN NON DIFUSI GAS PROPANA

Yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Konversi Energi Program Studi Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 23 Juni 2008



Hamdan Hartono A.
NPM 0606002944

PENGESAHAN

Tesis dengan judul :

KORELASI EMPIRIS PANJANG NYALA API LIFT UP PADA PEMBAKARAN NON DIFUSI GAS PROPANA

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada
Kekhususan Konversi Energi Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 23 Juni 2008
Dosen Pembimbing



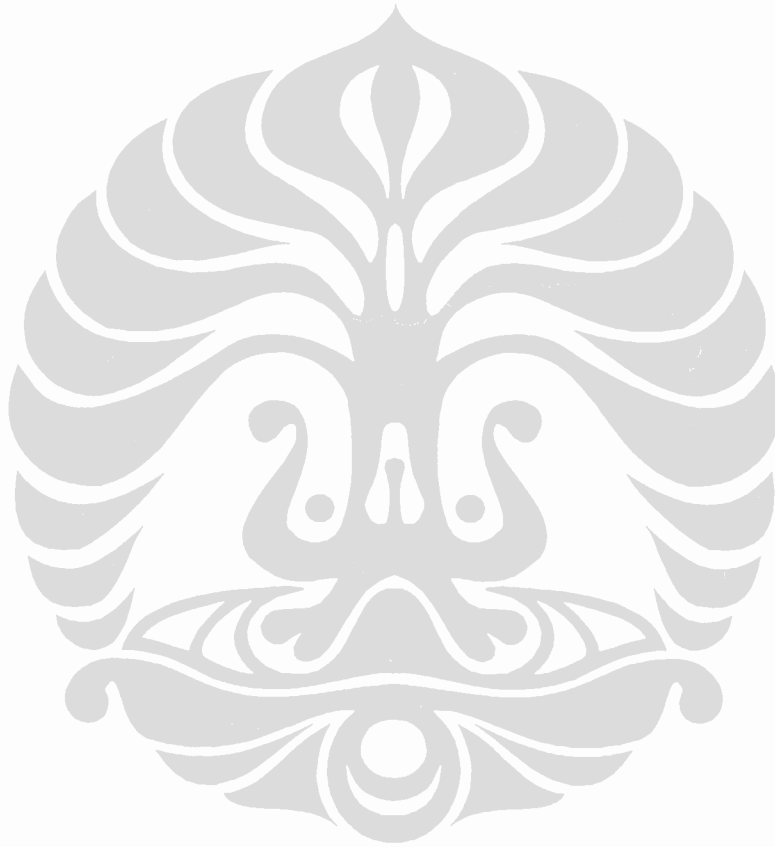
Prof. Dr. Ir. I Made Kartika Dhiputra, Dipl.- Ing.
NIP. 130702237

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Prof. Dr. Ir. I Made Kartika Dhiputra, Dipl. Ing.

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai dengan baik.

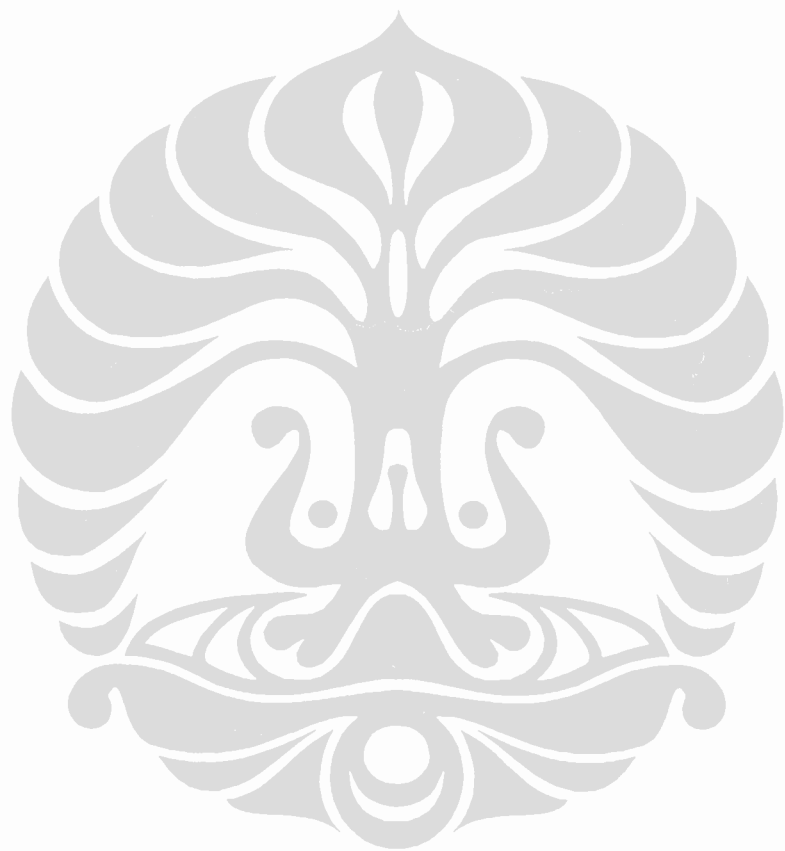


DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN PUBLIKASI	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 BUNSEN <i>BURNER</i>	6
2.2 REAKSI PEMBAKARAN.....	7
2.2.1 Rasio Volumetrik	8
2.2.2 Campuran Udara – Bahan Bakar.....	9
2.2.3 Rasio Udara-Bahan Bakar (Air Fuel Ratio/AFR)	10
2.2.4 Rasio Bahan Bakar-Udara (Fuel Air Ratio/FAR)	10
2.2.5 Rasio Ekuivalen (Equivalent Ratio, Φ)	10
2.2.6 Udara Berlebih (Excess Air – XSA)	11
2.2.7 Beban Pembakaran (Burning Load)	11
2.2.8 Viskositas Campuran Gas	12
2.2.9 Bilangan Froud	13
2.2.10 Bilangan Reynold	13
2.2.10 Bilangan Lewis	13
2.3 BAHAN BAKAR GAS	13
2.2.1 Gas Alam (Natural Gas)	14
2.2.2 Gas Buatan	15
2.4 NYALA API (FLAME).....	15
2.4.1 Nyala api premix (premixed flame)	16
2.4.2 Laju Nyala Api Laminar	18

2.5	KARAKTERISTIK NYALA	19
2.5.1	Batas Mampu Nyala (Flamability Limits)	20
2.5.2	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Nyala ..	20
2.6	STABILITAS NYALA API	20
2.6.1	Fenomena Flashback	21
2.6.2	Fenomena Lift Off	22
2.6.3	Fenomena Blow-Off	23
2.6.4	Fenomena Lift-up dan Daerah Stabilitas Nyala	23
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1	PERALATAN PENELITIAN.....	24
3.1.1	Bunsen Burner	23
3.1.2	Ruang Pencampur (Mixer).....	26
3.1.3	Tabung Pembakar (Barrel).....	27
3.1.4	Fuel Gas.....	27
3.1.5	Ring Stabilizer	27
3.1.6	Peralatan Pendukung.....	28
3.2	PENYESUAIAN SKALA <i>ROTAMETER</i>	28
3.2.1	Langkah-langkah persiapan alat	28
3.2.2	Langkah-langkah Penyesuaian Skala Rotameter	31
3.2.3	Grafik hasil penyesuaian skala Rotameter	32
3.3	METODE PENGAMBILAN DATA	33
3.4	PROSEDUR PERCOBAAN	35
3.4.1	Persiapan Awal Peralatan Uji	35
3.4.2	Pengukuran <i>flame length</i> tanpa menggunakan ring	35
3.4.3	Pengukuran <i>flame length lift-up</i> dengan menggunakan Ring	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1	DATA HASIL PERCOBAAN	37
4.2	PENGOLAHAN DATA	37
4.3	ANALISA PANJANG NYALA API LIFT UP	45
4.3.1	Pengaruh Burning Load dan Posisi terhadap Panjang Nyala Api Lift Up	45
4.3.2	Pengaruh Diameter Dalam Ring terhadap Panjang Nyala Api	51
4.3.3	Pengaruh Bilangan Froud terhadap Panjang Nyala Api Lift Up	54
4.3.4	Pengaruh Lewis terhadap Panjang Nyala Api Lift up	55
4.3.4.3.5	Korelasi Persamaan Tinggi Nyala Api Lift-up	57

BAB V KESIMPULAN	66
DAFTAR ACUAN	68
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	71



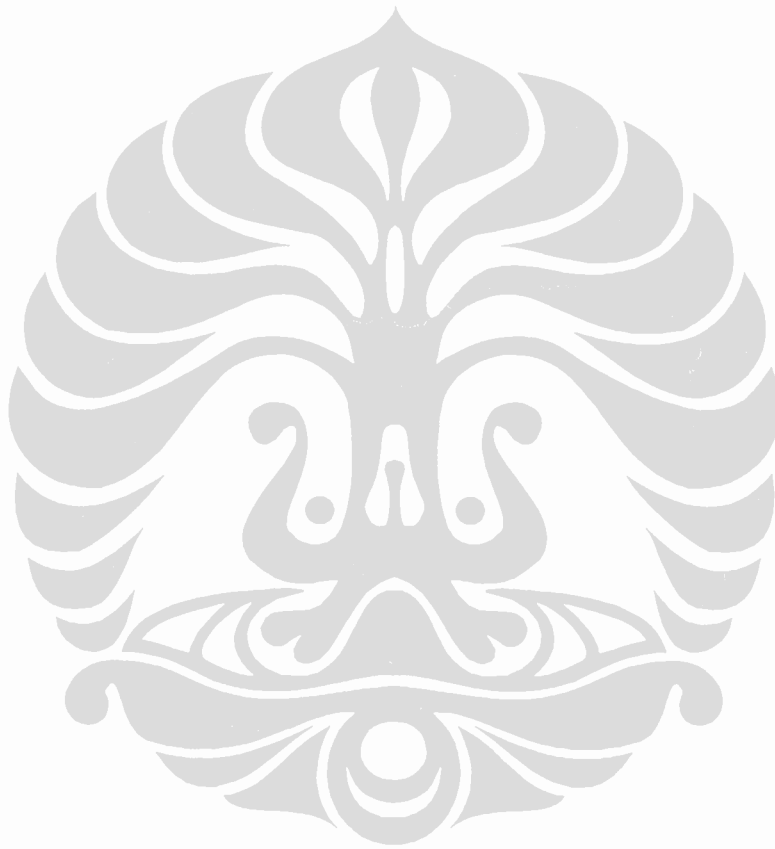
DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Nyala api pada Bunsen burner	7
Gambar 2.2	Profil nyala api	16
Gambar 2.2	Struktur nyala api premik	17
Gambar 2.4	Vektor diagram kecepatan nyala <i>laminar</i>	17
Gambar 2.5	Diagram stabilitas flashback, lift off dan yellow tipping untuk bahan bakar gas industri	22
Gambar 3.1	Skema Pengambilan Data	24
Gambar 3.2	Diagram alir proses untuk mendapatkan persamaan empiris pada panjang nyala api lift up.	26
Gambar 3.3	Dimensi ring 1	27
Gambar 3.4	Dimensi ring 2	27
Gambar 3.5	Dimensi ring 3	27
Gambar 4.1	Koefisien nilai regresi untuk 5 variabel bebas serta korelasi regresi statistiknya	62
Gambar 4.19	Distribusi sebaran panjang nyala api lift up hasil perhitungan dengan percobaan.	65

DAFTAR TABEL

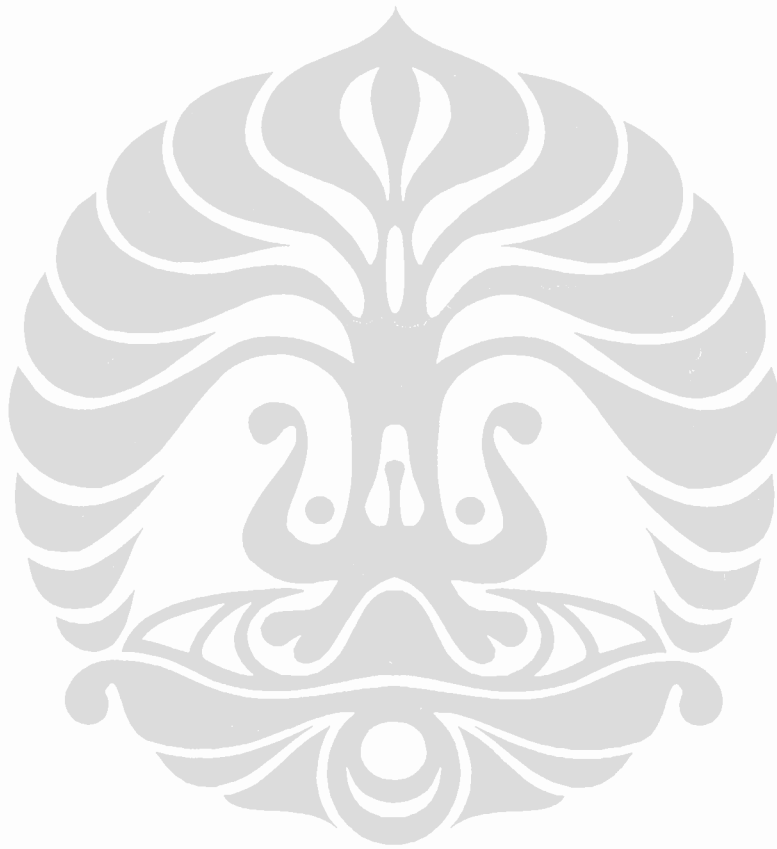
	Halaman
Tabel 2.1 Batas Mampu Nyala	20
Tabel 3.1 Tabel data percobaan tanpa menggunakan ring	33
Tabel 3.2 Tabel data percobaan dengan menggunakan ring	34
Tabel 4.1 Tabel AFR dan Burning Load tanpa menggunakan ring	38
Tabel 4.2 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 7 mm dan x = 10 mm)	38
Tabel 4.3 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 7 mm dan x = 20 mm)	39
Tabel 4.4 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 7 mm dan x = 30 mm)	39
Tabel 4.5 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 7 mm dan x = 40 mm)	40
Tabel 4.6 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 10 mm dan x = 10 mm)	40
Tabel 4.7 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 10 mm dan x = 20 mm)	41
Tabel 4.8 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 10 mm dan x = 30 mm)	41
Tabel 4.9 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 10 mm dan x = 40 mm)	42
Tabel 4.10 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 14 mm dan x = 10 mm)	42
Tabel 4.11 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 14 mm dan x = 20 mm)	43
Tabel 4.12 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 14 mm dan x = 30 mm)	43
Tabel 4.13 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring (dor = 30 mm; dir = 14 mm dan x = 40 mm)	44

Tabel 4.12 Parameter yang merupakan variabel untuk analisa regresi.	59
Tabel 4.13. Perbandingan hasil panjang nyala api lift up yang diperoleh dengan menggunakan persamaan regresi terhadap panjang nyala api lift up hasil percobaan.	62



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Contoh Perhitungan Nyala api pada Bunsen burner	Halaman 71
-------------------	--	-----------------------------



DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
AFR	Perbandingan massa udara – bahan bakar	
FAR	Perbandingan massa bahan bakar- udara	
χ_i	Fraksi volumetrik (fraksi mol) dari unsur atau molekul i	
Y_i	Fraksi gravimetrik (fraksi massa) dari unsur atau molekul i	
m	Massa	kg
Φ	Rasio ekivalen	
%XSA	Udara lebih	%
BL	Burning Load	MJ/m ² .s
LHV	Nilai kalor bawah bahan bakar	KJ/ kg
A_b	Penampang barel <i>burner</i>	m ²
ρ	Rapat massa	kg/m ³
V	kecepatan aliran	m/s
d	diameter	
μ	viskositas kinematik	kg/(ms)
Φ_{aff}	variable untuk menghitung viskositas campuran gas	
Re	Bilangan Reynold	
Fr	Bilangan Froud	
Le	Bilangan Lewis	
V_u	Kecepatan nyala api laminar	m/s
α	Sudut nyala api laminar	
X	Posisi ring dari barel	mm
d_{ir}	Diameter dalam ring stabilizer	mm
d_{or}	Diameter luar ring stabilizer	mm
g	Konstanta gravitasi	m/s ²