



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERBANDINGAN TEMPERATUR RING STAINLESS STEEL
DAN TEMPERATUR RING KERAMIK
PADA FENOMENA "FLAME LIFT-UP"**

SKRIPSI

**TAUFIQ
04 04 02 06 65**

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



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERBANDINGAN TEMPERATUR RING STAINLESS STEEL
DAN TEMPERATUR RING KERAMIK
PADA FENOMENA "FLAME LIFT-UP"**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**TAUFIQ
04 04 02 06 65**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
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 : Taufiq

NPM : 04 04 02 06 65

Tanda Tangan :

Tanggal : 9 Desember 2008

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PERBANDINGAN TEMPERATUR RING STAINLESS STEEL DAN TEMPERATUR RING KERAMIK PADA FENOMENA "FLAME LIFT-UP"

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 9 Desember 2008

Taufiq

NPM 04 04 02 06 65

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PERBANDINGAN TEMPERATUR RING STAINLESS STEEL DAN TEMPERATUR RING KERAMIK PADA FENOMENA "FLAME LIFT-UP"

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 23 Desember 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 30 Desember 2008
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. I Made Kartika Dhiputra, Dipl.-Ing.
NIP 130 702 237

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Taufiq
NPM : 0404020665
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perbandingan Temperatur Ring Stainless Steel
Dan Ring Keramik
Pada Fenomena “Flame Lift-Up”

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. I Made Kartika D., Dipl.-Ing ()

Penguji : Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiarto, M.Eng ()

Penguji : Ir. Yulianto S. Nugroho, M.Sc, PhD ()

Penguji : Dr. Ir. Adi Suryosatyo, M.Eng ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 23 Desember 2008

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan bimbingan-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga tidak lupa ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak, antara lain :

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan baik moril dan materiil kepada penulis.
2. Bapak Prof. DR. Ir. I Made Kartika Dhiputra, Dipl.-Ing. selaku pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, beserta istri beliau yang telah banyak memberikan dukungannya agar penulis tetap semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Seluruh karyawan DTM FTUI, antara lain : Mas Yasin, Mas Udiyono, Mas Syarif, Mas Nurdin, Mas Awang, Mba Yani, Bu Tina, dan yang lainnya yang telah banyak membantu penulis.
4. Saudara-saudara saya yang telah memberikan dukungannya agar penulis tetap semangat menyelesaikan skripsi ini.
5. Amri Parlindungan Sitinjak, Irfan Apriyan Yazdi, Tondy Liandro Siagian serta Yonathan Christian selaku rekan satu bimbingan skripsi.
6. Bu Cokorda Prapti Mahandari, Bu Ni Ketut Caturwati, Pak Hamdhan, Pak Pratomo Setyadi, Pak Cahyo, dan Pak Dimitri selaku tim *Flame and Combustion Laboratory* yang telah memberikan bantuan dan dukungannya selama penulis mengerjakan skripsi.
7. Anak-anak Mesin 2004 khususnya anak Mesin MTF 2004 yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
8. Sahabat-sahabat terdekat saya yang telah memberikan semangat dalam pengerjaan skripsi ini. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan di sini, terima kasih atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan akhir ini masih banyak kekurangan, baik dalam cara penulisan maupun pengumpulan dan pengolahan data. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dari para pembaca agar menjadi masukan untuk penulisan-penulisan selanjutnya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca.

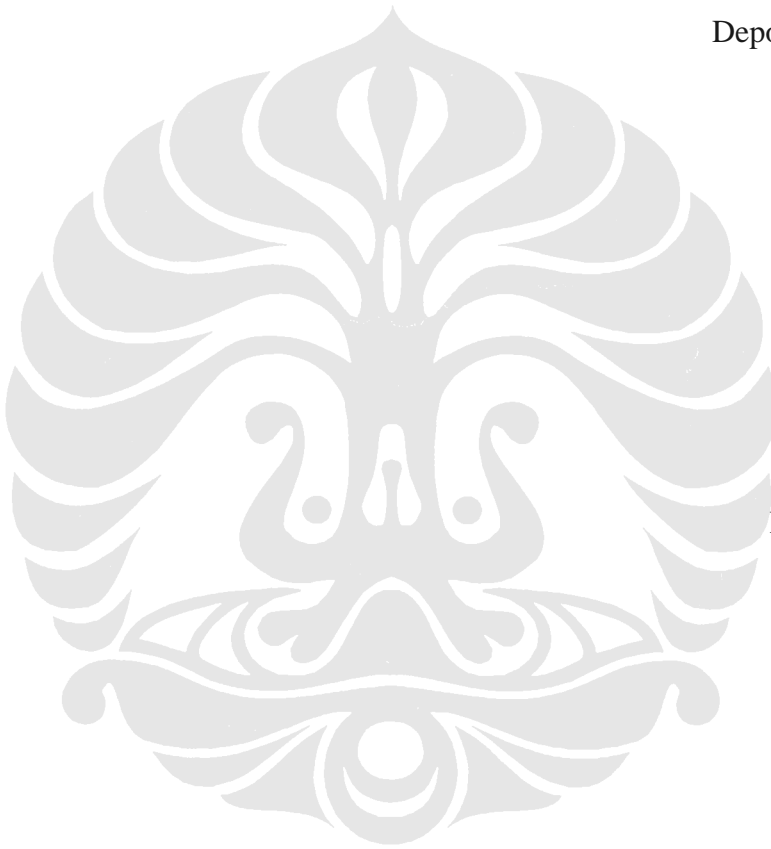
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Depok, 9 Desember 2008

Penulis

Taufiq

NPM. 04 04 02 06 65



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

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

Nama : Taufiq
NPM : 0404020665
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 :

**Perbandingan Temperatur Ring Stainless Steel dan Temperatur Ring
Keramik Pada Fenomena *Flame Lift-Up***

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 : 9 Desember 2008

Yang menyatakan

(Taufiq)

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Metodologi Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 DASAR TEORI	8
2.1 Proses Dan Reaksi Pembakaran	8
2.1.1 Rasio Volumetrik	9
2.1.2 Campuran Udara-Bahan Bakar	9
2.1.2.1 Rasio Udara-Bahan Bakar (<i>Air-fuel Ratio/AFR</i>)	9
2.1.2.2 Rasio Bahan Bakar-Udara (<i>Fuel Air Ratio/FAR</i>)	10
2.1.2.3 Rasio Ekuivalen (<i>Equivalent Ratio, Φ</i>)	10
2.1.2.4 Udara Berlebih (<i>Excess Air – XSA</i>)	10
2.1.3 Fraksi Mol dan Fraksi Massa	11
2.1.3.1 Fraksi Mol	11
2.1.3.2 Fraksi Massa	11
2.1.3.3 Hubungan Fraksi Mol - Fraksi Massa – Massa Molekular	12
2.1.4 Beban Pembakaran (<i>Burning Load</i>)	12
2.2 Pembakaran Premix	13
2.2.1 Nyala api <i>premix</i> (<i>premixed flame</i>)	14
2.2.2 Laju Nyala Api Laminar	15
2.3 Karakteristik Nyala	16
2.3.1 Batas Mampu Nyala (<i>Flamability Limits</i>)	16
2.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Nyala	19
2.4 Kestabilan Nyala Api	19
2.4.1 Fenomena <i>Flashback</i>	20
2.4.2 Fenomena <i>Lift Off</i>	21
2.4.3 Fenomena <i>Blow-Off</i>	22
2.4.4 Fenomena <i>Lift-up</i> dan Daerah Stabilitas Nyala	22

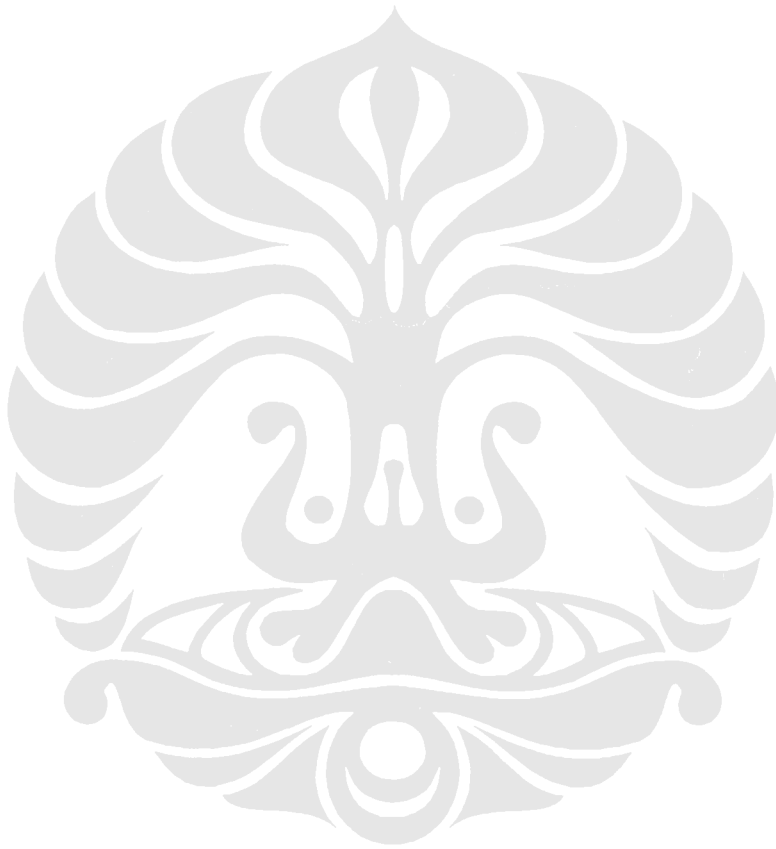
2.5 Tinggi Nyala	24
2.6 <i>Bunsen Burner</i>	26
2.3 Bahan Bakar Gas	27
2.3.1 Gas Alam (<i>Natural Gas</i>)	28
2.3.2 Gas Buatan	28
2.3.3 Gas Propana	29
BAB 3 METODE PENELITIAN	31
3.1 Peralatan Penelitian	31
3.1.1 <i>Bunsen Burner</i>	31
3.1.2 Ruang Pencampur (<i>Mixer</i>)	31
3.1.3 Tabung Pembakar (<i>Barrel</i>)	31
3.1.4 <i>Fuel Gas</i>	32
3.1.5 <i>Ring Stabilizer</i>	32
3.1.6 <i>Infra Red Thermometer</i>	33
3.1.6 Peralatan Pendukung	33
3.2 Penyesuaian Skala <i>Rotameter</i>	34
3.2.1 Langkah-langkah persiapan alat	34
3.2.2 Langkah-langkah penyesuaian skala <i>rotameter</i>	36
3.2.2.1 Penyesuaian skala untuk Gas Propana	36
3.2.2.2 Penyesuaian Skala Untuk Udara	37
3.2.3 Grafik hasil penyesuaian skala <i>rotameter</i>	38
3.2.3.1 Grafik Penyesuaian Skala Untuk Propana	38
3.2.3.2 Grafik Penyesuaian Skala Untuk Udara	38
3.3 Prosedur pengambilan Data	39
3.4.1 Persiapan Awal Peralatan Uji	39
3.4.2 Pengukuran temperatur ring	39
BAB 4 ANALISA HASIL PENELITIAN	41
4.1 Data Hasil Percobaan	41
4.2 Analisa Data Hasil Percobaan Ring Diameter Dalam = 10 mm	44
4.3 Analisa Data Hasil Percobaan Ring Diameter Dalam = 14 mm	50
4.4 Perbandingan Panjang Nyala Api Lift-Up dengan Temperatur Ring	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	58
DAFTAR ACUAN	59
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Nyala api <i>lift-up</i>	3
Gambar 2.1 Profil Nyala Api	13
Gambar 2.2 Struktur Nyala Api <i>Premix</i>	14
Gambar 2.3 Vektor Diagram Kecepatan Nyala Laminar	15
Gambar 2.4 Diagram stabilitas <i>flashback</i> , <i>lift-off</i> , dan <i>yellow tipping</i> untuk bahan bakar gas industri	21
Gambar 2.5 Grafik Perbandingan AFR dan BL	23
Gambar 2.6 <i>Bunsen burner</i>	27
Gambar 3.1 <i>Flame Propagation and Stability Unit</i> <i>P.A. Hilton Ltd C551</i>	32
Gambar 3.2 Dimensi ring 1	32
Gambar 3.3 Dimensi ring 2	33
Gambar 3.4 Skema Pengambilan Data	33
Gambar 3.5 Prosedur Penyesuaian Skala <i>Rotameter</i>	37
Gambar 3.6 Grafik Penyesuaian Skala Untuk Propana	38
Gambar 3.7 Grafik Penyesuaian Skala Untuk Udara	38
Gambar 4.1 Grafik perbandingan temperatur ring vs burning load pada ring dengan diameter dalam = 10 mm	44
Gambar 4.2 Grafik perbandingan temperatur ring vs burning load pada ring SS AISI 304 dengan diameter dalam = 10 mm	45
Gambar 4.3 Grafik perbandingan temperatur ring vs burning load pada ring keramik dengan diameter dalam = 10 mm	46
Gambar 4.4 Grafik perbandingan temperatur ring vs burning load saat lift-up pada posisi jarak ring = 10 mm	47
Gambar 4.5 Grafik perbandingan temperatur ring vs burning load saat lift-up pada posisi jarak ring = 20 mm	47
Gambar 4.6 Grafik perbandingan temperatur ring vs burning load saat lift-up pada posisi jarak ring = 30 mm	48
Gambar 4.7 Grafik perbandingan temperatur ring vs burning load saat lift-up pada posisi jarak ring = 40 mm	48
Gambar 4.8 Grafik perbandingan temperatur ring vs burning load pada ring stainless steel dengan diameter dalam = 14 mm	50
Gambar 4.9 Grafik perbandingan temperatur ring vs burning load pada ring keramik dengan diameter dalam = 14 mm	52
Gambar 4.10 Grafik perbandingan panjang nyala total lift-up vs burning load	54
Gambar 4.11 Grafik korelasi temperatur ring dan flame length pada jarak 10 mm	55
Gambar 4.12 Grafik korelasi temperatur ring dan flame length pada jarak 20 mm	55
Gambar 4.13 Grafik korelasi temperatur ring dan flame length pada jarak 30 mm	56
Gambar 4.14 Grafik korelasi temperatur ring dan flame length pada jarak 40 mm	56

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Tabel batas mampu nyala	18
Tabel 2.2	Persamaan tinggi nyala	25
Tabel 2.3	Tabel karakteristik bahan bakar	30
Tabel 4.1	Temperatur ring pada saat Lift-Up ($d_i = 10 \text{ mm}$)	41
Tabel 4.2	Temperatur ring pada saat Lift-Up ($d_i = 14 \text{ mm}$)	42



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
AFR	<i>Air-Fuel Ratio</i>	-
Dir	Diameter dalam ring	mm
Dor	Diameter luar ring	mm
Db	Diameter <i>barrel</i>	mm
\dot{m}_a	Laju aliran massa udara	kg/s
\dot{m}_f	Laju aliran massa bahan bakar	kg/s
T	Temperatur	°C
LHV	Nilai Kalor Bahan Bakar	MJ/kg
x	Jarak pasang ring	mm
H _f	Panjang total nyala api <i>premix</i>	mm
L _f	Panjang nyala api <i>premix</i>	mm
V _u	Kecepatan aliran udara	m/s
V _g	Kecepatan aliran gas	m/s
ρ _a	Massa jenis udara	kg/m ³
ρ _f	Massa jenis bahan bakar	kg/m ³
Q _f	Kapasitas aliran bahan bakar	m ³ /s
Q _a	Kapasitas aliran udara	m ³ /s
RH	<i>Relative Humidity</i>	%
Rasio ^{Dir} / _{Db}	Rasio perbandingan diameter dalam ring dengan diameter <i>barrel</i>	-