



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERBANDINGAN FENOMENA FLAME LIFT-UP PADA
MATERIAL RING KERAMIK DAN AISI 304 PADA DIAMETER
DALAM RING 10 MM**

SKRIPSI

**AMRI PARLINDUNGAN SITINJAK
04 04 02 70 15**

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



UNIVERSTAS INDONESIA

**PERBANDINGAN FENOMENA FLAME LIFT-UP PADA
MATERIAL RING KERAMIK DAN AISI 304 PADA DIAMETER
DALAM RING 10 MM**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**AMRI PARLINDUNGAN SITINJAK
04 04 02 70 15**

**UNIVERSTAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM DEPARTEMEN 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 : AMRI PARLINDUNGAN SITINJAK

NPM : 0404027015

Tanda Tangan :

Tanggal : 23 DESEMBER 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Sksripsi ini diajukan oleh :
Nama : Amri Parlindungan Sitinjak
Program Studi : Departemen Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perbandingan Fenomena Flame Lift-Up Pada Material Ring Keramik Dan Aisi 304 Pada Diameter Dalam Ring 10 mm

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai 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 Dhiputra, Dipl.-Ing ()
Penguji : Prof. Dr. Ir Bambang Sugiharto ()
Penguji : Dr. Ir. Adi Surjosatyo ()
Penguji : Dr. Ir. Yulianto S. Nugtoho ()

Ditetapkan di : DEPOK

Tanggal : 23 DESEMBER 2008

UCAPAN TERIMA KASIH

Salam sejahtera,

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi 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. Tak lupa saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan yang tidak terhingga 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-saudari saya yang telah memberikan dukungan moril dan materiil agar penulis tetap semangat menyelesaikan skripsi ini yaitu: Rotua Krisitina Sitinjak, Afrida Sitinjak, Astria Mariana Sitinjak, dan adik kecil saya Brian Junain Tangguh Sitinjak.
5. Toufik M.R, Irfan A.Y, Yonathan, Tondy L. Siagian, Bu Catur, Bu Prapti, Pak Ombun, Pak Hamdhan, Pak Eko selaku tim *Flame and Combustion Laboratory* yang telah memberikan bantuan dan dukungannya selama penulis mengerjakan skripsi.
6. Anak-anak Mesin 2004 yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
7. Teman-teman kost yang selalu memberi dukungannya dalam penyusunan skripsi ini hingga dapat diselesaikan dengan baik, antara lain: Dimas Raditya, AMD,

Arya bersaudara, Agustaria, S.Kep, Oki Gunawan, SS. Mas Safril Alazzarema selaku Dosen FIB, trio penjaga kost Mas Pangad, Mas Edy dan Mas Gofur yang selalu menemani dalam mengerjakan penulisan ini di kost.

8. Temen-temen kelas akselerasi SMUN 3 Bogor yang selalu memberikan cambuk dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini agar cepat lulus, antara lain : Fanny Kusumawati, ST, Viera Rachmawati, Neisyah Solaita, Rara Rina Pradnya P, Vellisa Arlim, dsb. 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. Terima kasih.

Depok, Desember 2008

Penulis

Amri Parlindungan Sitinjak

NPM 04 04 02 70 15

PERNYATAAN PUBLIKASI

Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan penelitian jangka panjang mengenai “Fenomena *Flame Lift-up* pada Nyala Api *Premix*” dengan peneliti utama, yaitu :

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

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

Depok, Januari 2008

Peneliti Utama,

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

NIP. 130 702 237

Amri Parlindungan S.

NPM 04 04 02 70 15

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN 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 TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENULISAN	4
1.4 BATASAN MASALAH	4
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	5
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II DASAR TEORI	7
2.1 PROSES DAN REAKSI PEMBAKARAN	7
2.1.1 Rasio Volumetrik	8
2.1.2 Campuran Udara-Bahan Bakar	8
2.1.2.1 Rasio Udara-Bahan Bakar (<i>Air-fuel Ratio/AFR</i>)	8
2.1.2.2 Rasio Bahan Bakar-Udara (<i>Fuel Air Ratio/FAR</i>)	9
2.1.2.3 Rasio Ekivalen (<i>Equivalent Ratio, Φ</i>)	9
2.1.2.4 Udara Berlebih (<i>Excess Air – XSA</i>)	9
2.1.3 Fraksi Mol dan Fraksi Massa	10

2.1.3.1 Fraksi Mol	10
2.1.3.2 Fraksi Massa	10
2.1.3.3 Hubungan Fraksi Mol - Fraksi Massa – Massa Molekular	11
2.1.4 Beban Pembakaran (<i>Burning Load</i>)	11
2.2 BUNSEN BURNER	12
2.3 BAHAN BAKAR GAS	13
2.3.1 Gas Alam (<i>Natural Gas</i>)	13
2.3.2 Gas Buatan	14
2.3.3 Gas Propana	15
2.4 PEMBAKARAN PREMIX	16
2.4.1 Nyala api <i>premix</i> (<i>premixed flame</i>)	17
2.4.2 Laju Nyala Api Laminar	19
2.5 KARAKTERISTIK NYALA	20
2.5.1 Batas Mampu Nyala (<i>Flamability Limits</i>)	20
2.5.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Nyala	22
2.6 KESTABILAN NYALA API	22
2.6.1 Fenomena <i>Flashback</i>	23
2.6.2 Fenomena <i>Lift Off</i>	24
2.6.3 Fenomena <i>Blow-Off</i>	25
2.6.4 Fenomena <i>Lift-up</i> dan Daerah Stabilitas Nyala	25
2.7 TINGGI NYALA	27
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 PERALATAN PENELITIAN	30
3.1.1 <i>Bunsen Burner</i>	30
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>	31
3.1.5 <i>Ring Stabilizer</i>	31
3.1.6 Peralatan Pendukung	32
3.2 PENYESUAIAN SKALA <i>ROTAMETER</i>	32

3.2.1 Langkah-langkah persiapan alat	33
3.2.2 Langkah-langkah penyesuaian skala <i>rotameter</i>	35
3.2.2.1 Penyesuaian skala untuk Gas Propana	35
3.2.2.2 Penyesuaian Skala Untuk Udara	35
3.2.3 Grafik hasil penyesuaian skala <i>rotameter</i>	36
3.2.3.1 Grafik Penyesuaian Skala Untuk Propana	36
3.2.3.2 Grafik Penyesuaian Skala Untuk Udara	36
3.3 METODE PENGAMBILAN DATA	37
3.4 PROSEDUR PERCOBAAN	38
3.4.1 Persiapan Awal Peralatan Uji	38
3.4.2 Pengukuran <i>flame length</i> , <i>lift-up</i> , dan <i>blow-off</i> tanpa menggunakan ring	39
3.4.3 Pengukuran <i>flame length</i> , <i>lift-up</i> , dan <i>blow-off</i> dengan menggunakan ring	39
BAB IV HASIL DAN ANALISA	41
4.1 DATA HASIL PERCOBAAN	41
4.2 DATA DAN ANALISA PERBANDINGAN <i>BURNING LOAD</i> DAN <i>AIR FUEL RATIO</i> PADA <i>LIFT-UP</i>	42
4.3 DATA DAN ANALISA PERBANDINGAN PANJANG NYALA API SAAT <i>LIFT-UP</i>	48
4.3.1 Perbandingan Panjang Nyala Api <i>Lift-up</i> Kedua Materia	50
4.3.2 Perbandingan Panjang Nyala Api Premix Experimental Dan Teoritis	54
BAB V KESIMPULAN	60
DAFTAR REFERENSI	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Karakteristik bahan bakar	16
Tabel 2.2 Tabel batas mampu nyala	21
Tabel 2.3 Persamaan tinggi nyala	27
Tabel 4.1 DATA DAN ANALISA PERBANDINGAN <i>BURNING LOAD</i> DAN <i>AIR FUEL RATIO</i> PADA <i>LIFT-UP</i>	42
Tabel 4.2 DATA DAN ANALISA PERBANDINGAN PANJANG NYALA API PREMIX SAAT <i>LIFT-UP</i>	62



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Penyesuaian Skala Untuk Propana	36
Gambar 3.2 Penyesuaian Skala Untuk Udara	36
Gambar 4.1 Grafik perbandingan AFR vs Burning Load pada kedua material	43
Gambar 4.1a Perbandingan AFR vs Burning Load pada $x = 10$ mm	43
Gambar 4.1b Perbandingan AFR vs Burning Load pada $x = 20$ mm	44
Gambar 4.1c Perbandingan AFR vs Burning Load pada $x = 30$ mm	44
Gambar 4.1d Perbandingan AFR vs Burning Load pada $x = 40$ mm	44
Gambar 4.2 Grafik perbandingan AFR vs Posisi Ring saat <i>Lift-up</i>	59
Gambar 4.3 Grafik perbandingan panjang nyala total <i>lift-up</i> vs <i>burning load</i>	61
Gambar 4.3a Perbandingan AFR vs Burning Load pada $x = 10$ mm	51
Gambar 4.3b Perbandingan AFR vs Burning Load pada $x = 20$ mm	51
Gambar 4.3c Perbandingan AFR vs Burning Load pada $x = 30$ mm	52
Gambar 4.3d Perbandingan AFR vs Burning Load pada $x = 40$ mm	52
Gambar 4.4a Grafik perbandingan panjang nyala api premix pada $x = 10$ mm	57
Gambar 4.4b Grafik perbandingan panjang nyala api premix pada $x = 20$ mm	57
Gambar 4.4c Grafik perbandingan panjang nyala api premix pada $x = 30$ mm	58
Gambar 4.4d Grafik perbandingan panjang nyala api premix pada $x = 40$ mm	58