



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGUKURAN LAJU ALIRAN UDARA PADA FENOMENA FLAME
LIFT UP**

SKRIPSI

IRFAN APRIYAN YAZDI

04 04 02 0398

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



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGUKURAN LAJU ALIRAN UDARA PADA FENOMENA
FLAME LIFT UP**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

IRFAN APRIYAN YAZDI

04 04 02 0398

**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 : Irfan Apriyan Yazdi

NPM : 0404020398

Tanda Tangan :

Tanggal : 23 Desember 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Irfan Apriyan Yazdi
NPM : 0404020398
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengukuran Laju Aliran Udara 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, MEng ()

Penguji : Ir. Yulianto S. Nugroho, MSc. PhD ()

Penguji : Dr. Ir. Adi Suryosatyo, MEng ()

Ditetapkan di :

Tanggal :

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran 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. Kedua orangtua 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. Bapak Dr. Ir Harinaldi, selaku Ketua Departemen Teknik Mesin UI dan dosen-dosen Departemen Teknik Mesin yang telah memberikan saran dan masukannya.
4. Amri P.S dan Taufiq serta Tondy L.S dan Yonathan selaku rekan satu bimbingan skripsi, Bu Prapti, Bu Catur, Pak Pratomo, Pak Cahyo, Pak Dimitry, selaku tim *Flame and Combustion Laboratory* yang telah memberikan bantuan dan dukungannya selama penulis mengerjakan skripsi.
5. Seluruh karyawan DTM FTUI yang telah banyak membantu penulis.
6. Anak-anak Mesin 2004 yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
7. 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.
8. Saudara-saudara saya yang telah memberikan doa dan dorongan semangat bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi dengan baik.

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, Desember 2008

Penulis

Irfan Apriyan Yazdi

NPM. 04 04 02 03 98



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

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

Nama : Irfan Apriyan Yazdi

NPM : 0404020398

Program Studi : Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

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 :

Pengukuran Laju Aliran Udara 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*).

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 sebagai penanggung jawab dalam penelitian “Flame Lift-Up” pada “Flame & Combustion Research Group”.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 23 Desember 2008

Yang menyatakan

(Irfan Apriyan Yazdi)

DAFTAR ISI

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
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	4
1.5 METODOLOGI PENELITIAN.....	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB 2 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 Fraksi Mol dan Fraksi Massa.....	10
2.1.3 Beban Pembakaran (<i>Burning Load</i>).....	11
2.3 PEMBAKARAN PREMIX.....	11
2.3.1 Nyala Api Premix (<i>Premix Flame</i>).....	12
2.3.2 Laju Nyala Api Laminar	14
2.4 KARAKTERISTIK NYALA.....	15
2.4.1 Batas Mampu Nyala (<i>Limits of Flammability</i>).....	15
2.4.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Nyala.....	17
2.5 KESTABILAN NYALA API.....	17
2.5.1 Fenomena <i>Flashback</i>	18

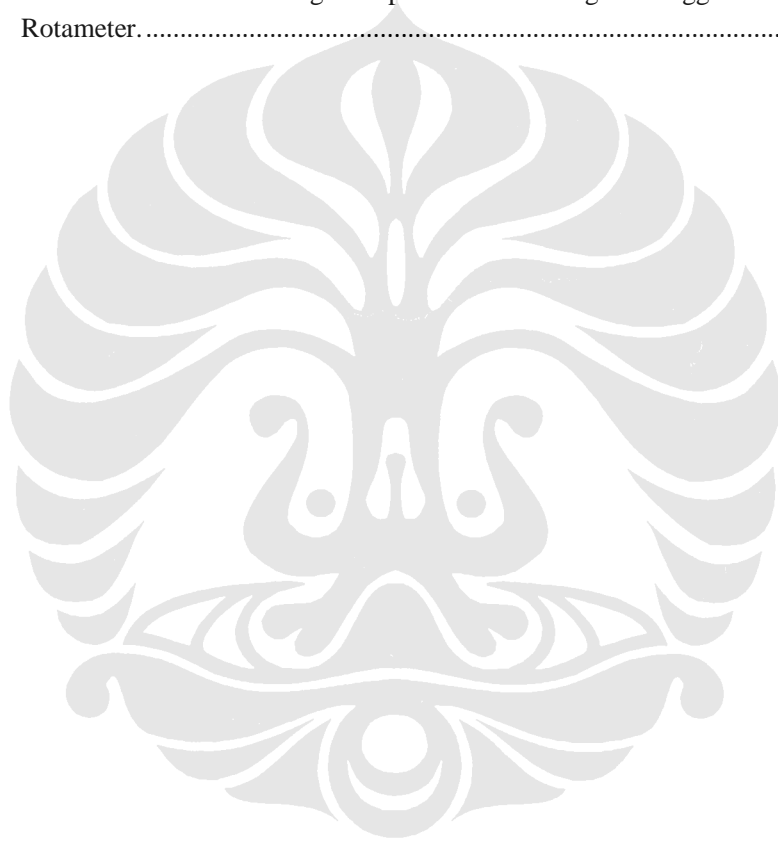
2.5.2 Fenomena <i>Lift Off</i>	19
2.5.3 Fenomena <i>Blow-Off</i>	20
2.5.4 Fenomena <i>Lift-up</i> dan Daerah Stabilitas Nyala	20
2.6 TINGGI NYALA	22
2.7 BAHAN BAKAR GAS	24
2.3.1 Gas Alam (<i>Natural Gas</i>)	25
2.3.2 Gas Buatan	26
2.3.3 Gas Propana	26
BAB 3 METODE PENELITIAN	28
3.1 PERALATAN PENELITIAN	28
3.1.1 <i>Bunsen Burner</i>	28
3.1.2 Sistem Suplai Udara dan Bahan Bakar	28
3.1.3 Tabung Pembakar (<i>Barrel</i>)	29
3.1.4 <i>Fuel Gas</i>	29
3.1.5 <i>Ring Stabilizer</i>	30
3.1.6 Peralatan Pendukung	30
3.2 PENYESUAIAN SKALA <i>ROTAMETER</i> dan Manometer Udara	30
3.2.1 Posedur persiapan Wet Gas Meter	31
3.2.2 Langkah-langkah Penyesuaian Skala Rotameter	33
3.2.3 Grafik hasil penyesuaian skala <i>Rotameter</i>	35
3.3 METODE PENGAMBILAN DATA	36
3.4 PROSEDUR PERCOBAAN	37
3.4.1 Persiapan Awal Peralatan Uji	37
3.4.2 Pengukuran <i>lift-up</i> dan <i>blow-off</i> dengan menggunakan ring	38
3.4.3 Persiapan Awal Peralatan Uji Untuk Penggunaan Manometer Sebagai Pengatur Aliran Gas dan Rotameter Sebagai Pengatur Aliran Udara.	38
3.4.4 Pengukuran <i>lift-up</i> dan <i>blow-off</i> dengan menggunakan ring	39
BAB 4 HASIL dan ANALISA	40
4.1 Data Hasil Percobaan	40
4.2 Data dan Analisis Perbedaan Kapasitas Udara Lift-up	40
4.2.1 Kapasitas Udara Ring 10 mm	40
4.2.2 Kapasitas Udara Ring 14 mm	42
4.2.3 Perbandingan Laju Aliran Udara Ring 10 mm dan 14 mm	43

4.3 Data dan Analisis AFR Berbanding Burning Load	44
4.4 Perbandingan Kapasitas Udara Antara Manometer dan Rotameter.....	47
4.5 Perbandingan AFR vs Burning Load Antara Pengukuran dengan Manometer dan Rotameter	48
4.6 Pengambilan Data dengan Rotameter Sebagai Penyalur Udara dan Manometer Sebagai Penyalur Bahan Bakar.....	50
4.7 Analisa Perbedaan Manometer dengan Rotameter	53
BAB 5 KESIMPULAN.....	59
DAFTAR ACUAN	60
DAFTAR PUSTAKA.....	62



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Batas Mampu Nyala.....	16
Tabel 2. 2 Persamaan tinggi nyala	23
Tabel 2. 3 Tabel karakteristik bahan bakar	27
Tabel 3. 1 Tabel Data Percobaan Dengan Menggunakan Ring	37
Tabel 4. 1 Kapasitas Udara pada ring 10 mm	40
Tabel 4. 2 Kapasitas udara Ring 14 mm	42
Tabel 4. 3 Data AFR Lift-up R 10 dan R 14.....	44
Tabel 4. 4 Data Perbandingan Kapasitas Udara dengan Menggunakan Manometer dan Rotameter.....	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Profil Nyala Api	12
Gambar 2. 2 Struktur Nyala Api <i>Premix</i>	13
Gambar 2. 3 Vektor Diagram Kecepatan Nyala Laminar [18]	14
Gambar 2. 4 Diagram stabilitas <i>flashback</i> , <i>lift-off</i> , dan <i>yellow tipping</i> untuk bahan bakar gas industri.....	19
Gambar 2. 5 Grafik Perbandingan AFR dan BL [13]	21
Gambar 2. 6 <i>Bunsen burner</i>	24
Gambar 3. 1 Skema Pengambilan Data	28
Gambar 3. 2 Sistem suplai Udara.....	29
Gambar 3. 3 Dimensi ring 1.....	30
Gambar 3. 4 Dimensi ring 2.....	30
Gambar 3. 5 Level air pada Wet Gas Meter	31
Gambar 3. 6 Prosedur Penyesuaian Skala <i>Rotameter</i>	33
Gambar 3. 7 Skema Kalibrasi Udara	34
Gambar 3. 8 Skema Kalibrasi Gas.....	35
Gambar 3. 9 Penyesuaian Skala Untuk Propana.....	35
Gambar 3. 10 Penyesuaian Skala Untuk Udara	36
Gambar 4. 1 Laju Aliran Udara vs Laju Aliran Gas	41
Gambar 4. 2 Laju Aliran Udara vs Laju Aliran Gas	43
Gambar 4. 3 Laju Aliran Udara vs Laju Aliran Gas	43
Gambar 4. 4 AFR vs BL pada Ring = 10 mm.....	45
Gambar 4. 5 AFR vs BL pada Ring 14 mm	45
Gambar 4. 6 AFR vs Burning Load Kondisi Lift-Up	46
Gambar 4. 7 Grafik Q Udara vs Q Gas	48
Gambar 4. 8 AFR vs BL Antara Manometer Dengan Rotameter	50
Gambar 4. 9 AFR vs BL pada X = 10 mm	51
Gambar 4. 10 AFR vs BL pada X = 20 mm	52
Gambar 4. 11 AFR vs BL pada X = 30 mm	52
Gambar 4. 12 AFR vs BL pada X = 40 mm	53
Gambar 4. 13 AFR vs BL pada X = 10 mm	54
Gambar 4. 14 AFR vs BL pada X = 20 mm	54
Gambar 4. 15 AFR vs BL pada X = 30 mm	55
Gambar 4. 16 AFR vs BL pada X = 40 mm	55
Gambar 4. 17 AFR vs BL pada X = 10 mm	56
Gambar 4. 18 AFR vs BL pada X = 20 mm	56
Gambar 4. 19 AFR vs BL pada X = 30 mm	57
Gambar 4. 20 AFR vs BL pada X = 40 mm	57