

**PENGARUH RASIO GAP-DIAMETER NOSEL (L/d)
TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA DIFUSI
PADA MEDAN ALIRAN BERLAWANAN
(*COUNTER-FLOW*)**

TUGAS AKHIR

Oleh

FURJIYANTO
0405220226



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

**PENGARUH RASIO GAP-DIAMETER NOSEL (L/d)
TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA DIFUSI
PADA MEDAN ALIRAN BERLAWANAN
(*COUNTER-FLOW*)**

TUGAS AKHIR

Oleh

**FURJIYANTO
0405220226**



**TUGAS AKHIR INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI
SEBAGIAN PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul:

**PENGARUH RASIO GAP-DIAMETER NOSEL (L/d)
TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA DIFUSI
PADA MEDAN ALIRAN BERLAWANAN
(*COUNTER-FLOW*)**

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 tugas akhir 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, 8 Januari 2008

Furjiyanto

NPM 0405220226

PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul:

**PENGARUH RASIO GAP-DIAMETER NOSEL (L/d)
TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA DIFUSI
PADA MEDAN ALIRAN BERLAWANAN
(*COUNTER-FLOW*)**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tugas akhir ini telah diujikan pada sidang ujian tugas akhir pada tanggal 2 Januari 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tugas akhir pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 8 Januari 2008

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Harinaldi, M. Eng

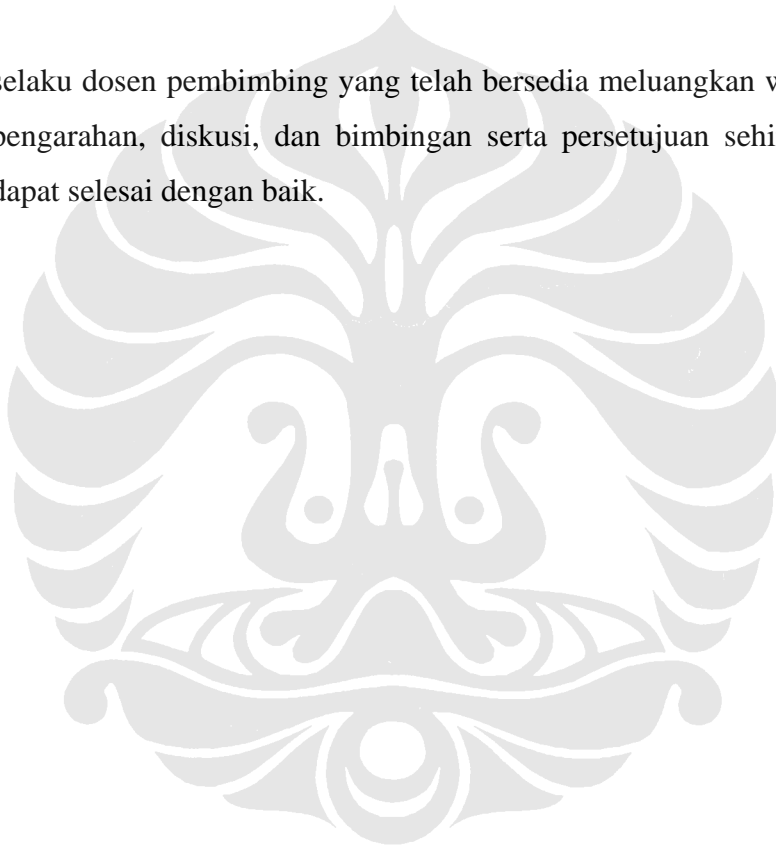
NIP 132 048 279

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

Dr. Ir. Harinaldi, M. Eng

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



DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 NYALA <i>PREMIXED</i>	6
2.1.1 <i>Counter Flow Premixed Flame</i>	7
2.2 NYALA DIFUSI	8
2.2.1 Struktur Nyala Difusi Laminar	9
2.2.2 Struktur Nyala Difusi Turbulen	10
2.2.3 <i>Counter Flow Diffusion Flame</i>	10
2.3 STABILITAS NYALA	12
2.4 PROPANA (C ₃ H ₈)	13

BAB III PERALATAN DAN PROSEDUR PENELITIAN	
3.1 PERALATAN PENELITIAN	16
3.1.1 Konfigurasi Detail Alat Pembakar	17
3.1.2 Sistem Suplai Bahan Bakar dan Udara	19
3.2 PROSEDUR PENELITIAN	20
3.2.1 Prosedur Kalibrasi Sistem Suplai Udara	20
3.2.2 Prosedur Kalibrasi Sistem Suplai Bahan Bakar	22
3.2.3 Prosedur <i>Purging</i>	23
3.2.4 Prosedur Pengambilan Data	24
3.2.4.1 <i>Pengukuran Limit Stabilitas Nyala</i>	24
3.2.4.2 <i>Metode Penelitian</i>	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 HASIL PENGUJIAN	30
4.1.1 Limit Stabilitas Nyala untuk Diameter Nosel, $d = \text{Ø}18.5 \text{ mm}$	31
4.1.2 Limit Stabilitas Nyala untuk Diameter Nosel, $d = \text{Ø}8.5 \text{ mm}$	31
4.1.3 Limit Stabilitas Nyala untuk Diameter Nosel, $d = \text{Ø}5.5 \text{ mm}$	32
4.2 PEMBAHASAN	33
4.2.1 Pengaruh Fluks Momentum Udara, (τ_o)	33
4.2.2 Pengaruh Rasio Gap-Diameter Dalam Nosel, L/d	34
4.2.3 Pengaruh Letak <i>Vortex Generator</i>	35
4.2.4 Pengaruh Diameter Dalam Nosel	39
4.2.5 Konfigurasi Nyala Difusi <i>Counter Flow</i>	41
BAB V KESIMPULAN	
DAFTAR ACUAN	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1	Skema <i>counter flow diffusion flame</i>	2
Gambar 2.1	Nyala konis didekat pancaran suatu kompor gas	7
Gambar 2.2	Struktur nyala laminar	7
Gambar 2.3	<i>Turbulent counter flow premixed flame</i>	8
Gambar 2.4	<i>Overventilated Flame</i> dan <i>Underventilated Flame</i>	9
Gambar 2.5	Nyala Turbulen	10
Gambar 2.6	Skema <i>counter flow diffusion flame burner</i>	11
Gambar 2.7	Struktur molekul propana	13
Gambar 3.1	<i>Counter flow diffusion flame apparatus</i>	17
Gambar 3.2	Nosel	18
Gambar 3.3	Vortex generator	18
Gambar 3.4	<i>Driving screw</i>	19
Gambar 3.5	Sistem suplai bahan bakar dan udara	20
Gambar 3.6	Level air pada Wet Gas meter Shinagawa WE-2.5A	21
Gambar 3.7	Skema kalibrasi sistem suplai udara	21
Gambar 3.8	Skema kalibrasi sistem suplai bahan bakar	23
Gambar 3.9	Skema proses <i>purging</i>	24
Gambar 3.10	Skema pengukuran stabilitas nyala	26
Gambar 3.11	Kurva persamaan kalibrasi kec. udara untuk $d = \text{Ø}18.5 \text{ mm}$	27
Gambar 3.12	Kurva persamaan kalibrasi kec. propana untuk $d = \text{Ø}18.5 \text{ mm}$..	27
Gambar 3.13	Kurva persamaan kalibrasi kec. udara untuk $d = \text{Ø}8.5 \text{ mm}$	28
Gambar 3.14	Kurva persamaan kalibrasi kec. propana untuk $d = \text{Ø}8.5 \text{ mm}$..	28
Gambar 3.15	Kurva persamaan kalibrasi kec. udara untuk $d = \text{Ø}5.5 \text{ mm}$	28
Gambar 3.16	Kurva persamaan kalibrasi kec. propana untuk $d = \text{Ø}5.5 \text{ mm}$..	29
Gambar 4.1	Limit stabilitas nyala pada kondisi ($d = \text{Ø}18.5, V_{\text{gen}} = 0$)	31

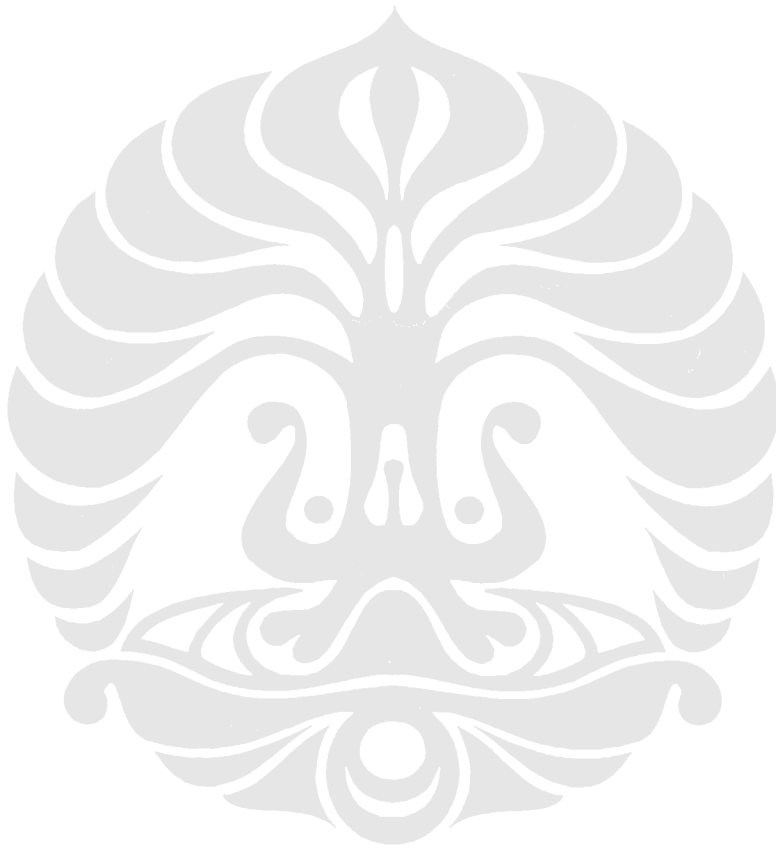
Gambar 4.2	Limit stabilitas nyala pada kondisi ($d = \text{Ø}18.5, V_{\text{gen}} = 37$)	31
Gambar 4.3	Limit stabilitas nyala pada kondisi ($d = \text{Ø}8.5, V_{\text{gen}} = 0$)	31
Gambar 4.4	Limit stabilitas nyala pada kondisi ($d = \text{Ø}8.5, V_{\text{gen}} = 17$)	32
Gambar 4.5	Limit stabilitas nyala pada kondisi ($d = \text{Ø}5.5, V_{\text{gen}} = 0$)	32
Gambar 4.6	Limit stabilitas nyala pada kondisi ($d = \text{Ø}5.5, V_{\text{gen}} = 11$)	32
Gambar 4.7	Kondisi pengukuran pada $d = \text{Ø}5.5$ mm dan <i>vortex generator</i> = 0	34
Gambar 4.8	Pengaruh Letak vortex generator terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($d = \text{Ø}18.5, L/d = 2.7$ mm).....	35
Gambar 4.9	Pengaruh Letak vortex generator terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($d = \text{Ø}18.5, L/d = 2.43$ mm).....	35
Gambar 4.10	Pengaruh Letak vortex generator terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($d = \text{Ø}18.5, L/d = 2.16$ mm).....	36
Gambar 4.11	Pengaruh Letak vortex generator terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($d = \text{Ø}8.5, L/d = 2.7$ mm).....	36
Gambar 4.12	Pengaruh Letak vortex generator terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($d = \text{Ø}8.5, L/d = 2.43$ mm).....	36
Gambar 4.13	Pengaruh Letak vortex generator terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($d = \text{Ø}8.5, L/d = 2.16$ mm).....	37
Gambar 4.14	Pengaruh Letak vortex generator terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($d = \text{Ø}5.5, L/d = 2.7$ mm).....	37
Gambar 4.15	Pengaruh Letak vortex generator terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($d = \text{Ø}5.5, L/d = 2.43$ mm).....	37
Gambar 4.16	Pengaruh Letak vortex generator terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($d = \text{Ø}5.5, L/d = 2.16$ mm).....	38
Gambar 4.17	Pengaruh diameter dalam nosel terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($L/d = 2.7, \textit{vortex generator} = 0$)	39
Gambar 4.18	Pengaruh diameter dalam nosel terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($L/d = 2.7, \textit{vortex generator} = 2d$)	39
Gambar 4.19	Pengaruh diameter dalam nosel terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($L/d = 2.43, \textit{vortex generator} = 0$)	39

Gambar 4.20	Pengaruh diameter dalam nosel terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($L/d = 2.43$, $vortex\ generator = 2d$)	40
Gambar 4.21	Pengaruh diameter dalam nosel terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($L/d = 2.16$, $vortex\ generator = 0$)	40
Gambar 4.22	Pengaruh diameter dalam nosel terhadap limit stabilitas nyala, pada kondisi pengujian ($L/d = 2.16$, $vortex\ generator = 2d$)	40
Gambar 4.23	Nyala difusi laminar	41
Gambar 4.24	Konfigurasi nyala difusi <i>counter flow</i> menjelang <i>extinct</i> ($d = \text{Ø}18.5$, $V_{gen} = 0$, $L/d = 2.7$)	42
Gambar 4.25	Konfigurasi nyala difusi <i>counter flow</i> menjelang <i>extinct</i> ($d = \text{Ø}18.5$, $V_{gen} = 0$, $L/d = 2.16$)	42
Gambar 4.26	Konfigurasi nyala difusi <i>counter flow</i> menjelang <i>extinct</i> ($d = \text{Ø}18.5$, $V_{gen} = 2d$, $L/d = 2.16$)	43
Gambar 4.27	Konfigurasi nyala difusi <i>counter flow</i> menjelang <i>extinct</i> ($d = \text{Ø}18.5$, $V_{gen} = 2d$, $L/d = 2.16$)	43
Gambar 4.28	Konfigurasi nyala difusi <i>counter flow</i> menjelang <i>extinct</i> ($d = \text{Ø}8.5$, $V_{gen} = 2d$, $L/d = 2.43$)	43
Gambar 4.29	Konfigurasi nyala difusi <i>counter flow</i> menjelang <i>extinct</i> ($d = \text{Ø}5.5$, Not use V_{gen} , $L/d = 2.16$)	44
Gambar 4.30	Konfigurasi nyala difusi <i>counter flow</i> menjelang <i>extinct</i> ($d = \text{Ø}5.5$, Not use V_{gen} , $L/d = 2.16$)	44
Gambar 4.31	Konfigurasi nyala difusi <i>counter flow</i> menjelang <i>extinct</i> ($d = \text{Ø}5.5$, $V_{gen} = 2d$, $L/d = 2.7$)	44
Gambar 4.32	Konfigurasi nyala difusi <i>counter flow</i> menjelang <i>extinct</i> ($d = \text{Ø}5.5$, $V_{gen} = 2d$, $L/d = 2.16$)	45
Gambar 4.33	Ilustrasi <i>vortex flame</i>	45
Gambar 4.34	Nyala api stagnasi ($d = \text{Ø}5.5$, not use V_{gen} , $L/d = 2.7$) dan ($d = \text{Ø}5.5$, $V_{gen} = 0$, $L = 27$)	46
Gambar 4.35	Nyala api stagnasi ($d = \text{Ø}8.5$, Not use V_{gen} , $L/d = 2.16$).....	46

DAFTAR TABEL

Halaman

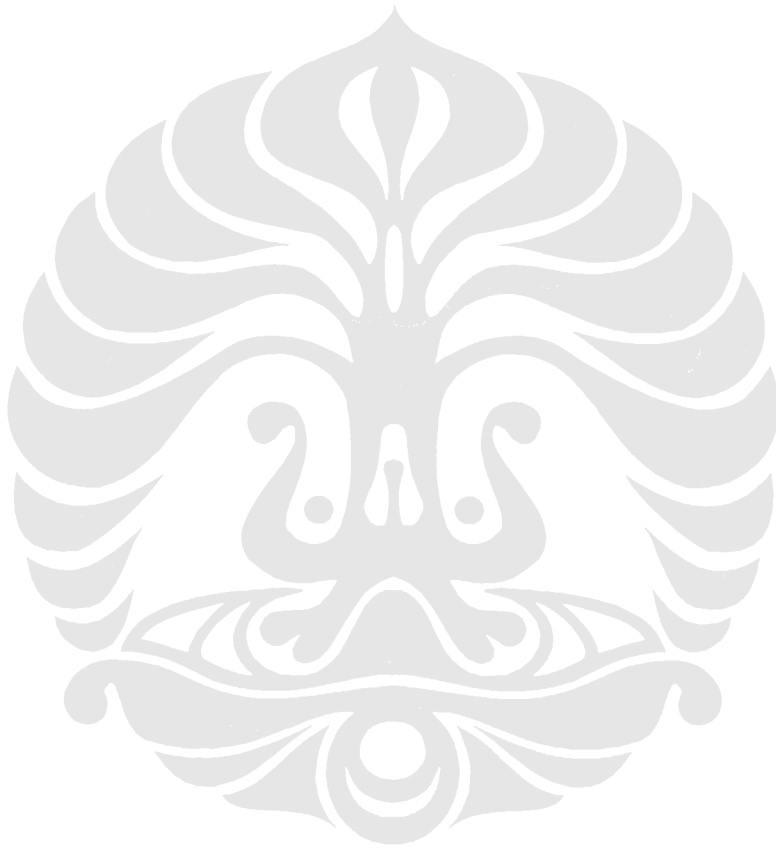
Tabel 2.1 Properti Kimia Propana	15
---	----



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Persamaan Kalibrasi Bahan Bakar-Udara.....	53
Data Kalibrasi Kecepatan Udara Kompresor untuk Diameter Dalam Nosel, $d = 18.5$	54
Data Kalibrasi Kecepatan Bahan Bakar Propana (C_3H_8) untuk Diameter Dalam Nosel, $d = 18.5$	55
Data Kalibrasi Kecepatan Udara Kompresor untuk Diameter Dalam Nosel, $d = 8.5$	56
Data Kalibrasi Kecepatan Bahan Bakar Propana (C_3H_8) untuk Diameter Dalam Nosel, $d = 8.5$	57
Data Kalibrasi Kecepatan Udara Kompresor untuk Diameter Dalam Nosel, $d = 5.5$	58
Data Kalibrasi Kecepatan Bahan Bakar Propana (C_3H_8) untuk Diameter Dalam Nosel, $d = 5.5$	59
Lampiran 2 Pengolahan Data Stabilitas Nyala.....	60
Letak <i>Vortex Generator</i> Pada Nosel = 0 mm ($d = \varnothing 18.5$)	61
Letak <i>Vortex Generator</i> Pada Nosel = 37 mm ($d = \varnothing 18.5$)	62
Letak <i>Vortex Generator</i> Pada Nosel = 0 mm ($d = \varnothing 8.5$)	63
Letak <i>Vortex Generator</i> Pada Nosel = 17 mm ($d = \varnothing 8.5$)	64
Letak <i>Vortex Generator</i> Pada Nosel = 0 mm ($d = \varnothing 5.5$)	65
Letak <i>Vortex Generator</i> Pada Nosel = 11 mm ($d = \varnothing 5.5$)	66
Lampiran 3 Prosedur Penelitian	67
<i>Working Instruction</i> Kalibrasi Sistem Suplai Udara.....	68
<i>Working Instruction</i> Kalibrasi Sistem Suplai Bahan Bakar.....	70
<i>Working Instruction</i> Proses <i>Purging</i>	72
Lampiran 4 Peralatan Penelitian	74
Nosel $\varnothing 18.5$	75

Nosel Ø8.5.....	76
Nosel Ø5.5.....	77
<i>Vortex Generator</i> 18.5.....	78
<i>Vortex Generator</i> 8.5.....	79
<i>Vortex Generator</i> 5.5.....	80
<i>Driving Screw</i>	81



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
L	Jarak Antar Nosel (<i>Nozzle Gap</i>)	mm
d	Diameter dalam Nosel	mm
\emptyset	Ukuran Diameter	mm
A	Luas Area	m^2
Q	Debit aliran	m^3/s
V_o	Kecepatan Injeksi udara	m/s
V_f	Kecepatan Injeksi Bahan Bakar	m/s
τ_o	Fluks Momentum udara	kg/ms^2
τ_o	Fluks Momentum Propana	kg/ms^2
ρ	Densitas Fluida	kg/m^3