

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT
CHAMFER LUAR JET UDARA DAN KAPASITAS ALIRAN
UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK API PADA
INVERSE DIFFUSION FLAME MODEL BURNER CO-AXIAL**



Disusun Oleh :

HERNANDA ATRILA SAPUTRA

NBI : 1421600135

M SAHRUL MUBAROK

NBI : 1421600025

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2020

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT
CHAMFER LUAR JET UDARA DAN KAPASITAS ALIRAN
UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK API PADA
INVERSE DIFFUSION FLAME MODEL BURNER CO-AXIAL**



Disusun Oleh :

HERNANDA ATRILA SAPUTRA
NBI : 1421600135

M SAHRUL MUBAROK
NBI : 1421600025

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

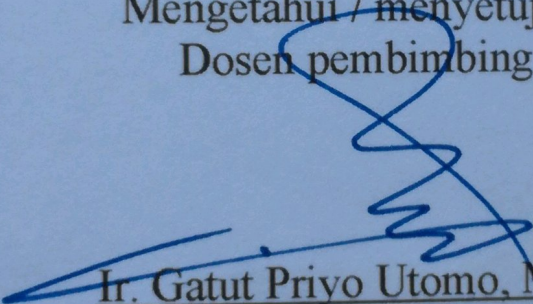
2020

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

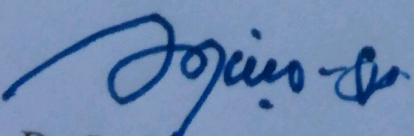
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

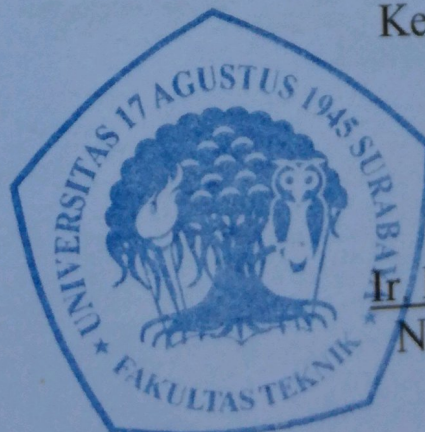
NAMA : HERNANDA ATRILA SAPUTRA
NBI : 1421600135
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT
CHAMFER LUAR JET UDARA DAN KAPASITAS
ALIRAN UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK
API PADA INVERSE DIFFUSION FLAME
MODEL BURNER CO-AXIAL.

Mengetahui / menyetujui,
Dosen pembimbing

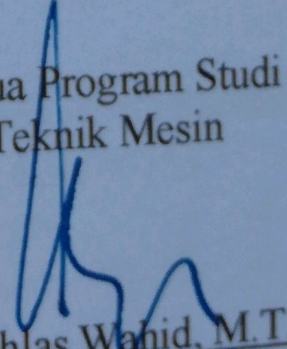

Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc
NPP. 20420860073

Dekan
Fakultas Teknik


Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.
NPP. 2042090019



Ketua Program Studi
Teknik Mesin


Ir. Ichlas Wahid, M.T.
NPP. 20420900207

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya

REVISI SIDANG TUGAS AKHIR

NAMA : HERNANDA ATRILA SAPUTRA
NBI : 1421600135
PEMBIMBING : Ir. GATUT PRIJO UTOMO, M.Sc
JUDUL : STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT CHAMFER LUAR JET UDARA DAN KAPASITAS ALIRAN UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK API PADA INVERSE DIFFUSION FLAME MODEL BURNER CO-AXIAL

BATAS BIMBINGAN REVISI : 10 JULI 2020

NO	MATERI	REVISI	BAB/ HALAMAN
1	DISTRIBUSI TEMPERATUR	SANDINGKAN GAMBAR DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA SETIAP VARIASI CHAMFER	BAB 4/ HALAMAN 25-26
2	AIR FUEL RATIO DAN RASIO EKUIVALEN	PERBAIKI PERHITUNGAN TABEL AIR FUEL RATIO DAN RASIO EKUIVALEN	BAB 4/ HALAMAN 39-40

Surabaya, 10 Juli 2020

Dosen Penguji


Ir. ZAINUN ACHAMAD, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya

REVISI SIDANG TUGAS AKHIR

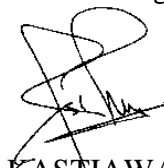
NAMA : HERNANDA ATRILA SAPUTRA
NBI : 1421600135
PEMBIMBING : Ir. GATUT PRIJO UTOMO, M.Sc
JUDUL : STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT CHAMFER LUAR JET UDARA DAN KAPASITAS ALIRAN UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK API PADA INVERSE DIFFUSION FLAME MODEL BURNER CO-AXIAL

BATAS BIMBINGAN REVISI : 10 JULI 2020

NO	MATERI	REVISI	BAB/ HALAMAN
1	DISTRIBUSI TEMPERATUR	SANDINGKAN GAMBAR DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA SETIAP VARIASI CHAMFER	BAB 4/ HALAMAN 25-26
2	AIR FUEL RATIO DAN RASIO EKUIVALEN	PERBAIKI PERHITUNGAN TABEL AIR FUEL RATIO DAN RASIO EKUIVALEN	BAB 4/ HALAMAN 39-40

Surabaya, 10 Juli 2020

Dosen Penguji



I MADE KASTIAWAN, ST., MT.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT CHAMFER LUAR JET UDARA DAN KAPASITAS ALIRAN UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK API PADA INVERSE DIFFUSION FLAME MODEL BURNER CO-AXIAL

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 2 Juli 2020



Hernanda Atrila Saputra
1421600135



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TLP. 031 593 1800 (EX 311)
EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : HERNANDA ATRILA SAPUTRA
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT CHAMFER LUAR
JET UDARA DAN KAPASITAS ALIRAN UDARA TERHADAP
KARAKTERISTIK API PADA INVERSE DIFFUSION FLAME MODEL
BURNER CO-AXIAL.**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal :

Yang Menyatakan



HERNANDA ATRILA SAPUTRA

**LEMBAR PERSEMBAHAN
DAN KATA-KATA MUTIARA**

“Jika kamu tidak sanggup menahan lelahnya belajar, maka kamu harus sanggup menerima perihnya kebodohan”

~ Imam as syafi’i ~

“Bersungguh-sungguhlah engkau dalam mencari ilmu, jauhilah kemalasan dan kebosanan kerana jika tidak demikian engkau akan berada dalam bahaya kesesatan”

~ Imam al Ghazali ~

“...ألا يذكر الله تطمئن القلوب”

“..., Ingatlah, hanya dengan mengingat Allah, hati menjadi tentram.”

~Qur’an Surat Ar-Rad ayat 28~

KATA PENGANTAR

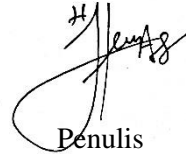
Puji dan syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada kami, sehingga kami dapat merampungkan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah membimbing manusia dari zaman kegelapan ke zaman terang benderang. Penyusunan tugas akhir ini bermaksud untuk memenuhi persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Kami menyadari bahwa penulisan ini tidak mampu kami selesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik secara moril ataupun materiil. Makadari itu, kami ingin menyampaikan ucapan terimakasih pada semua pihak yang telah membantu dan menyemangati dalam penyusunan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua Orang tua, yang telah memberikan doa maupun dukungan yang tiada hentinya kepada kami.
2. Bapak Ir. Ichlas Wachid, MT. selaku kepala program studi teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta staf dan jajarannya yang telah memberikan kemudahan kepada kami dalam menjalankan program pendidikan di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Ir. Gatut Prijo Utomo, M.Sc., selaku dosen pembimbing kami yang telah memberikan waktunya untuk memberikan arahan dan bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh rekan-rekan teknik mesin UNTAG angkatan 2016 yang telah membantu dan memberikan masukan dalam melaksanakan penyusunan tugas akhir.
5. Seluruh rekan – rekan yang bergabung dalam “*Flame Project Team*” yang senantiasa memberi semangat dan membantu mempercepat dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Serta semua pihak yang sudah terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu – persatu, semoga kebaikan yang telah diberikan akan dibalas kebaikan yang berlipat oleh Allah SWT.

Penyusunan tugas akhir ini kami menyadari bahwa penulisan kami jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kami dengan lapang hati mengharapkan agar ada kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Surabaya, 03 Juli 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'H. Agus', written over a large, stylized loop that forms the letter 'P'.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Batasan masalah	2
1.4 Tujuan penelitian.....	3
1.5 Manfaat penelitian.....	3
1.6 Sistematika penulisan.....	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Definisi proses pembakaran	5
2.2 Metode pembakaran	5
2.3 Bahan bakar.....	6
2.4 Campuran Udara Dan Bahan Bakar	8
2.4.1 Rasio Udara Dan Bahan Bakar (Air Fuel Ratio)	8
2.4.2 Rasio Bahan Bakar Dan Udara (Fuel Air Ratio).....	9
2.4.3 Rasio Ekuivalen (Equivalent Ratio, Φ)	9
2.5 Perpindahan panas secara radiasi	9
2.6 Fenomena dalam proses pembakaran.....	10
2.6.1 Fenomena flickering flame	10
2.6.2 Fenomena flash back.....	11
2.6.3 Fenomena lifted flame	11
2.6.4 Fenomena blow off.....	11
2.7 Luasan selimut api.....	11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram alur penelitian.....	13
3.2 Studi lapangan.....	14

3.3	Studi literatur.....	14
3.4	Rumusan masalah.....	14
3.5	Pembuatan alat	15
3.5.1	<i>Jet burner</i>	15
3.5.2	<i>Struktur rumah burner</i>	15
3.5.3	<i>Bahan bakar</i>	16
3.5.4	<i>Kompresor udara</i>	16
3.5.5	<i>Flowmeter</i>	16
3.5.6	<i>Rotameter</i>	17
3.5.7	<i>Kamera Canon EOS 650d dan Tripod stand 1m</i>	17
3.5.8	<i>Manometer</i>	17
3.5.9	<i>Regulator tabung LPG</i>	18
3.5.10	<i>Katup</i>	18
3.5.11	<i>MATLAB</i>	18
3.5.12	<i>PLX-DAQ 32 Bit</i>	18
3.5.13	<i>Microsoft Excel 2016 32 Bit</i>	19
3.5.14	<i>Termokopel</i>	19
3.5.15	<i>Mikrokontroler Berbasis Arduino</i>	20
3.5.16	<i>Laptop</i>	20
3.6	Uji coba alat	20
3.7	Mencari api stabil.....	21
3.8	Pengambilan data	21
3.9	Analisa data.....	22

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisa data hasil penelitian.....	23
4.2	Bentuk api dan nyala api stabil.....	23
4.3	Distribusi temperatur dan ketinggian api	25
4.4	Grafik temperatur pada <i>centerline</i>	27
4.5	Perpindahan panas secara radiasi	33
4.6	Rasio ekuivalen (<i>Equivalent ratio, Φ</i>)	39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran.....	41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perpindahan panas secara radiasi antara dua bodi.....	10
Gambar 2. 2 Bidang luas penampang selimut api pada titik ketinggian 0-10 mm dengan L = 10 mm	12
Gambar 2. 3 Luas penampang selimut kerucut terpancung	12
Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian.....	14
Gambar 3. 2 Burner Co-Axial	15
Gambar 3. 3 Struktur penyangga.....	15
Gambar 3. 4 Bahan bakar Gas LPG	16
Gambar 3. 5 Kompresor udara	16
Gambar 3. 6 Flowmeter.....	16
Gambar 3. 7 Rotameter	17
Gambar 3. 8 Kamera DSLR dan Tripod Stand	17
Gambar 3. 9 Manometer.....	17
Gambar 3. 10 Regulator	18
Gambar 3. 11 Katup	18
Gambar 3. 12 Matlab.....	18
Gambar 3. 13 PLX-DAQ	19
Gambar 3. 14 Microsoft Excel	19
Gambar 3. 15 Sensor termokopel.....	19
Gambar 3. 16 Mikrokontroler	20
Gambar 3. 17 Laptop.....	20
Gambar 4. 1 Foto api Inverse Diffusion Flame dengan tekanan bahan bakar 0,75 bar, chamfer 0°, tekanan udara 5,5bar.....	24
Gambar 4. 2 Foto api Inverse Diffusion Flame dengan tekanan bahan bakar 0,75 bar, chamfer 40°, tekanan udara 5,5 bar.....	24
Gambar 4. 3 Foto api Inverse Diffusion Flame dengan tekanan bahan bakar 0,75 bar, chamfer 40°, tekanan udara 5,5 bar.....	24
Gambar 4. 4 Distribusi temperatur dan ketinggian api pada Qa 18 lpm	25
Gambar 4. 5 Distribusi temperatur dan ketinggian api pada Qa 23 lpm	26
Gambar 4. 6 Distribusi temperatur dan ketinggian api pada Qa 28 lpm	26
Gambar 4. 7 Grafik temperatur centerline pada chamfer 0°	28
Gambar 4. 8 Grafik temperatur cernterline pada chamfer 40°	30
Gambar 4. 9 Temperatur centerline pada chamfer 60°	32
Gambar 4. 10 Laju perpindahan panas radiasi	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Seting percobaan	21
Tabel 4. 1 Variasi penelitian.....	23
Tabel 4. 2 Data hasil pengukuran ketinggian api	27
Tabel 4. 3 Data temperatur centerline pada chamfer 0°	28
Tabel 4. 4 Data temperatur centerline pada chamfer 40°	30
Tabel 4. 5 Data temperatur centerline pada chamfer 60.....	32
Tabel 4. 6 Laju perpindahan panas radiasi chamfer 0°	35
Tabel 4. 7 Laju perpindahan panas radiasi chamfer 40°	36
Tabel 4. 8 Laju perpindahan panas radiasi chamfer 60°	38
Tabel 4. 9 Rekapitulasi keseluruhan hasil perhitungan AFR & Φ	39

ABSTRAK

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUDUT CHAMFER LUAR JET UDARA DAN KAPASITAS ALIRAN UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK API PADA *INVERSE DIFFUSION FLAME* MODEL BURNER CO-AXIAL

Studi eksperimental ini menjelaskan mengenai proses pembakaran atau combustion dimana menggunakan fitur injeksi langsung bahan bakar dan oksidator pada suatu burner secara simultan. Pada dasarnya nyala api dapat diklasifikasikan dua macam yaitu nyala api premix dan nyala api difusi. Untuk dapat meningkatkan temperatur nyala api, dan memaksimalkan efisiensi bahan bakar pada Inverse Diffusion flame maka penelitian eksperimentasi ini menggunakan burner model co-axial yang dimodifikasi sedemikian rupa dengan tujuan, mampu menentukan karakteristik api inverse diffusion flame yang dipengaruhi oleh chamferluar jet udara dan perubahan kapasitas aliran udara (Q_a). Hasilnya jika derajat sudut chamfer nya semakin besar dan kapasitas udara semakin besar maka api yang keluar dari jet burner memiliki laju perpindahan panas yang semakin tinggi. Harapannya penelitian tentang Inverse Diffusion Flame ini dapat memberikan dampak positif dalam bidang industri dengan luaran tingkat efisiensi yang baik dalam pemakaian bahan bakar yang optimal dengan kualitas api sesuai yang diharapkan.

Kata kunci : *Inverse diffusion flame, chamfer luar jet udara, kapasitas udara (Q_a). co-axial.*

ABSTRACT

AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF AN AIR JET'S OUTER CHAMFER ANGLE AND AIR FLOW CAPACITY ON FIRE CHARACTERISTICS IN AN INVERSE DIFFUSION FLAME CO-AXIAL BURNER MODEL

This experimental study describes the combustion process or combustion which uses the direct injection feature of the fuel and oxidizer on a burner simultaneously. Basically a flame can be classified into two kinds, namely the premix flame and the diffusion flame. To be able to increase the flame temperature, and maximize fuel efficiency in the Inverse Diffusion flame, this experimental research uses a co-axial burner model that is modified in such a way as to be able to determine the characteristics of the inverse diffusion flame that is influenced by the air jet chamfer and changes in flow capacity air (Q_a). The result is that if the degree of the chamfer's angle is greater and the air capacity is greater then the flame coming out of the jet burner has a higher heat transfer rate. It is hoped that this research on Inverse Diffusion Flame can have a positive impact in the industrial field with a good level of efficiency in the use of optimal fuel with the expected fire quality.

Keywords: Inverse diffusion flame, outer jet air chamfer, air capacity (Q_a), co-axial.