

TUGAS AKHIR

**KAJI EKSPERIMEN PENGARUH RASIO PANJANG PIPA
UDARA-BAHAN BAKAR TERHADAP KARAKTERISTIK API
PADA *INVERSE DIFFUSION FLAME* BERBAHAN BAKAL LPG**



Disusun Oleh :

INDRAALIF MAULANA

NBI : 1421504752

ILHAM FADILLAH AKBAR

NBI : 1421504761

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

2020

TUGAS AKHIR

**KAJI EKSPERIMEN PENGARUH RASIO PANJANG PIPA
UDARA-BAHAN BAKAR TERHADAP KARAKTERISTIK API
PADA *INVERSE DIFFUSION FLAME* BERBAHAN BAKAL LPG**



Disusun Oleh :

INDRA ALIF MAULANA

NBI : 1421504752

ILHAM FADILLAH AKBAR

NBI : 1421504761

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

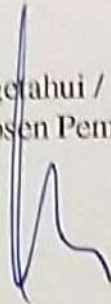
2020

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : 1. INDRA ALIF MAULANA
2. ILHAM FADILLAH AKBAR
NBI : 1. 1421504752
2. 1421504761
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : KAJI EKSPERIMEN PENGARUH RASIO
PANJANG PIPA UDARA - BAHAN BAKAR
TERHADAP KARAKTERISTIK API PADA
INVERSE DIFFUSION FLAME BERBAHAN
BAKAR LPG.

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



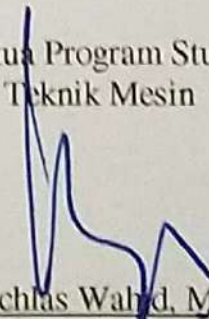
Pramoda Agung Sumadhijono, ST.,MT.
NPP. 20420960458

Dekan
Fakultas Teknik



Devi Satriyo, M.Kes.
NPP. 20420900197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



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

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
**KAJI EKSPERIMEN PENGARUH RASIO PANJANG PIPA UDARA -
BAHAN BAKAR TERHADAP KARAKTERISTIK API PADA *INVERSE
DIFFUSION FLAME* BERBAHAN BAKAR LPG.** 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, 08 Januari 2020



Indra Alif Maulana

1421504752



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : INDRA ALIF MAULANA
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 Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right), atas karya saya yang berjudul:

**KAJI EKSPERIMEN PENGARUH RASIO PANJANG PIPA UDARA -
BAHAN BAKAR TERHADAP KARAKTERISTIK API PADA INVERSE
DIFFUSION FLAME BERBAHAN BAKAR LPG.**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (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 : 08 - JANUARI - 2020

Yang Menyatakan



(INDRA ALIF MAULANA)

LEMBAR PERSEMBAHAN
DAN KATA-KATA MUTIARA

Sebuah karya kecil yang bernama "Tugas Akhir" ini kami persembahkan kepada kedua orang tua kami tercinta, "Pangeran katon" yang cintanya tiada tara.

~ | ~

*"Gak Oleh Putus Asa Rek, Ancene Ngono Urip Iku,
Masio Lunyu Kudu Tetep Menek"*

*"Jangan Mudah Putus Asa, Memang Seperti Itulah Hidup,
Walaupun Selalu Licin Harus Tetap Terus Memanjat"*

~ Mbah Nun ~

"Sopo Temen Bakal Tinemu,

Sopo Wani Rekoso Bakal Gayuh Mulyo"

*"Siapa yang bersungguh-sungguh akan menemukan,
Siapa berani kerja keras akan mencapai kesuksesan"*

~Pitutur Luhur~

ABSTRAK

KAJI EKSPERIMEN PENGARUH RASIO PANJANG PIPA UDARA - BAHAN BAKAR TERHADAP KARAKTERISTIK API PADA *INVERSE DIFFUSION FLAME* BERBAHAN BAKAR LPG.

Proses pembakaran atau combustion merupakan proses yang terjadi karena adanya oksidator udara dan bahan bakar yang bercampur dan menimbulkan nyala api melalui alat yang bernama burner. Nyala api diklasifikasikan macamnya menjadi nyala api premix, nyala api difusi. Guna untuk menambah wawasan, meningkatkan temperatur nyala api, dan memaksimalkan efisiensi bahan bakar gas LPG yang digunakan maka akan dilaksanakan penelitian eksperimentasi menggunakan burner kustomisasi buatan sendiri dengan tujuan agar bisa menentukan karakteristik api inverse diffusion flame yang dipengaruhi oleh rasio panjang pipa udara - bahan bakar, perubahan kapasitas aliran udara dan perubahan kapasitas aliran bahan bakar. Hasilnya jika semakin besar rasio panjang pipa maka fenomena neck api pada pangkal bibir burner akan terhilangkan. Nantinya apabila penelitian tentang nyala api ini bisa dilanjutkan maka akan memberikan dampak positif yang cukup besar dalam bidang industrialisasi dan ekonomi dengan luaran efisiensi yang tinggi dari pemakaian bahan bakar yang minim serta kualitas yang sempurna dari api yang dihasilkan oleh proses pembakarannya.

Kata Kunci : *inverse diffusion flames, karakteristik api, burner co aksial*

ABSTRACT

EXPERIMENTAL STUDY OF INFLUENCE AT PIPE HEIGHT RATIO AIR - FUEL TO FLAME CHARACTERISTICS ON LPG INVERSE DIFFUSION FLAME.

The combustion is a process that occurs because of the presence of air and fuel oxidizers which mix and cause a flame through a device called a burner. Flames are classified into premix flames, diffusion flames. In order to gain insight, increase the flame temperature, and maximize the efficiency of LPG gas fuel used, experimental research will be carried out using homemade customization burners in order to determine the inverse diffusion flame flame characteristics that are affected by the ratio of air-fuel pipe length, changes in airflow capacity and changes in fuel flow capacity. The result is if the greater the ratio of the length of the pipe, the phenomenon of the neck of fire at the base of the lip of the burner will be eliminated. Later, if research on this flame can be continued, it will have a significant positive effect on the industrialization and economic sectors with high output efficiency from minimal fuel consumption and perfect quality of the flames produced by the combustion process.

Keywords : inverse diffusion flames, flames characteristics, burner co axial

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karna atas berkat, rahmat serta karunianya penulis dapat menyelesaikan penyusunan penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul :

“Kaji eksperimen pengaruh rasio panjang pipa udara – bahan bakar terhadap karakteristik api pada *inverse diffusion flame* berbahan bakar LPG”.
(*experimental study of influence at pipe height ratio air – fuel to flame characteristics on LPG inverse diffusion flame*).

Penulisan laporan tugas akhir ini kami lakukan dalam rangka untuk menyelesaikan studi strata satu (S-1) dan memperoleh gelar sarjana teknik (ST) pada fakultas teknik program studi teknik mesin universitas 17 agustus 1945 surabaya.

Penulis sadar bahwa selesainya penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, motivasi dan juga doá dari berbagai pihak yang terkait baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Oleh karenanya izinkan penulis untuk mengucapkan banyak terima kasih serta memberikan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan restu, support, dan doá nya yang tiada henti kepada kami.
2. Bapak Ir. Ichlas Wachid, MT selaku kepala program studi teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta para jajarannya yang telah memberikan ilmu dan kemudahan selama kami menjalankan program pendidikan di lingkungan Universtas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Pramoda Agung Sumadhijono, ST.,MT selaku dosen pembimbing kami yang telah merelakan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu, bantuan serta arahan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Seluruh rekan – rekan teknik mesin untag 2015 yang telah membantu dan memberikan saran juga masukan dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Seluruh rekan – rekan yang tergabung didalam “*Flame Project Teams*” yang senantiasa selalu mendorong dan membantu mempercepat penyelesaian laporan tugas akhir ini.
6. Keluarga besar “UKM Merpati Putih” yang selalu memotivasi selama penulis melaksanakan studi.

7. Serta semua pihak yang sudah terlibat dalam proses penyusunan proposal tugas akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, semoga semua kebaikan yang telah diberikan akan dibalas pula dengan beribu kebaikan oleh Allah SWT.

Dari penyusunan laporan tugas akhir ini kami menyadari jika penulisan ini pasti jauh dari kata sempurna. Dan oleh sebab itu kami dengan lapang hati mengharapkan agar ada kritik dan juga saran yang membangun diberikan demi menyempurnakan penulisan ini.

Surabaya, 08 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| Halaman Judul | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| Pernyataan Keaslian Tugas Akhir | iii |
| Lembar Persembahan | iv |
| Abstrak..... | v |
| Kata Pengantar..... | vii |
| Daftar Isi..... | ix |
| Daftar Gambar | x |
| Daftar Tabel..... | xi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Definisi Dan Proses Pembakaran..... | 7 |
| 2.2 Bahan Bakar Gas..... | 7 |
| 2.3 Campuran Udara Dan Bahan Bakar..... | 9 |
| 2.4 Klasifikasi Nyala Api | 11 |
| 2.5 Proses Perpindahan Panas (Radiasi) | 12 |
| 2.6 Luasan Selimut Api..... | 17 |
| 2.7 Fenomena Dalam Proses Pembakaran | 19 |
| 2.8 Matlab | 20 |
| | |
| BAB III METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian | 23 |
| 3.2 Perencanaan Penelitian | 24 |
| | |
| BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Analisis Data..... | 39 |
| 4.2 Pembahasan | 59 |
| | |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan..... | 61 |
| 5.2 Saran..... | 62 |
| DAFTAR PUSTAKA | 63 |
| LAMPIRAN | 65 |
| BIOGRAFI PENULIS | 89 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Radiasi antara dua benda berbeda..... | 12 |
| Gambar 2.2 Spektrum gelombang elektromagnetik..... | 13 |
| Gambar 2.3 Interaksi radiasi <i>thermal</i> antara dua benda..... | 14 |
| Gambar 2.4 Kuantitas radiasi | 14 |
| Gambar 2.5 Arah radiasi netral..... | 15 |
| Gambar 2.6 Sudut solid dalam koordinat bola | 15 |
| Gambar 2.7 Emisi dari elemen | 16 |
| Gambar 2.8 Refleksi spekular dan <i>diffuse</i> | 16 |
| Gambar 2.9 Bidang luas penampang selimut api | 18 |
| Gambar 2.10 Luas selimut kerucut terpancung | 18 |
| Gambar 2.11 Tampilan awal Matlab | 21 |
| Gambar 3.1 <i>Burner</i> | 25 |
| Gambar 3.2 Struktur penyangga <i>burner</i> | 25 |
| Gambar 3.3 <i>Thermokopel</i> dan sensornya | 26 |
| Gambar 3.4 <i>Control Thermokopel</i> | 26 |
| Gambar 3.5 Bahan bakar LPG | 26 |
| Gambar 3.6 Kompresor udara | 27 |
| Gambar 3.7 <i>Flow meter</i> | 27 |
| Gambar 3.8 <i>Rotameter</i> | 28 |
| Gambar 3.9 Kamera digital | 28 |
| Gambar 3.10 <i>Manometer</i> | 28 |
| Gambar 3.11 Regulator LPG | 29 |
| Gambar 3.12 <i>Stopwatch</i> | 29 |
| Gambar 3.13 Laptop | 29 |
| Gambar 3.14 Matlab | 30 |
| Gambar 3.15 Pandangan atas sistem pengujian | 30 |
| Gambar 3.16 Sistem pengujian | 31 |
| Gambar 4.1 Gambar 4.1 Image badan api <i>burner</i> $\delta 1(1,032)$ | 40 |
| Gambar 4.2 Image badan api <i>burner</i> $\delta 2(1,066)$ | 41 |
| Gambar 4.3 Image badan api <i>burner</i> $\delta 1(1,032)$ | 42 |
| Gambar 4.4 Image badan api <i>burner</i> $\delta 2(1,066)$ | 43 |
| Gambar 4.5 Cara pengukuran ketinggian api | 44 |
| Gambar 4.6 Grafik distribusi api | 45 |
| Gambar 4.7 Grafik distribusi api dan ketinggian api | 46 |
| Gambar 4.8 Grafik distribusi api dan ketinggian api | 47 |
| Gambar 4.9 Grafik distribusi api dan ketinggian api | 48 |
| Gambar 4.10 Grafik Temperatur api $\delta 1$ 3,5 | 49 |
| Gambar 4.11 Grafik Temperatur api $\delta 2$ 3,5 | 50 |
| Gambar 4.12 Grafik Temperatur api $\delta 1$ 3,8 | 50 |
| Gambar 4.13 Grafik Temperatur api $\delta 2$ 3,8 | 51 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3.1 Variabel dan variasi pengujian..... | 33 |
| Tabel 3.2 Pengambilan <i>image</i> badan api | 33 |
| Tabel 3.3 Distribusi api | 34 |
| Tabel 3.4 <i>Temperature centre line</i> | 34 |
| Tabel 3.5 Ketinggian api | 35 |
| Tabel 3.6 Q radiasi | 35 |
| Tabel 3.7 Ditribusi temperatur | 36 |
| Tabel 3.8 <i>Temprature centre line</i> V_f 0,5 | 36 |
| Tabel 3.9 <i>Temperature centre line</i> V_f 0,75 | 36 |
| Tabel 3.10 Q radiasi di setiap <i>grade</i> V_f 0,5 | 37 |
| Tabel 3.11 Q radiasi di setiap <i>grade</i> V_f 0,75 | 37 |
| Tabel 4.1 Variabel dan Variasi pengujian | 39 |
| Tabel 4.2 Rekapitulasi tinggi setiap api | 49 |
| Tabel 4.3 Q radiasi api $\delta_1= 1,032$, $Q_{f1} = 3,5$ Lpm..... | 53 |
| Tabel 4.4 Q radiasi api $\delta_2= 1,066$, $Q_{f1} = 3,5$ Lpm..... | 54 |
| Tabel 4.5 Q radiasi api $\delta_1= 1,032$, $Q_{f1} = 3,8$ Lpm..... | 55 |
| Tabel 4.6 Q radiasi api $\delta_2= 1,066$, $Q_{f1} = 3,8$ Lpm..... | 56 |
| Tabel 4.7 Rekapitulasi keseluruhan hasil perhitungan AFR & Φ | 58 |