

**KARAKTERISTIK NYALA API LAMINER PADA *BUNSEN BURNER*
BAHAN BAKAR LPG DENGAN PENAMBAHAN GAS CO₂**

**SKRIPSI
TEKNIK MESIN**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :
OMICAL ASANTA SEMBIRING
NIM. 135060200111045

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018

LEMBAR PENGESAHAN
**KARATERISTIK NYALA API LAMINER PADA *BUNSEN BURNER* BERBAHAN
BAKAR LPG DENGAN PENAMBAHAN GAS CO₂**

SKRIPSI
TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



OMICAL ASANTA SEMBIRING
NIM. 135060200111045

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 19 Januari 2018

Dosen Pembimbing I

Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19710321 199802 1 001

Dosen Pembimbing II

Fikrul Akbar Alamsyah, ST., MT.
NIK. 201605 860703 1 001

Mengetahui
Ketua Program Studi S1



Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.
NIP. 19750802 199903 2 002

JUDUL SKRIPSI :

KARAKTERISTIK NYALA API LAMINER PADA *BUNSEN BURNER* BERBAHAN BAKAR LPG DENGAN PENAMBAHAN GAS CO₂

Nama Mahasiswa : Omical Asanta Sembiring

NIM : 135060200111045

Program Studi : Teknik Mesin

Konsentrasi : Teknik Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing I : Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D.

Dosen Pembimbing II : Fikrul Akbar Alamsyah, ST., MT.

TIM PENGUJI :

Dosen Penguji I : Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.

Dosen Penguji II : Purnami, ST., MT.

Dosen Penguji III : Moch. Syamsul Ma'arif, ST., MT

Tanggal Ujian : 5 Januari 2018

SK : 39/UN10.F07/SK/2018

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya, tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 19 Februari 2018

Mahasiswa,

Omical Asanta Sembiring

NIM. 135060200111045



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 027/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

OMICAL ASANTA S

Dengan Judul Skripsi :

KARAKTERISTIK NYALA API LAMINER PADA BUNSEN BURNER BERBAHAN BAKAR
LPG DENGAN PENAMBAHAN GAS CO2

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 27 JANUARI 2018



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D
NIP. 19670518 199412 1 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin

Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.
NIP. 19750802 199903 2 002

*Teriring Ucapan Terima Kasih Kepada :
Ayah dan Ibu terkasih*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Pembakaran	6
2.2.1 Reaksi Kimia Pembakaran.	6
2.2.2 <i>Air Fuel Ratio (AFR)</i>	8
2.3 Klasifikasi Pembakaran	9
2.3.1 Pembakaran Difusi	10
2.3.2 Pembakaran <i>Premixed</i>	10
2.4 Kecepatan Api Laminar.....	10
2.5 <i>Equivalence Ratio (Φ)</i>	13
2.6 Stabilisasi Nyala Api.....	13
2.6.1 <i>Flashback</i>	14
2.6.2 <i>Lift off</i>	14
2.6.3 <i>Blow off</i>	15
2.7 Bahan Bakar	15
2.8 Karbon Dioksida (CO ₂)	15
2.9 <i>Bunsen Burner</i>	15
2.10 Bilangan <i>Reynold</i>	16
2.11 Hipotesa.....	17

BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Metodologi Penelitian	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3 Variabel Penelitian	19
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.5 Instalasi Penelitian.....	24
3.5.1 Visualisasi Api	25
3.5.2 Rancangan Hasil Penelitian.....	25
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Visualisasi Nyala Api.....	27
4.1.1 Hasil Visualisasi Nyala Api variasi Bilangan Reynolds	28
4.1.2 Hasil Visualisasi Nyala Api dengan Penambahan Gas CO ₂	28
4.2 Contoh Perhitungan dan Pengolahan Data Visual.....	29
4.3 Pengolahan Data Karakteristik Nyala Api.....	30
4.3.1 Pengolahan Data Visual Masing – masing <i>Burner</i>	31
4.3.2 Tabel Hasil Perhitungan Nyala Api.....	32
4.4 Grafik dan Pembahasan	34
4.4.1 Grafik Hubungan Kecepatan Api laminir dengan Bilangan Reynolds	34
4.4.2 Grafik Hubungan Tinggi Api dengan Bilangan Reynold.....	34
4.4.3 Grafik Hubungan Temperatur dengan Bilangan Reynold.....	35
4.4.4 Grafik Hubungan Kecepatan Api Laminer terhadap Penambahan Gas CO ₂	36
4.4.5 Grafik Hubungan Tinggi Api terhadap Penambahan Gas CO ₂	37
4.4.6 Grafik Hubungan Temperatur terhadap Penambahan Gas CO ₂	37
BAB V PENUTUP.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Hal.
Tabel 2.1	Komposisi Udara Kering	7
Tabel 4.1	Tabel Data variasi Bilangan Reynold	31
Tabel 4.2	Tabel Data variasi penambahan Gas CO ₂	32
Tabel 4.3	Tabel Hasil Perhitungan Nyala Api variasi Bilangan Reynolds	33
Tabel 4.4	Tabel Hasil Perhitungan Nyala Api variasi penambahan Gas CO ₂	33

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Hal.
Gambar 2.1	Cara reaktan terbakar (a) Pembakaran Difusi (b) <i>Premixed</i>	9
Gambar 2.2	(a) Aliran normal pada arah depan api, (b) Aliran pada sudut α pada bagian depan api	11
Gambar 2.3	Skema <i>Bunsen Burner</i> dan nyala api.....	11
Gambar 2.4	Vektor diagram kecepatan api laminar.....	12
Gambar 2.5	Skema <i>Premixed Flame</i> ditunjukkan pada <i>Bunsen Burner</i>	15
Gambar 3.1	Skema <i>Bunsen Burner</i>	20
Gambar 3.2	<i>Kompresor Udara</i>	21
Gambar 3.3	Skema <i>Mixing Chamber</i>	21
Gambar 3.4	Tabung Gas CO ₂	22
Gambar 3.5	<i>Flowmeter</i>	23
Gambar 3.6	Skema Instalasi Penelitian.....	24
Gambar 4.1	Nyala Api <i>Bunsen Burner</i> variasi Bilangan Reynold.....	28
Gambar 4.2	Nyala Api <i>Bunsen Burner</i> variasi penambahan Gas CO ₂	28
Gambar 4.3	Perhitungan sudut api pada nyala api <i>Bunsen Burner</i>	29
Gambar 4.4	Nyala Api <i>Bunsen Burner</i> variasi Bilangan Reynold.....	31
Gambar 4.5	Nyala Api <i>Bunsen Burner</i> variasi penambahan Gas CO ₂	32
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Kecepatan Api Laminar dengan Bilangan Reynold...	34
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Tinggi api dengan Bilangan Reynold.....	35
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Temperatur dengan Bilangan Reynold.....	36
Gambar 4.9	Grafik Hubungan Kecepatan Api Laminier terhadap penambahan Gas CO ₂	36
Gambar 4.10	Grafik Hubungan Tinggi Api terhadap penambahan Gas CO ₂	37
Gambar 4.11	Grafik Hubungan Temperatur terhadap penambahan Gas CO ₂	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan *Equivalence Ratio*

Lampiran 2 Perhitungan Temperatur Api

Lampiran 3 Data Perhitungan Bilangan Reynold

Lampiran 4 Sertifikat Analisis LPG

RINGKASAN

Omical Asanta Sembiring, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2017, Karakteristik Nyala Api Laminer pada *bunsen burner* berbahan bakar LPG dengan penambahan Gas CO₂, Dosen Pembimbing: Agung Sugeng Widodo, Fikrul Akbar Alamsyah.

Dewasa ini, kebutuhan masyarakat akan bahan bakar semakin meningkat, hal ini menyebabkan keterbatasan bahan bakar akan semakin meningkat. Bahan bakar yang merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharukan menjadi persoalan karena penggunaan bahan bakar yang selalu dibutuhkan. Apabila tidak ada tindak lanjut dari pemerintah untuk mengatasi hal ini, maka bahan bakar akan semakin menipis. Berdasarkan hal tersebut, para peneliti banyak mencari solusi dari permasalahan krisis bahan bakar dengan cara mencari energi alternatif dari alam untuk dapat menanggulangi krisis bahan bakar tersebut. Salah satunya adalah dengan diciptakannya LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif dikarenakan persediaannya yang masih dapat dikatakan mencukupi, ramah lingkungan dan mudah didapat di masyarakat. Kecepatan api laminer merupakan sebuah parameter penting dalam masalah pembakaran dikarenakan berisi informasi mendasar mengenai reaktivitas, difusivitas, dan *exothermicity*.

Pada penelitian ini menggunakan *Bunsen burner* dikarenakan pembuatan alat yang juga relatif lebih mudah dengan ukuran luas penampang *burner* yang sama. Variabel bebas pada penelitian ini adalah Bilangan Reynolds antara campuran udara, liquefied gas petroleum dengan penambahan gas CO₂ sebesar : 1222; 980; 784; 588; dan 392 dengan *equivalence ratio* sama sebesar 0,98. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan api laminer (S_L) dengan bilangan Reynolds yang lebih besar, akan meningkat dan menurun, selain itu semakin tinggi bilangan Reynolds maka kecepatan api laminer (S_L) semakin menurun, tinggi api semakin meningkat, sedangkan temperatur nyala api meningkat kemudian kembali turun seiring kenaikan bilangan Reynolds. Sementara semakin tinggi *equivalence ratio* maka kecepatan api laminer (S_L) semakin menurun. Dengan penambahan gas CO₂, temperatur api akan menurun, tinggi api akan meningkat dan kecepatan api laminer (S_L) akan meningkat dan menurun.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Semakin kecil *equivalence ratio* maka kecepatan api laminer (S_L) semakin tinggi, sedangkan temperatur nyala api semakin meningkat sampai dengan keadaan stokiometri kemudian kembali menurun dan tinggi api semakin tinggi seiring kenaikan *equivalence ratio*.

Kata Kunci: Bunsen burner, Bilangan Reynolds, LPG, Karakteristik Nyala Api

SUMMARY

Omical Asanta Sembiring, Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Brawijaya University, December 2017, Characteristics of laminar flame on LPG bunsen burner with CO₂ addition. Adviser Lecturer: Agung Sugeng Widodo, Fikrul Akbar Alamsyah.

Today, the people's need for fuel is increasing, this causes the fuel limitations will increase. Fuel that is a source of energy that can not be renewable becomes a problem because of the use of fuel that is always needed. If there is no follow-up from the government to overcome this, then the fuel will be thinning. Based on this, the researchers are looking for solutions to the fuel crisis problem by finding alternative energy from nature to be able to cope with the fuel crisis. One of them is the creation of LPG (liquefied petroleum gas) which can be used as alternative fuel because its supply can still be said to be sufficient, environmentally friendly and easily obtainable in society Laminar fire speed is an important parameter in burning problem because it contains basic information about reactivity, diffusivity, and exothermicity. In this study using Bunsen burner due to the making of the tool is also relatively easier with the same size area of the burner. The independent variables in this study are Reynolds Numbers between the air mixture, liquefied petroleum gas with the addition of CO₂ gas of: 1222; 980; 784; 588; and 392 with equal equivalence ratio of 0.98.

The results showed that the laminar fire speed (SL) with greater Reynolds number, will increase and decrease, besides the higher Reynolds number then the laminar fire speed (SL) decreases, the fire height increases, while the flame temperature increases then returns down as the Reynolds number increases. While the higher the equivalence ratio of feeding laminar fire speed (SL) decreases. With the addition of CO₂ gas, the fire temperature will decrease, the fire height will increase and the laminar fire rate (SL) will increase and decrease.

Keywords: *Bunsen burner, Reynolds Number, LPG, Flame Characteristic*