

**PENGARUH KADAR UAP AIR TERHADAP KECEPATAN API
LAMINER GAS LPG**

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



DERSON SIMBOLON

NIM. 135060201111069

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Pengaruh Kadar Uap Air Terhadap Kecepatan Api Laminer Gas LPG**” dengan baik. puji serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Tuhan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak dalam proses penyelesaian skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini:

1. Kedua orang tuaku tercinta, L.D Simbolon dan P.M Silalahi yang tiada henti mendoakan, mendidik penulis, dan menjadi motivasi bagi penulis.
2. Adik tercinta, Kreslita Simbolon yang senantiasa selalu mendoakan dan memotivasi penulis.
3. Bapak Agung Sugeng Widodo, ST.,MT., Ph.D., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan arahan demi kesempurnaan penulisan skripsi.
4. Ibu Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT., selaku dosen pembimbing II sekaligus Ketua Kelompok Dasar Keahlian Konsentrasi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang yang sudah meluangkan waktu untuk membimbing penelitian dari awal hingga akhir.
5. Bapak Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang
6. Bapak Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng. Ph.D., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang
7. Ibu Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT., selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
8. Bapak Soeharto, ST., MT., selaku dosen wali yang tiada henti memberikan bimbingan selama penulis menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
9. Seluruh Dosen Pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan yang sangat mendukung selama penyusunan skripsi.
10. Seluruh Staff Administrasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

11. Dedy Siagian, Christofel Silaban, Andri Perdana selaku teman-teman seperjuangan yang membantu dalam menyelesaikan pengerjaan skripsi ini.
12. Seluruh teman-teman “NHKBP Malang” yang telah memberikan banyak masukan serta memberi hiburan pada penulis.
13. Seluruh Keluarga besar Gamping *House* terima kasih atas dukungan, bantuan serta kebersamaannya selama masa kuliah.
14. Seluruh teman-teman “BASIS LAPO” terimakasih atas dukungan, bantuan serta kebersamaannya selama masa kuliah.
15. Seluruh Keluarga Besar “M13” terima kasih atas doa, dukungan, bantuan dan kebersamaannya selama masa kuliah.
16. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin (KBMM) Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan bantuan kepada penulis.
17. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dapat digunakan sebagai perbaikan karena penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna bagi kita semua sehingga dapat menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut demi kemajuan kita bersama.

Malang, Januari 2018

Penulis

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, 29 November 2017

Mahasiswa,

Derson Simbolon

NIM. 135060201111069

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Hal.
Tabel 2.1	Komposisi Udara Kering	7
Tabel 3.1	Data Hasil Perhitungan Nyala Api	29
Tabel 3.2	Data Hasil Perhitungan Nyala Api	29
Tabel 3.3	Perhitungan Bilangan <i>Reynolds</i>	29
Tabel 4.1	Tabel Data Nyala Api dengan Variasi <i>Equivalence Ratio</i>	35
Tabel 4.2	Tabel Data Nyala Api dengan Variasi Kadar Uap Air	36
Tabel 4.3	Tabel Hasil Perhitungan Nyala Api dengan Variasi <i>Ekuivalen Ratio</i>	37
Tabel 4.4	Tabel Hasil Perhitungan Nyala Api dengan Variasi Kadar Uap Air	37
Tabel 4.5	Tabel Perhitungan Bilangan <i>Reynolds</i> dengan Variasi <i>Equivalence</i>	38

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	hal
Gambar 2.1	(a) Aliran normal pada arah depan api, (b) Aliran pada sudut α pada bagian depan api	11
Gambar 2.2	Skema <i>Bunsen Burner</i> dan nyala api	11
Gambar 2.3	Vektor diagram kecepatan api laminar	12
Gambar 2.4	Hubungan kecepatan api laminar dan tebar api terhadap rasio ekuivalen untuk CH ₄ dengan tekanan udara 1 atm dan suhu 300 K	16
Gambar 2.5	Kecepatan api pada berbagai jenis bahan bakar	
Gambar 2.6	<i>Bunsen Burner</i>	
Gambar 3.1	Skema <i>Bunsen Burner</i>	19
Gambar 3.2	Kompresor udara.....	19
Gambar 3.3	<i>Thermocouple Eletronic type K</i>	20
Gambar 3.4	<i>Mixing Chamber</i>	21
Gambar 3.5	Kamera DSLR.....	22
Gambar 3.6	<i>Tripodr</i>	22
Gambar 3.7	Laptop	23
Gambar 3.8	<i>Flowmeter</i>	23
Gambar 3.9	Tabung gas yang digunakan LPG 3kg.....	24
Gamabr 3.10	Skema instalasi Penelitian	25
Gambar 4.1	Nyala api variasi <i>equivalence ratio</i>	31
Gambar 4.2	Nyala api dengan variasi kadar uap air.....	31
Gambar 4.3	Perhitungan sudut api pada nyala api <i>Bunsen Burner</i>	32
Gambar 4.4	Nyala api <i>bunsen burner</i> dari <i>ekuivalen rasio</i>	34
Gambar 4.5	Nyala api dengan variasi kadar uap air	35
Gambar 4.6	Grafik hubungan <i>equivalence ratio</i> terhadap temperatur	39
Gambar 4.7	Grafik hubungan tinggi api terhadap <i>equivalence ratio</i>	40
Gambar 4.8	Grafik hubungan kecepatan api laminar dengan <i>equivalence ratio</i>	41
Gambar 4.9	Grafik hubungan kecepatan api laminar dengan <i>equivalence ratio</i>	42
Gambar 4.10	Grafik hubungan tinggi api dengan kadar uap air	43
Gambar 4.11	Grafik hubungan kecepatan api laminar dengan kadar uap air.....	44

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni, Rizki Prawira. 2014. Pengaruh Kecepatan Reaktan terhadap *Air Fuel Ratio* Dan Karakteristik Api Pada Pembakaran *Premixed* Minyak Kelapa Pada *Burner*. Malang: Universitas Brawijaya
- Buffam, J. & Cox K.. 2008. *Measurement of Laminar Burning Velocity of Methane-Air Mixtures Using a Slot and Bunsen Burner*. Unpublished Thesis. Massachusetts: Worcester Polytechnic Institute
- Haber, L.C. 2000. *An investigation into the origin, measurement and application of chemiluminescent light emission from premix flame*. Unpublished Thesis. Virginia: Polytechnic Institute and State University
- Janwar Chris (2016) penelitian yang dilakukan adalah pengujian karakteristik nyala api pada *Bunsen burner* dan *slot burner* dengan bahan bakar LPG. Malang: Universitas Brawijaya.
- Pranoto, Bayu. 2012. Pengaruh Variasi *Air Fuel Ratio* (AFR) terhadap Karakteristik Api Pembakaran *Premixed* Minyak Kapuk pada *Burner*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Keneth, K. 2005. *Fundamentals of Turbulent and Multiphase Combustion*. Canada: John Willey and Sons
- Turn, S.R 2010. *An Introduction to Combustion, Concept and Application*. Pennsylvania: McGrawHill.
- Wardana, I.N.G. 2008. Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran. PT. Dinar Wijaya. Brawijaya University Press: Malang.
- Wirawan. I.K.G. et.al, 2014. *Premixed Combustion of Kapok (Ceiba pentandra) Seed Oil on Perforated Burner*.int. Journal of renewable Energy Development 3 (2): 91-97
- Zulkarnaen, A. 2014. Pengaruh *Perforated Burner* terhadap Karakteristik Api Pada Pembakaran *Premixed*. Malang: Universitas Brawijaya

RINGKASAN

Derson Simbolon, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2018, Pengaruh Kadar Uap Air Terhadap Kecepatan Api Laminer gas LPG, Dosen Pembimbing: Agung Sugeng Widodo, Francisca Gayuh Utami Dewi.

Pada penelitian ini menggunakan Bunsen burner dikarenakan pembuatan alat yang juga relatif lebih mudah dengan ukuran luas penampang burner yang sama. Kecepatan api laminer dipengaruhi oleh uap air. Uap air adalah gas yang berasal dari proses pemanasan air (H_2O). Disamping itu semakin besar kadar uap air dalam sebuah daerah maka panas yang dihasilkan pembakaran akan semakin tinggi. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh kadar uap terhadap kecepatan api laminer gas LPG. Variabel bebas pada penelitian ini adalah Nilai Equivalence Ratio antara campuran udara dan gas liquefied gas petroleum sebesar: 0,91; 0,97; 1,03; 1,08; 1,23 dan 1,41. Uap air sebesar : 10%; 15%; 17,5%; 20%; 22,5%; 25% dan 30% Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan api laminer (S_L) bunsen burner, selain itu semakin tinggi equivalence ratio maka kecepatan api laminer (S_L) semakin menurun, tinggi api semakin menurun, sedangkan temperatur nyala api meningkat sampai equivalence ratio mendekati 1 kemudian kembali turun seiring kenaikan equivalence ratio. Sementara semakin tinggi *equivalence ratio* maka kecepatan api laminer (S_L) semakin menurun. Semakin besar kadar uap air maka temperatur akan semakin meningkat. semakin besar kadar uap air maka tinggi api akan semakin menurun. Hal tersebut dipengaruhi oleh kadar uap air dimana kadar uap air yang meningkat dapat menghambat kecepatan pembakaran karena uap air memiliki viskositas (kekentalan) molekul yang relatif tinggi yang menyebabkan tinggi api menurun. Semakin besar kadar uap air maka kecepatan api laminar (S_L) juga relatif menurun. Hal ini disebabkan oleh kadar uap air yang meningkat akan semakin menghambat laju pembakaran yang berarti menurunkan kecepatan reaktan

Kata Kunci: *Bunsen burner*, Kadar uap air, Karakteristik Nyala Api, LPG

SUMMARY

Derson Simbolon, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Universitas Brawijaya, January 2018, The Influence of Moisture on The Velocity of Laminer Fire LPG Gas, Adviser Lecturer: Agung Sugeng Widodo, Francisca Gayuh Utami Dewi.

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 fire rate of laminer is influenced by water vapor. Water vapor is a gas that comes from the heating process of water (H₂O). The greater the moisture content in an area the heat generated by combustion will be higher. Therefore it is necessary to conduct a research to determine the effect of steam to LPG laminer flame velocity. The independent variable in this research is Equivalence Ratio value between air mix and liquefied gas petroleum gas equal to: 0.91; 0.97; 1.03; 1.08; 1.23 and 1.41. Water vapor of: 10%; 15%; 17.5%; 20%; 22.5%; 25% and 30% The results showed that the fire rate of laminer (SL) bunsen burner, besides the higher equivalence ratio then the laminer fire speed (SL) decreased, the fire height decreased, while the flame temperature increased until the equivalence ratio close to 1 then back down as the increase of equivalence ratio. While the higher the equivalence ratio of feeding laminer fire speed (SL) decreases. The higher the water vapor level the Temperature will increase. The higher the moisture content of the High Fire will decrease further. This is influenced by the moisture content in which the increased moisture content can inhibit the velocity of combustion because water vapor has a relatively high molecular viscosity (viscosity) that causes the fire height to decrease. The greater the water vapor level then the laminar fire speed (SL) is also relatively decreased. This is caused by increased moisture content will further inhibit the rate of combustion which means lower the rate of reactants.

Keywords: Bunsen burner, Water vapor content, Flame Characteristic, LPG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Persentase Gas LPG

Lampiran 2 Data Perhitungan Bilangan Reynold

*Terima Kasih Kepada :
Ayah dan Ibu terkasih*

*Thanks to :
Dear Father and Mother*

DAFTAR ISI

	Hal.
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Bahan Bakar	5
2.2.1 LPG	5
2.2.2 Uap Air (H ₂ O)	6
2.3 Pembakaran	6
2.3.1 Reaksi Kimia Pembakaran	7
2.3.2 <i>Air Fuel Ratio</i> (AFR)	9
2.4 Klasifikasi Pembakaran	10
2.4.1 Pembakaran Difusi	10
2.4.2 Pembakaran <i>Premixed</i>	10
2.5 Kecepatan Api Laminar	11
2.6 Klasifikasi Nyala Api	13
2.7 <i>Equivalence Ratio</i> (Φ)	13
2.8 Faktor yang Mempengaruhi Tebal dan Kecepatan Api	13
2.8.1 Rasio Ekuivalen	13
2.8.2 Jenis Bahan Bakar	14
2.9 Stabilitas Nyala Api	14

2.9.1 <i>Flashback</i>	14
2.9.2 <i>Lift-off</i>	14
2.9.3 <i>Blow off</i>	15
2.10 <i>Bunsen Burner</i>	15
2.11 Bilangan <i>Reynold</i>	16
2.12 Hipotesa	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Metodologi Penelitian	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3 Variabel Penelitian	18
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.5 Instalasi Penelitian	25
3.5.1 Visualisasi Api.....	26
3.5.2 Rancangan Hasil Penelitian.....	26
3.6 Diagram Alir Penelitian	28
3.7 Tabel Pengolahan Data	29
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Visualisasi Nyala Api	30
4.1.1 Hasil Visualisasi Nyala Api dengan Variasi <i>Equivalence Ratio</i> pada <i>Bunsen Burner</i>	31
4.1.2 Hasil Visualisasi Nyala Api dengan Variasi Kadar Uap Air pada <i>Bunsen</i> <i>Burner</i>	31
4.2 Contoh Perhitungan dan Pengolahan Data Visual	32
4.2.1 Contoh Pengolahan Data Visual Sudut Api	32
4.2.2 Contoh Perhitungan Kecepatan Reaktan (v).....	32
4.2.3 Contoh Perhitungan Kecepatan Api laminar (S_L)	33
4.3 Pengolahan Data Karakteristik Nyala Api.....	34
4.3.1 Pengolahan Data Visual Nyala Api.....	34
4.3.2 Pengolahan Data Visual Nyala Api dengan Variasi <i>Equivalen Rasio</i> pada <i>Bunsen Burner</i>	34
4.3.3 Pengolahan Data Visual Variasi Kadar Uap Air.....	35
4.3.4 Tabel Hasil Perhitungan Nyala Api	36
4.4 Perhitungan <i>Reynold</i>	37
4.5 Grafik dan Pembahasan.....	39

4.5.1 Grafik dan Pembahasan Variasi <i>Equivalence Ratio</i>	39
4.5.1.1 Grafik Hubungan <i>Equivalence Ratio</i> Terhadap Temperatur Api <i>Premixed</i>	39
4.5.1.2 Grafik Hubungan Tinggi Api terhadap <i>Equivalence Ratio</i>	40
4.5.1.3 Grafik Hubungan Kecepatan Api Laminer (S_L) terhadap <i>Equivalence</i>	41
4.5.2 Grafik dan Pembahasan Variasi Kadar Uap Air.....	42
4.5.2.1 Grafik Hubungan Kadar Uap Air dengan Temperatur Api <i>Premixed</i>	42
4.5.2.2 Grafik Hubungan Tinggi Api dengan Kadar Uap Air	43
4.5.2.3 Grafik Hubungan Kecepatan (S_L) Api Laminer dengan Kadar Uap Air	44
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KADAR UAP AIR TERHADAP KECEPATAN API LAMINER
GAS LPG**

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

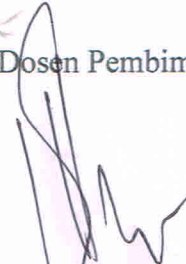



DERSON SIMBOLON
NIM. 135060201111069

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

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D.
NIP. 1970321 199802 1 001


Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT.
NIP. 201103 820919 2 001



Mengetahui
Ketua Program Studi S1

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

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 Januari 2018

Mahasiswa,



Derson Simbolon

NIM. 135060201111069

JUDUL SKRIPSI:

Pengaruh Kadar Uap Air terhadap Kecepatan Api Laminer

Nama Mahasiswa : Derson Simbolon
NIM : 135060201111069
Program Studi : Teknik Mesin
Konsentrasi : Teknik Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING

Dosen Pembimbing I : Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT.

TIM PENGUJI

Dosen Penguji I : Putu Hadi Setyorini, ST., MT.
Dosen Penguji II : Redy Bintarto, St., M.Eng.Pract.
Dosen Penguji III : Winarto., MT., Ph.D.

Tanggal Ujian : 19 Januari 2018
SK : 46/UN10.F07/SK/2018

TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 030/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

DERSON SIMBOLON

Dengan Judul Skripsi :

PENGARUH KADAR UAP AIR TERHADAP KECEPATAN API LAMINER GAS LPG

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 01 FEBRUARI 2018



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. 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