

**PENGARUH KADAR UAP AIR TERHADAP KECEPATAN API
LAMINER DENGAN BAHAN BAKAR GAS METANA**

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



DEDY PRIBADI SIAGIAN

NIM. 135060201111058

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KADAR UAP AIR TERHADAP KECEPATAN API LAMINER
DENGAN BAHAN BAKAR GAS METANA**

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



DEDY PRIBADI SIAGIAN
NIM. 135060201111058

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. 19710321 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

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KADAR UAP AIR TERHADAP KECEPATAN API LAMINER DENGAN BAHAN BAKAR GAS METANA

JURNAL

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

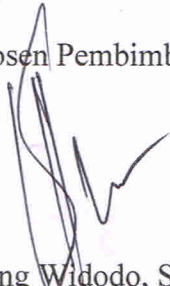


DEDY PRIBADI SIAGIAN
NIM. 135060201111058

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. 19710321 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

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KADAR UAP AIR TERHADAP KECEPATAN API LAMINER DENGAN BAHAN BAKAR GAS METANA

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

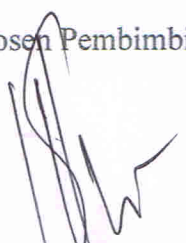


DEDY PRIBADI SIAGIAN
NIM. 135060201111058

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. 19710321 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,



Dedy Pribadi Siagian

NIM. 135060201111058

JUDUL SKRIPSI:

Pengaruh Kadar Uap Air terhadap Kecepatan Api Laminer dengan Bahan Bakar Gas Metana

Nama Mahasiswa : Dedy Pribadi Siagian
NIM : 135060201111058
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 : Redi Bintarto, ST., M.Eng.Pract.
Dosen Penguji III : Winarto, ST., MT., Ph.D.

Tanggal Ujian : 9 Januari 2018
SK : 46/UN10.FO7/SK/2018

RINGKASAN

Dedy Priyadi Siagian, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2018, Pengaruh Kadar Uap Air Terhadap Kecepatan Api Laminer dengan Bahan Bakar Gas Metana, Dosen Pembimbing: Agung Sugeng Widodo, Francisca Gayuh Utami Dewi.

Sekarang ini kebutuhan akan bahan bakar semakin meningkat, oleh karena itu bahan bakar semakin sulit dicari atau langka. Keterbatasan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharukan menjadi persoalan karena bahan bakar ini tidak lepas dari kehidupan kita, jika pemerintah mengeksplorasi secara berkelanjutan akan menimbulkan masalah yang lebih besar yaitu krisis bahan bakar. Karena itu banyak penelitian ilmiah yang mencari solusi atas permasalahan krisis bahan bakar dengan mencari bahan bakar alternatif sebagai energi terbarukan yang ketersediaannya di alam masih cukup. Metana dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena persediaannya yang masih mencukupi, ramah lingkungan dan masih mudah didapat di masyarakat. Kecepatan api laminer merupakan sebuah parameter penting dalam masalah pembakaran dikarenakan berisi informasi mendasar mengenai reaktivitas, difusivitas, dan *exothermicity*.

Kecepatan api laminer dipengaruhi juga oleh uap air. Uap air adalah gas yang berasal dari proses pemanasan air (H_2O). Disamping itu kadar uap air lingkungan dapat mempengaruhi pembakaran. 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 Metana. Pada penelitian ini menggunakan *bunsen burner* dikarenakan pembuatan alat yang juga relatif lebih mudah. Variabel bebas pada penelitian ini adalah nilai *equivalence* reaktan sebesar: 0,762; 0,802; 0,923; 1,05; 1,128; 1,385 dan kadar uap air sebesar: 7,35%; 13,70%; 16,56%; 19,23%; 21,74%; 24,10%; 28,41%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan api laminer (S_L) menurun seiring meningkatnya kadar uap air, 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*.

Kata Kunci: *Bunsen burner*, *Equivalence Ratio*, Kadar Uap Air, Karakteristik Nyala Api, Metana

TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 031/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

DEDY PRIBADI SIAGIAN

Dengan Judul Skripsi :

**PENGARUH KADAR UAP AIR TERHADAP KECEPATAN API LAMINER DENGAN
BAHAN BAKAR GAS METANA**

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

SUMMARY

Dedy Pribadi Siagian, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, January 2018, The Influence of Moisture Content on The Velocity of Laminar Fire with Methane Gas Fuel. Adviser Lecturer: Agung Sugeng Widodo, Francisca Gayuh Utami Dewi.

Nowadays the need for fuel is increasing, because the fuel will be more difficult to find or rare. Limitations of non-renewable fuels are a problem as these fuels can not be separated from our lives, if the government explores sustainably it will lead to a bigger problem of fuel crisis. Therefore, many scientific research are looking for solutions to the fuel crisis problem by finding alternative fuels as renewable energy whose availability in nature is still sufficient. Methane can be used as an alternative fuel because its supply is still sufficient, environmentally friendly and still easily obtainable in the community The fire rate of laminar is an important parameter in the burning problem because it contains basic information about reactivity, diffusivity, and exothermicity.

The fire rate of laminar is also affected by water vapor. Water vapor is a gas that comes from the heating process of water (H_2O). In addition, the moisture content of the environment can affect combustion. 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 the velocity of methane laminar fire. In this study using Bunsen burner due to the making of the tool is also relatively easier. The independent variable in this research is the Equivalence Value of reactant equal to: 0,762; 0.802; 0.923; 1.05; 1,128; 1.385 and moisture content of: 7,35%; 13,70%; 16,56%; 19,23%; 21,74%; 24,10%; 28,41%.

The results showed that the velocity of laminar fire (SL) decreased with increasing moisture content, besides the higher the equivalence ratio then the laminar fire rate (SL) decreased, the fire height decreased, while the flame temperature increased until the equivalence ratio was close to 1 then back down as the equivalence ratio increases.

Keywords: *Bunsen burner*, Characteristics of Flame, Equivalence Ratio, Methane, Moisture content

DAFTAR ISI

	Hal.
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
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 Terdahulu	5
2.2 Bahan Bakar	6
2.3 Metana	6
2.4 Pembakaran	7
2.5 Reaksi Pembakaran	7
2.6 Klasifikasi Nyala Api	8
2.6.1 AFR (<i>Air Fuel Ratio</i>)	8
2.6.2 FAR (<i>Fuel Air Ratio</i>)	9
2.6.3 Rasio Ekuivalen (Φ)	10
2.7 Api <i>Premixed</i> Laminer	10
2.8 Kecepatan Api Laminer	11
2.9 Tebal dan Kecepatan Api	13
2.9.1 Faktor yang Mempengaruhi Tebal dan Kecepatan Api	14
2.9.1.1 Rasio Ekuivalen	14
2.9.1.2 Jenis Bahan Bakar	14
2.10 <i>Flashback</i> dan <i>Liftoff</i> pada Api <i>Premixed</i>	15
2.11 Stabilitas Api <i>Premixed</i>	16

2.12 <i>Bunsen Burner</i>	17
2.13 Nilai Bilangan <i>Reynold</i>	17
2.14 Kelembaban Udara.....	18
2.15 Hipotesis	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Metodologi Penelitian	21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.3 Variabel Penelitian	21
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.5 Instalasi Penelitian	27
3.5.1 Prosedur Pengambilan Data	28
3.5.2 Rancangan Hasil Penelitian	28
3.5.3 Tabel Pengolahan Data	29
3.6 Diagram Alir Penelitian	30
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Data Visualisasi Nyala Api	31
4.2 Pengolahan Data Visual Nyala Api.....	33
4.3 Pengolahan Data Karakteristik Nyala Api	34
4.3.1 Pengolahan Data Visual Variasi <i>Equivalence Ratio</i>	34
4.3.2 Pengolahan Data Visual Variasi Kadar Uap Air.....	35
4.4 Karakteristik Nyala Api.....	36
4.5 Bilangan <i>Reynolds</i>	37
4.6 Pembahasan.....	38
4.6.1 Hubungan antara <i>Equivalence Ratio</i> terhadap Temperatur Api.....	38
4.6.2 Hubungan antara <i>Equivalence Ratio</i> terhadap Tinggi Api.....	39
4.6.3 Hubungan antara <i>Equivalence Ratio</i> terhadap Kecepatan Api Laminer .	40
4.6.4 Hubungan antara Kadar Uap Air terhadap Temperatur Api.....	41
4.6.5 Hubungan antara Kadar Uap Air terhadap Tinggi Api.....	42
4.6.6 Hubungan antara Kadar Uap Air terhadap Kecepatan Api Laminer.....	43
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Hal.
Tabel 2.1	Massa Molar Unsur.....	9
Tabel 4.1	Data Variasi <i>Equivalence Ratio</i>	35
Tabel 4.2	Data Variasi Kadar Uap Air	36
Tabel 4.3	Data Karakteristik Nyala Api Variasi <i>Equivalence Ratio</i>	36
Tabel 4.4	Data Karakteristik Nyala Api Variasi Kadar Uap Air.....	37
Tabel 4.5	Bilangan <i>Reynolds</i> Variasi <i>Equivalence Ratio</i>	37
Tabel 4.6	Bilangan <i>Reynolds</i> Variasi Kadar Uap Air.....	38

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 dengan Bahan Bakar Gas Metana”** 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, Ayah Hulman Siagian dan Ibu Resterida Marpaung yang tiada henti mendoakan, mendidik penulis, dan menjadi motivasi bagi penulis.
2. Abang tercinta, David Siagian, Andrian Siagian dan Ronny Siagian dan Kakak tercinta Vanny Siagian 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. Ibu Francisca Gayuh Utami Dewi, 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. Derson Simbolon selaku teman seperjuangan penulis yang membantu dalam menyelesaikan pengerjaan skripsi ini.
12. Seluruh teman-teman “Pejuang KKN-P” yang telah memberikan banyak masukan serta memberi hiburan pada penulis.
13. Teman-teman saya Paulus Aruan, Poltak Hutajulu, Lidya Sinaga, Rima Manurung dan Onivya Sihotang terima kasih atas dukungan, doa dan bantuan serta kebersamaannya selama masa kuliah.
14. Seluruh teman-teman Tim Kecil 2013 terima kasih bantuan, doa, dan kebersamaannya selama masa kuliah.
15. Seluruh rekan PMK yehezkiel 2013 terimakasih atas dukungan, bantuan serta kebersamaannya selama masa kuliah.
16. Seluruh teman-teman “ARMADA” terimakasih atas dukungan, bantuan serta kebersamaannya selama masa kuliah.
17. Seluruh team “YEHEZKIEL” terima kasih atas doa, dukungan, bantuan dan kebersamaannya selama masa kuliah.
18. Seluruh team “BFC Malang” terima kasih atas doa, dukungan, bantuan dan kebersamaannya selama masa kuliah.
19. Seluruh teman-teman “BASIS LAPO” terima kasih atas doa, dukungan, bantuan dan kebersamaannya selama masa kuliah.
20. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin (KBMM) Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan bantuan kepada penulis.
21. 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