

**PENGARUH VARIASI KETINGGIAN *RING BUNSEN BURNER*
TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA API *PREMIX LAMINER*
GAS METANA**

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



AHMAD SYAI GHUFRON

NIM. 135060200111006

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2018

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI KETINGGIAN *RING BUNSEN BURNER* TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA API *PREMIX LAMINER* GAS METANA

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



AHMAD SYAI GHUFRON

NIM. 135060200111006

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

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



Mengetahui
Ketua Program Studi S1

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

JUDUL SKRIPSI:

Pengaruh Variasi Ketinggian *Ring Bunsen Burner* Terhadap Karakteristik Nyala Api
Premix Laminer Gas Metana

Nama Mahasiswa : Ahmad Syai Ghufron
NIM : 135060200111006
Program Studi : Teknik Mesin
Konsentrasi : 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 : 8 Januari 2018
SK Penguji : 39/UN10.F07/SK/2018

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelurusan 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,

Ahmad Syai Ghufron

NIM. 135060200111006

TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 26/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

AHMAD SYAI GHUFRON

Dengan Judul Skripsi :

**PENGARUH VARIASI KETINGGIAN RING BUNSEN BURNER TERHADAP
KARAKTERISTIK NYALA API PREMIX LAMINER GAS METANA**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 29 JANUARI 2018



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Djaret 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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Ahmad Syai Ghufron
Nama Panggilan : Ghufron
Tempat/Tanggal Lahir : Lampung Utara, 27 Juli 1994
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Kewarganegaraan : Indonesia
Alamat : Dusun Banaran Desa Watudandang RT 01 RW 15
Kecamatan Prambon Kabupaten Nganjuk 64484
No Telepon : 085736936549
Email : syaighufron@gmail.com

PENDIDIKAN FORMAL

2001 – 2007 : SDN Sugihwaras VI
2007 – 2010 : SMPN 1 Prambon
2010 – 2013 : SMKN 1 Kota Kediri
2013 – 2018 : Universitas Brawijaya

PENDIDIKAN NON FORMAL

2013 – 2018 : PP Miftahul Huda

PENGALAMAN BERORGANISASI

2007 – 2010 : Pratama PA Pasukan Khas Pramuka SMPN 1 Prambon
2010 – 2011,2 : Anggota Pencinta Alam Kec Neronggot
2014 : Panitia Bedah Kampus 2014 Keluarga Mahasiswa Nganjuk
Seluruh Indonesia

Terima Kasih Kepada Bapak dan Ibuku Tercinta

Beserta Kakak dan Adikku Tercinta

Skripsi Ini Saya Persembahkan Untuk Kemajuan Bangsa Indonesia

RINGKASAN

Ahmad Syai Ghufron, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, November 2017, *Pengaruh Variasi Ketinggian Ring Bunsen Burner terhadap Karakteristik Nyala Api Premix Laminer Gas Metana*, Dosen Pembimbing: Agung Sugeng Widodo dan Fikrul Akbar Alamsyah.

Gas metana merupakan salah satu komponen penyusun terbesar dalam gas alam yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak (BBM). Sehingga sangat penting mengetahui karakteristik pembakaran yang dihasilkan pada gas metana. Salah satunya adalah dengan mengkaji kecepatan api laminar yang dihasilkan dari proses pembakaran pada gas metana. Kecepatan api laminar adalah salah satu parameter penting dari proses pembakaran untuk pemodelan pembakaran turbulen, validasi mekanisme kinetik mesin, dan desain mesin. Dan untuk mengetahui reaksi pembakaran yang sesuai, diperlukan sebuah metode pengujian karakteristik nyala api, salah satunya adalah metode *bunsen burner*.

Pada penelitian ini *bunsen burner* dimodifikasi dengan diberi *ring* pemanas pada *barrel bunsen burner* disertai variasi ketinggian *ring* pada *barrel bunsen burner*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi ketinggian *ring* pemanas yang diberikan pada *bunsen burner* terhadap karakteristik nyala api *premixed* yang dihasilkan pada proses pembakaran dengan bahan bakar gas metana. Variasi ketinggian *ring* yang digunakan yaitu 78 mm, 83 mm, 88 mm, 93 mm, dan 98 mm terhitung dari dasar atau ujung bawah *bunsen burner*. Dan variasi *equivalence ratio* yang digunakan dalam pengujian adalah 0,78; 0,88; 1,01; 1,18; dan 1,40.

Hasil dari penelitian adalah ketinggian *ring* pada *bunsen burner* mempengaruhi karakteristik nyala api yang dihasilkan pada *bunsen burner*. Tinggi nyala api laminar semakin meningkat seiring semakin menurunnya posisi ketinggian *ring* pada *bunsen burner*, temperatur nyala api dan kecepatan api laminar semakin menurun seiring semakin menurunnya posisi ketinggian *ring* pada *bunsen burner*. Berdasarkan *equivalence ratio* semakin kecil dan semakin besar *equivalence ratio* terhitung dari *equivalence ratio* satu mengakibatkan tinggi nyala api akan semakin meningkat, kecepatan api laminar (S_L) menurun dan temperatur yang dihasilkan menurun.

Kata kunci: *Bunsen burner*, metana, karakteristik nyala api, ekuivalen rasio

SUMMARY

Ahmad Syai Ghufron, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Universitas Brawijaya, November 2017, *The Effect of Ring Bunsen Burner Height Variation on the Flame Characteristic of Premix Laminer Methane Gas*. Academic Supervisor : Agung Sugeng Widodo and Fikrul Akbar Alamsyah.

Methane gas is one of the largest constituent components in natural gas that can be used as an alternative fuel to oil fuel. Thus it is very important to know the characteristics of combustion generated in the methane gas. One of them is to examine the velocity of the laminar flame generated from the combustion process in methane gas. Laminer's flames speed is Laminar flame speed is an important parameter of the combustion process for turbulent combustion modeling, validation kinetic mechanism of the machine, and the machine design. And to determine the corresponding combustion reaction, needed a method of testing flame characteristics, one of which is a method of Bunsen burner.

In this study, the Bunsen burner is modified with a given heater ring heater on the barrel unsen burner with a height variation on the barrel ring bunsen burner, The purpose of this research is to know the influence of heating ring height variation given bunsen burner to the premixed flame characteristics generated in the combustion process with methane gas fuel. Ring height variation used is 78mm, 83 mm, 88 mm, 93 mm and 98 mm starting from the bottom or lower end of the Bunsen burner. And the variation equivalence ratio used in the test is 0.78; 0.88; 1.01; 1.18; and 1.40.

Results of the study is the height of the ring on a Bunsen burner influencing the flame characteristics of the resulting on a Bunsen burner. The height of the laminar flame increases with the decreasing position of the ring height on the burner bunsen, flame temperature and laminar's flames speed decreases as the decreasing height position on the bunsen burner ring. Based on the lower the equivalence ratio and the greater the equivalence ratio calculated from the equivalence ratio of one resulting flame height will be increased, laminar flame speed decreases and the temperature of the resulting decline.

Keywords: *Bunsen burner, methane gas, flame characteristics, equivalent ratio*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Ketinggian Ring Bunsen Burner terhadap Karakteristik Nyala Api *Premix Laminer* Gas Metana” dengan baik.

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 baik dalam pengerjaan maupun memotivasi dalam proses penyelesaian skripsi ini:

1. Bapak Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan arahan demi kesempurnaan penulisan skripsi.
2. Bapak Fikrul Akbar Alamsyah, ST., MT., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan arahan demi kesempurnaan penulisan skripsi.
3. Ibu Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT., selaku Ketua Kelompok Dasar Keahlian Konsentrasi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang
5. Bapak Purnami, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang
6. Ibu Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT., selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
7. Seluruh Dosen Pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan yang sangat mendukung selama penyusunan skripsi.
8. Kedua orang tua yang telah mendukung moril maupun materil sampai sekarang ini.
9. Kakak Nuril Badriah dan adik Lutfi Nurbaiti yang senantiasa selalu mendoakan dan memotivasi penulis.
10. Winedi Kurniawan, Rachmad Budi W., Yasykur Nasrulloh, Firdaus Sutra K., dan Bagus Rio L selaku teman-teman seperjuangan yang membantu dalam menyelesaikan pengerjaan skripsi ini.

11. Pramudita Ananta N selaku teman seperjuangan dari kota asal yang turut mendukung dalam pengerjaan skripsi ini.
12. Seluruh sahabat - sahabat PP Miftahul Huda yang telah memotivasi dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.
13. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin (KBMM) Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan bantuan kepada penulis.
14. 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

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN.....	viii
SUMMARY	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Proses dan Reaksi Pembakaran.....	6
2.2.1 Campuran Udara dan Bahan Bakar.....	7
2.2.1.1 <i>Air Fuel Ratio (AFR)</i>	7
2.2.1.2 <i>Equivalence Ratio</i>	8
2.3 Klasifikasi Pembakaran	9
2.4 Pembakaran <i>Premix</i>	11
2.5 Nyala Api Laminar	12
2.6 Laju Nyala Api Laminar	14
2.7 Karakteristik Nyala Api	15
2.7.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Nyala Api.....	15
2.7.2 Batas Mampu Nyala Api.....	16
2.8 Stabilitas Nyala Api	17
2.8.1 <i>Flashback</i>	18
2.8.2 <i>Lift-Off</i>	18
2.8.3 <i>Blow-Off</i>	19
2.9 Bahan Bakar	19

2.9.1 Sifat Fisik dan Sifat Kimia Bahan Bakar	20
2.9.2 Metana.....	20
2.10 <i>Bunsen Burner</i>	21
2.11 Perpindahan Panas (<i>Heat Transfer</i>)	23
2.12 Hipotesa	24

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2.1 Tempat Penelitian	25
3.2.2 Waktu Penelitian	25
3.3 Variabel Penelitian	25
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.5 Instalasi Penelitian	30
3.6 Visualisasi Api	31
3.7 Rancangan Hasil Penelitian	32
3.8 Diagram Alir Penelitian	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Visualisasi Nyala Api	35
4.2 Pengolahan Data Karakteristik Nyala Api	37
4.2.1 Pengolahan Data Visualisasi Nyala Api	37
4.2.2 Tabel Perhitungan Karakteristik Nyala Api.....	39
4.3 Perhitungan Bilangan <i>Reynold</i>	41
4.4 Grafik dan Pembahasan.....	42
4.4.1 Grafik Hubungan Ekuivalen Rasio terhadap Tinggi Nyala Api	42
4.4.2 Grafik Hubungan Ekuivalen Rasio terhadap Kecepatan Api Laminar	44
4.4.3 Grafik Hubungan Ekuivalen Rasio terhadap Temperatur Nyala Api	46

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Tabel roperiti Metana.....	21
Tabel 4.1	Tabel Data Ketinggian <i>Ring</i> Pemanas 78 mm pada <i>Bunsen Burner</i>	38
Tabel 4.2	Tabel Data Ketinggian <i>Ring</i> Pemanas 83 mm pada <i>Bunsen Burner</i>	38
Tabel 4.3	Tabel Data Ketinggian <i>Ring</i> Pemanas 88 mm pada <i>Bunsen Burner</i>	39
Tabel 4.4	Tabel Data Ketinggian <i>Ring</i> Pemanas 93 mm pada <i>Bunsen Burner</i>	39
Tabel 4.5	Tabel Data Ketinggian <i>Ring</i> Pemanas 98 mm pada <i>Bunsen Burner</i>	39
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Karakteristik Nyala Api Masing-masing Variasi Ketinggian <i>Ring</i> Pemanas pada <i>Bunsen Burner</i>	41
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Bilagan Reynolds Aliran Reaktan pada pada <i>Bunsen Burner</i> Diameter 12 mm	41

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Ilustrasi reaksi pembakaran.....	7
Gambar 2.2	Zona pembakaran (a) Pembakaran <i>Premix</i> (b) Pembakaran Difusi.....	9
Gambar 2.3	Nyala api : (a) Api <i>premix</i> aliran laminier, (b) Api <i>premix</i> aliran turbulen, (c) Api <i>premix</i> turbulen dengan <i>shuter speed</i> tinggi	10
Gambar 2.4	(a) Pembakaran <i>biomassa</i> (padat), (b) Pembakaran batubara (padat), (c) Pembakaran minyak jarak (cair), (d) Pembakaran LPG (gas).....	11
Gambar 2.5	Skema aliran campuran gas bahan bakar pada pembakaran <i>premix</i>	11
Gambar 2.6	Skema nyala api pada <i>bunsen burner</i>	12
Gambar 2.7	Profil nyala api lamner	13
Gambar 2.8	Diagram vektor diagram kecepatan nyala api laminier	13
Gambar 2.9	Tabel data batas mampu nyala api	17
Gambar 2.10	Diagram stabilitas nyala api, <i>flashback</i> , <i>lift-off</i> , dan <i>yelloe tipping</i> untuk bahan bakar gas natural.....	18
Gambar 2. 11	Mekanisme kestabilan api, (a) <i>flashback</i> , (b) stabil, (c) <i>lift-off</i> , (d) <i>lifted</i> , (e) <i>blow-off</i>	19
Gambar 2.12	Skema <i>Bunsen Burner</i>	22
Gambar 2.13	Perpindahan panas konduksi.....	23
Gambar 2.14	Perpindahan panas konveksi	24
Gambar 3.1	Desain <i>Bunsen Burner</i> dan <i>Ring Bunsen</i>	27
Gambar 3.2	Kompresor Udara.....	27
Gambar 3.3	<i>Mixing Chamber</i>	28
Gambar 3.4	<i>Flowmeter</i>	28
Gambar 3.5	<i>Thermocouple</i>	29
Gambar 3.6	Tabung Metana	29
Gambar 3.7	Kamera DSLR Nikon D5200.....	30
Gambar 3.8	Instalasi Penelitian	31
Gambar 3.9	Diagram Alir	33
Gambar 4.1	Nyala api <i>bunsen burner</i> pada ketinggian <i>ring</i> pemanas 98 mm dengan variasi <i>equivalence ratio</i>	35

Gambar 4.2	Nyala api <i>bunsen burner</i> pada variasi ketinggian <i>ring</i> pemanas dengan <i>equivalence ratio</i> 1,40	36
Gambar 4.3	Penbedaan nyala api yang dihasilkan pada A. <i>equivalence ratio</i> diatas satu dan B. <i>equivalence ratio</i> dibawah satu.	36
Gambar 4.4	Pengolahan data karakteristik nyala api <i>bunsen burner</i> pada diameter 10 mm dengan ekuivalen rasio 1,36	38
Gambar 4.5	Grafik hubungan <i>equivalence ratio</i> terhadap tinggi nyala api.....	42
Gambar 4.6	Grafik hubungan <i>equivalence ratio</i> terhadap kecepatan api aminer.....	44
Gambar 4.7	Grafik hubungan <i>equivalence ratio</i> terhadap temperatur atas api laminar	46
Gambar 4.8	Grafik hubungan <i>equivalence ratio</i> terhadap temperatur tengah api laminar	46