

**KARAKTERISTIK NYALA API PADA *BUNSEN BURNER* DENGAN
VARIASI DIAMETER *RING* YANG DIPANASKAN**

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**CHRISTOFFEL SILABAN
NIM. 135060201111023**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

KARAKTERISTIK NYALA API PADA *BUNSEN BURNER* DENGAN VARIASI DIAMETER *RING* YANG DIPANASKAN

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh

CHRISTOFFEL SILABAN
NIM. 135060201111023

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

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

LEMBAR PENGESAHAN
**KARATERISTIK NYALA API PADA *BUNSEN BURNER* DENGAN VARIASI
DIAMETER *RING* YANG DIPANASKAN**

SKRIPSI
TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



CHRISTOFFEL SILABAN
NIM. 135060201111023

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.
NIK. 201605 860703 1 001

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 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, Januari 2018

Mahasiswa,

Christoffel Silaban

NIM. 135060201111023

JUDUL SKRIPSI :

**KARAKTERISTIK NYALA API PADA *BUNSEN BURNER* DENGAN VARIASI
DIAMETER *RING* YANG DIPANASKAN**

Nama Mahasiswa : Christoffel Silaban

NIM : 135060201111023

Program Studi : TeknikMesin

Konsentrasi : Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING :

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

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

TIM DOSEN 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

KATA PENGANTAR

Segala syukur pada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberkati dan menyertai saya selalu sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Karakteristik Nyala Api Pada *Bunsen Burner* Dengan Variasi Diameter Ring Yang Dipanaskan**” dengan baik. Kiranya penyertaan-Nya selalu ada pada kita semua, damai sejahtera untuk kita semua.

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

1. Kedua orang tua tercinta, Ayah Fritz Silaban dan Ibu yang paling tersayang Erika Lindawaty Sidabutar yang tiada henti mendoakan, mendidik, dan menjadi motivasi bagi penulis.
2. Keluarga terdekat penulis dan Nenek Mutiara Silalahi yang senantiasa selalu mendoakan dan memberikan motivasi kepada penulis
3. Silvia Aprisia Sitanggung yang selalu mendoakan, membantu, dan memotivasi penulis.
4. Bapak Agung Sugeng Widodo, ST.,MT.,Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan motivasi, inovasi, bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Fikrul Akbar Alamsyah, ST., MT selaku dosen pembimbing yang sudah meluangkan waktu untuk membimbing penelitian dari awal hingga akhir.
6. Bapak Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
7. Bapak Purnami, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang
8. Ibu Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
9. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono. M.Sc selaku dosen wali yang tiada henti memberikan bimbingan kepada penulis menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
10. Seluruh Dosen Pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan yang sangat mendukung selama penyusunan skripsi.
11. Seluruh Staff Administrasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

12. Omical Asanta Sembiring dan Beryl Cholif Arrachman selaku teman-teman seperjuangan yang membantu dalam menyelesaikan pengerjaan skripsi ini.
13. Seluruh teman-teman “WTP CABANG BATAK” yang telah memberikan banyak masukan serta memberi hiburan pada penulis.
14. Seluruh teman-teman “PEJUANG KKN-P” yang selalu mendukung dan memberi banyak masukan kepada penulis.
15. Seluruh teman-teman “BASIS LAPO” terimakasih atas dukungan, bantuan serta kebersamaanya selama masa kuliah.
16. Seluruh Keluarga Besar “MESIN UB 2013” terima kasih atas doa, dukungan, bantuan dan kebersamaanya selama masa kuliah.
17. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin (KBMM) Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
18. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna sehingga kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan. 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

	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 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

2.1 Penelitian Terdahulu	3
2.2 Bahan bakar	4
2.2.1 Metana	4
2.3 Pembakaran	5
2.3.1 Klasifikasi Pembakaran	6
2.3.2 Pembakaran <i>Premixed</i>	7
2.4 Kecepatan Api Laminar	7
2.5 Klasifikasi Nyala Api	9
2.6 <i>Air Fuel Ratio (AFR)</i>	10
2.7 <i>Equivalence Ratio</i>	11
2.8 Stabilitas Nyala Api	11
2.8.1 <i>Blow-off</i>	12
2.8.2 <i>Lift-off</i>	12
2.8.3 <i>Flashback</i>	12
2.9 <i>Bunsen Burner</i>	13

2.10 Perpindahan Panas	13
2.11 Bilangan <i>Reynolds</i>	14
2.12 Hipotesis.....	16

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian	17
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.3 Variabel Penelitian	17
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.5 Instalasi Penelitian	22
3.5.1 Visualisasi Api.....	23
3.5.2 Rancangan Hasil Penelitian	23
3.6 Diagram Alir Penelitian	24

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Visualisasi Nyala Api	25
4.2 Contoh Perhitungan dan Pengolahan Data Visual	26
4.3 Data Karakteristik Nyala Api.....	30
4.3.1 Hasil Perhitungan Nyala Api	31
4.3.2 Perhitungan Bilangan <i>Reynolds</i>	31
4.4 Grafik dan Pembahasan.....	32
4.4.1 Grafik Hubungan Temperatur Api Terhadap <i>Equivalence Ratio</i> Setiap Variasi <i>Ring</i> yang Dipanaskan.....	32
4.4.2 Grafik Hubungan Tinggi Api Laminar Terhadap <i>Equivalence Ratio</i> Setiap Variasi <i>Ring</i> yang Dipanaskan.....	34
4.4.3 Grafik Hubungan Kecepatan Api Laminar Terhadap <i>Equivalence Ratio</i> Setiap Variasi <i>Ring</i> yang Dipanaskan.....	35

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran.....	37

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Hal.
Gambar 2.1	Ilustrasi Proses Pembakaran	5
Gambar 2.2	Cara Reaktan Terbakar	6
Gambar 2.3	a) Aliran normal pada arah depan api, (b) Aliran pada sudut α pada bagian depan api	7
Gambar 2.4	Skema <i>Bunsen Burner</i> dan Nyala Api	8
Gambar 2.5	Vektor Diagram Kecepatan Nyala Api Laminer	8
Gambar 2.6	Struktur Temperatur dan <i>Heat Release Rate</i> Nyala Api Laminer	9
Gambar 2.7	Fenomena <i>Flashback</i>	12
Gambar 2.8	Skema <i>Premixed Flame</i> Pada <i>Bunsen Burner</i>	13
Gambar 3.1	Skema <i>Bunsen Burner</i>	18
Gambar 3.2	Skema <i>Ring</i>	18
Gambar 3.3	Kompresor Udara.....	18
Gambar 3.4	<i>Mixing Chamber</i>	19
Gambar 3.5	<i>Thermocouple</i>	19
Gambar 3.6	Tabung Gas Metana	20
Gambar 3.7	<i>Flowmeter</i>	21
Gambar 3.8	Skema Instalasi Penelitian	21
Gambar 3.9	Diagram Alir	24
Gambar 4.1	Visualisasi Api Variasi Diameter <i>Ring</i> 25 mm pada tiap <i>Equivalence Ratio</i>	25
Gambar 4.2	Visualisasi Api Pada <i>Equivalence ratio</i> 1,18 Setiap Variasi Diameter <i>Ring</i>	26
Gambar 4.3	Contoh Pengolahan Sudut Api Menggunakan <i>Autocad</i>	26
Gambar 4.4	Contoh Pengolahan Tinggi Api Menggunakan <i>Autocad</i>	27
Gambar 4.5	Cara Menentukan Kecepatan Api Laminer.....	29
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Temperatur Ujung Api Terhadap <i>Equivalence Ratio</i> Setiap Variasi <i>Ring</i> yang Dipanaskan.....	32
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Temperatur Tengah Api Terhadap <i>Equivalence Ratio</i> Setiap Variasi <i>Ring</i> yang Dipanaskan	32
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Tinggi Api Laminer Terhadap <i>Equivalence Ratio</i> Setiap Variasi <i>Ring</i> yang Dipanaskan.....	34

Gambar 4.9 Grafik Hubungan Kecepatan Api Laminer Terhadap *Equivalence Ratio* Setiap Variasi *Ring* yang Dipanaskan..... 35

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Hal.
Tabel 4.1	Tabel Data Variasi Diameter <i>Ring Bunsen burner</i>	30
Tabel 4.2	Tabel Hasil Perhitungan Nyala Api Laminar	31
Tabel 4.3	Tabel Perhitungan Angka Reynolds	31

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Visualisasi Api semua diameter *ring* dan *equivalence ratio*
- Lampiran 2 Hasil Pengolahan Sudut dan Tinggi Api
- Lampiran 3 Tabel Perhitungan Nyala Api Laminar
- Lampiran 4 Tabel Data Variasi Diameter Ring

RINGKASAN

Christoffel Silaban, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2018, Karakteristik Nyala Api Pada *Bunsen Burner* Dengan Variasi *Ring* Yang Dipanaskan, Dosen Pembimbing: Agung Sugeng Widodo dan Fikrul Akbar Alamsyah.

Setiap tahunnya kebutuhan bahan bakar terus meningkat, hal ini akan mempengaruhi ketersediaan bahan bakar yang semakin menipis. Oleh karena itu penggunaan bahan bakar harus dioptimalkan. Penelitian mengenai pembakaran perlu dilakukan. Dalam hal ini pembakaran premixed gas metana menggunakan bunsen burner dengan variasi diameter ring yang dipanaskan. Bunsen burner merupakan alat pembakaran *premixed* sederhana yang dapat menghasilkan nyala api, dimana prinsipnya menggunakan pengaturan aliran udara dan bahan bakar gas secara terus menerus. Tetapi hingga saat ini belum ada standarisasi pada *bunsen burner* dalam bentuk maupun dimensi. Untuk mengetahui pengaruh dari temperatur bunsen burner terhadap karakteristik nyala api laminar maka dipanaskan ring, kemudian ditempelkan pada mulut bunsen dengan variasi diameter luar ring. Pemanasan pada ring menggunakan stepdown transformator 5A. Pemanasan pada ring ini didasarkan pada teori perpindahan panas untuk mengetahui pengaruh luas penampang ring terhadap temperatur api.

Pada penelitian kali ini digunakan bunsen burner dengan diameter dalam 10 mm dan diameter luar 12 mm. Bahan bakar yang digunakan adalah metana, dimana metana merupakan sumber bahan bakar yang terbanyak di alam. Pada penelitian ini digunakan nilai equivalence ratio sebesar 1,33; 1,18; 1,07; 0,97; 0,89 dan 0,82. Variasi diameter luar ring yang digunakan yaitu 25 mm, 30 mm, 35 mm, 40 mm dan 45 mm. Suhu dari ring yang dipanaskan adalah 155 °C.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur api semakin meningkat jika nilai equivalence ratio mendekati 1 dan temperatur api semakin turun seiring bertambah besarnya diameter ring yang dipanaskan. Tinggi api laminar akan semakin turun seiring jika nilai equivalence ratio mendekati 1 dan tinggi api akan semakin naik seiring bertambah besar nilai diameter ring yang dipanaskan. Kecepatan api laminar (S_L) semakin meningkat seiring berkurangnya nilai equivalence ratio dan kecepatan api laminar akan semakin menurun seiring bertambah besarnya nilai diameter ring yang dipanaskan.

Kata Kunci: *Bunsen burner*, Pembakaran *Premixed*, Metana, *Ring* yang dipanaskan, Karakteristik nyala api laminar.

SUMMARY

Christoffel Silaban, *Mechanical Engineering, Engginer Faculty, Brawijaya University, January 2018, Flame Characteristic in Bunsen Burner With Heated Ring Diameter Variations, Supervisor: Agung Sugeng Widodo and Fikrul Akbar Alamsyah.*

Every year fuel needs continue to increase, it will affect the availability of the fuel. Therefore the use of the fuel must be optimized, and research on combustion needs to be done. In this case the premixed combustion of methane gas using bunsen burner with heated diameter ring variation. Bunsen burner is a simple premixed combustion tool that can produce a flame, which in the principle uses the regulation of airflow and fuel gas continuously. But nowadays there is no standardization on bunsen burner in the form or dimension. To determine the effect of bunsen burner temperature on the characteristics of laminar flame then heated the ring, then attached to lid of bunsen with the outer ring diameter variation. Heating process in the ring using 5A stepdown transformer. The heating of the ring is based on the theory of heat transfer to know the effect of the cross section of the ring on the temperature of the fire.

In this research used bunsen burner with 10 mm inner diameter and outer diameter 12 mm. The fuel used is methane, where methane is the most fuel source in nature. In this study used the equivalence ratio of 1.33; 1.18; 1.07; 0.97; 0.89 and 0.82. Variations of outter ring diameter were 25 mm, 30 mm, 35 mm, 40 mm and 45 mm. Temperature of the heated ring is 155°C.

The results show that the fire temperature increases if the equivalence ratio is close to 1 and the fire temperature decreases as the heated diameter of the ring increases. Laminar fire height will decrease as if the equivalence ratio is close to 1 and the height of fire will increase as the heating value of the heated ring is increased. The speed of laminar fire (SL) increases as the equivalence ratio decreases and the laminar fire rate decreases as the heated ring diameter increases.

Keywords: *Bunsen burner, Premixed Combustion, Methane, Heated Ring, Characteristic Laminar Flame*