



**PENGARUH VARIASI AIR FUEL RATIO (AFR) TERHADAP  
TEMPERATUR DAN WARNA API PADA PROSES GASIFIKASI SISTEM  
*DOWNDRAFT* MENGGUNAKAN BAHAN BAKU SEKAM PADI**

Oleh

**ANJELIUS OCKTA FRENICO  
NIM 101910101074**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2014**



**PENGARUH VARIASI AIR FUEL RATIO (AFR ) TERHADAP  
TEMPERATUR DAN WARNA API PADA PROSES GASIFIKASI SISTEM  
*DOWNDRAFT* MENGGUNAKAN BAHAN BAKU SEKAM PADI**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**Oleh:**

**ANJELIUS OCKTA FRENICO  
NIM 101910101074**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2014**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini adalah hasil kerja kerasku dengan bantuan berbagai pihak, oleh karena itu saya persembahkan untuk

1. Tuhan Yesus yang slalu menjaga dan setia melindungiku, dan karena anugrah dan berkat-Nya penelitian ini dapat terlaksanakan.
2. Keluargaku, Ayahanda terkasih Judentus Sihotang dan Ibunda tercinta Nurma Sianturi yang tidak henti – hentinya memberi dukungan, nasehat, dan doa setiap saat.
3. Kakakku Septoni Erikando Sihotang yang slalu menjadi teladan akan kehidupanku. Dan adikku Sondang Enjel Natalia Sihotang yang tiada hentinya memberi semangat dan doa.
4. Segenap staf pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada saya. Terutama Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama, Bapak Ir. FX. Kristianta, Meng. selaku dosen pembimbing anggota, Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku dosen penguji I dan Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T., selaku dosen penguji II.

## MOTO

“Janji Tuhan, Dia akan selalu bersama kita didalam keadaan hidup sesulit apapun.”

(Yesaya 43:2)

"Tak berkesudahan kasih setia TUHAN, tak habis-habisnya rahmat-Nya,selalu baru tiap pagi, besar kesetiaan-Mu!"

(Ratapan 3:22-23)

“Berjalanlah lurus bagaikan kereta yang sedang melaju lurus diatas rel sebab Tuhan menyukainya.”

(Kristian)

“Jangan pernah membatasi ilmu, dan jadilah orang yang kaya akan ilmu”

(Ir. FX. Kristianta, Meng.)

“Beranilah mencoba dengan mencoba kita dapat mengetahui sesuatu hal”

(Dr. Nasrul Iminnafik, S.T., M.T.)

“Jadilah pohon yang bertumbuh tinggi, berakar kuat dan berbuah manis”

(Nurma Sianturi)

"Jika kamu percaya dengan impianmu aku akan membuktikan padamu bahwa kamu bisa meraih impianmu hanya dengan bekerja keras"

(Rock Lee)

“Tempatmu kembali adalah tempat dimana banyak orang memikirkanmu”

(Uzumaki Naruto)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Anjelius Ockta Frenico**

NIM : **10191010174**

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) Terhadap Temperatur dan Warna Api Pada Proses Gasifikasi Sistem *Downdraft* Dengan Menggunakan Bahan Baku Sekam Padi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 September 2014

Yang menyatakan,



Anjelius Ockta Frenico

NIM. 101910101074

## **SKRIPSI**

### **PENGARUH VARIASI AIR FUEL RATIO (AFR ) TERHADAP TEMPERATUR DAN WARNA API PADA PROSES GASIFIKASI SISTEM *DOWNDRAFT* MENGGUNAKAN BAHAN BAKU SEKAM PADI**

Oleh  
Anjelius Ockta Frenico  
101910101074

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama	: Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota	: Ir. FX. Kristianta, Meng.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) Terhadap Temperatur dan Warna Api Pada Proses Gasifikasi Sistem Downdraft Dengan Menggunakan Bahan Baku Sekam Padi”. telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Selasa, 30 September 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.  
NIP. 19711114 1999 03 1 002

Ir. FX. Kristianta, M. Eng.  
NIP. 196501202001121001

Anggota I,

Anggota II

Hary Sutjahjono, S. T., M. T.  
NIP. 196812051997021002

Ir. Ahmad Syuhri, M. T.  
NIP. 196701231997021001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi M.T.  
NIP. 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) Terhadap Temperatur Dan Warna Api Pada Proses Gasifikasi Sistem *Downdraft* Dengan Menggunakan Bahan Baku Sekam Padi**, Anjeli Ockta Frenico, 101910101074: Program Studi Strata Satu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Proses Gasifikasi adalah Proses perubahan biomassa yang berbentuk padat menjadi *syngas* yang bersifat *flammable*. Proses gasifikasi membutuhkan udara yang minim. Udara yang minim berpengaruh pada temperatur gasifier dalam menghasilkan *flammable gas* yang mengakibatkan perbedaan temperatur api dan berpengaruh terhadap warna api.

Penelitian ini memfokuskan tentang pengaruh AFR terhadap temperatur dan warna api dari proses gasifikasi. Dengan variasi AFR sebesar 1,08, 1,35, 1,62, 1,90

Penelitian ini dilakukan di laboratorium konversi energi Universitas Jember. Dari hasil penelitian proses gasifikasi dengan memvariasikan AFR dapat disimpulkan bahwa Semakin meningkat suplai udara maka semakin meningkat juga temperatur api. Pada AFR 1,08 temperatur api mencapai 600°C, pada AFR 1,35 temperatur api maksimum mencapai 650°C. Dan pada penelitian dengan AFR 1,62 temperatur api maksimum mencapai 750°C, sedangkan temperatur api pada AFR 1,90 temperatur api maksimum mencapai 850°C. Dengan meningkatnya variasi AFR, juga berakibat pada warna api yang dihasilkan. Semakin mendekati AFR yang optimal semakin baik kualitas *syngas* yang dihasilkan yang ditunjukkan dengan dominan warna biru. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa AFR 1,35 merupakan penelitian dengan AFR terbaik yang ditunjukkan dengan warna api yang dominan biru pada menit awal.



## SUMMARY

**Effect of Supply Air Temperature And Go Against Fire Color System Downdraft Gasification Process Using Raw Rice Husk;** Anjelius Ockta Frenico, 101910101074, Tier One Program Studies Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Gasification process is a process of change in the form of solid biomass into syngas that is flammable. Gasification process requires minimal air. Minimal effect on the air temperature in the gasifier produces flammable gases which lead to differences in temperature affect the color of fire and flame.

This study focuses on the effect of inlet air supply to the fire and color temperature of the gasification process. With the variation of air fuel ratio 1,08, 1,35, 1,62, 1,90

This research was conducted in the laboratory of the University of Jember energy conversion. From the research, the process of gasification by varying the inlet air supply can be concluded that the more increase the air supply is also increasing flame temperature. In the air fuel ratio 1,08 flame temperature reaches 600 ° C, the air fuel ratio 1,35 maximum flame temperature reaches 650 ° C. And the research with the air fuel ratio 1,62 maximum flame temperature reached 750 ° C, while the temperature of fire on air fuel ratio 1,90 maximum flame temperature reaches 850 ° C. With increasing temperature, also result in discoloration resulting fire. This study suggests that AFR of 1.35 is the best study are indicated with a blue flame that is dominant in the early minutes minutes

## PRAKATA

Segala puji syukur kehadirat Tuhan Yesus atas segala kasih dan penyertaannya yang tak melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi yang berjudul “*Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) Terhadap Temperatur Dan Warna Api Pada Proses Gasifikasi Sistem Downdraft Dengan Menggunakan Bahan Baku Sekam Padi*” ini diajukan guna untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini khususnya kepada :

1. Kedua orangtua dan keluarga, ayahanda Judentus Sihotang dan Ibunda Nurma Sianturi atas segala kasih sayang, do'a dan dukungan yang tak hentinya diberikan kepada saya. Ketiga adikku tercinta Sondang Enjel Natalia Sihotang, Fredly Sihombing, dan Fricillia Sihombing yang telah menjadi penyemangat tersendiri untuk saya.
2. Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik S.T., M.T. selaku bapak dosen pembimbing utama serta Bapak Ir. FX. Kristianta, Meng., selaku bapak dosen pembimbing anggota. Yang selalu memberikan motivasi, saran dan nasehat dalam membimbing dan mengarahkan saya selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini dari awal sampai akhir.
3. Bapak Hary Sutjahjono, S.T.,M.T. selaku bapak dosen penguji I, dan Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T. selaku bapak dosen penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membangun dalam penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh staf pengajar dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah banyak memberikan ilmu, pengetahuan, dan wawasan selama saya belajar di bangku perkuliahan.

5. Teman – teman Laskar Obong – obong yang membantu saya serta member motivasi dalam penulisan skripsi ini.
6. Segenap teman-teman teknik mesin, khususnya angkatan 2010 (Mechanical-X) yang telah banyak sekali berbagi ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
7. Teman – teman naposo HKB yang membantu saya selama berada di Jember.
8. Orang-orang terdekat yang selalu ada ketika saya dalam keadaan susah, Sokemd Manulang, Angel Ujung, Afrin Sitio, Eva Banjarnahor, Ricky Gultom, Kris Saragih, Ance Sitorus, Hana Sibagariang, Bayu Tri Harahap, Nanda Sinaga, Andika Munte, Rizal Septyanto, Bastomy, Gilang, Gatut Sasmita, Prasetya, Endra, Akbar, Tantowi, Indra Jaya, Ghofur, Nasir trimakasih kawan – kawan.
8. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, dari pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan Fakultas Teknik jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.

Untuk membuat karya tulis skripsi ini menjadi sempurna, penulis meminta kritik, saran, dan ide yang bersifat konstruktif dan penelitian berikutnya yang berkaitan. Semoga hasil dari penelitian pada skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak.

Jember, September 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	ix
PRAKATA .....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN .....	xviii
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat.....	2
1.4.1 Tujuan Penelitian .....	2
1.4.2 Manfaat Penelitian .....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Sekam padi .....	4
2.2. Biomassa .....	4
2.2.1 Definisi Biomassa .....	4
2.2.2 Manfaat Biomassa.....	4
2.2.3 Potensi Biomasa.....	4
2.3 Pengolahan Biomassa.....	5
2.3.1. Penelitian tentang biogas .....	5
2.3.2. Penelitian tentang biobriket .....	6

2.4 Gasifikasi.....	6
2.4.1 Definisi Gasifikasi .....	6
2.4.2. Proses Gasifikasi.....	8
2.4.3 Warna Api.....	9
2.5 Penelitian Terdahulu.....	10
2.6 Hipotesa.....	11
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>12</b>
3.1 Metode Penelitian.....	12
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
3.3 Alat dan Bahan .....	12
3.3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :.....	12
3.3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah.....	15
3.4 Variabel .....	15
3.4.1 Variabel Bebas.....	15
3.4.2 Variabel terikat .....	16
3.5 Prosedur Penelitian.....	16
3.6 Perhitungan persentase warna api .....	20
3.7 Penyajian Data Penelitian.....	23
3.8. Diagram Alir Penelitian.....	25
3.9. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	26
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Data Hasil Penelitian.....	27
4.1.1 Data nilai AFR dengan variasi kecepatan udara dalam proses gasifikasi..	27
4.1.2 Data Temperatur Api .....	28
4.1.3 Data penelitian warna api .....	33
4.1.4 Perhitungan warna api .....	36
4.2. Pembahasan Temperatur Api .....	43
4.2.1 Analisa pada AFR 1,08 terhadap temperatur api.....	43
4.2.2 Analisa pada AFR 1,35 terhadap temperatur api.....	44
4.2.3 Analisa pada AFR 1,62 terhadap temperatur api.....	45

4.2.4 Analisa pada AFR 1,90 terhadap temperatur api.....	46
4.3. Pembahasan Warna api .....	47
4.3.1. Analisis warna api.....	47
BAB 5. PENUTUP .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57

## DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Kandungan gas pada biomassa.....	5
Tabel 3.1 Nilai RGB setiap luasan warna .....	20
Tabel 3.2 Nilai RGB dibagi 255.....	21
Tabel 3.3 Penyajian data penelitian.....	22
Tabel 3.4 Penyajian data penelitian .....	22
Tabel 3.5 Penyajian data penelitian .....	22
Tabel 3.6 Penyajian data penelitian .....	22
Tabel 3.7 Jadwal kegiatan penelitian .....	28
Tabel 4.1 Data penelitian.....	29
Tabel 4.2 Data Temperatur api dengan AFR 1,08.....	30
Tabel 4.3 Data Temperatur api dengan AFR 1,35.....	31
Tabel 4.4 Data Temperatur api dengan AFR 1,62.....	32
Tabel 4.5. Data Temperatur api dengan AFR 1,90.....	33
Tabel 4.6 Persentase warna api pada AFR 1,08.....	37
Tabel 4.7 Persentase warna api pada AFR 1,35.....	40
Tabel 4.8 Persentase warna api pada AFR 1,62.....	40
Tabel 4.9 Persentase warna api pada AFR 1,90.....	41

## DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Biomassa sekam padi .....	3
Gambar 2.2 Gasifier <i>updraft</i> , Gasifier <i>downdraft</i> , Gasifier <i>crossdraft</i> .....	7
Gambar 3.1 Reaktor tipe <i>downdraft</i> .....	13
Gambar 3.2 <i>Blower</i> .....	14
Gambar 3.3 termokopel dan data logger.....	14
Gambar 3.4 Kamera digital .....	14
Gambar 3.5 Skema penelitian.....	17
Gambar 3.6 Skema pengambilan data warna api .....	18
Gambar 3.7 Contoh api sebelum dianalisa .....	19
Gambar 3.8 Contoh api setelah dianalisa .....	20
Gambar 3.9 Diagram alir pengujian .....	27
Gambar 4.1 Gambar api dari menit ke 1 sampai menit ke 8.....	34
Gambar 4.2 Gambar api dari menit ke 9 sampai menit ke 15.....	34
Gambar 4.3 Gambar api dari menit ke 1 sampai menit ke 8.....	34
Gambar 4.4 Gambar api dari menit ke 9 sampai menit ke 16.....	35
Gambar 4.5 Gambar api dari menit ke 1 sampai menit ke 8.....	35
Gambar 4.6 Gambar api dari menit ke 9 sampai menit ke 16.....	35
Gambar 4.7 Gambar api dari menit ke 17 sampai menit ke 25.....	36



Gambar 4.8 Gambar api dari menit ke 1 sampai menit ke 8.....	36
Gambar 4.9 Gambar api dari menit ke 9 sampai menit ke 14.....	36
Gambar 4.10 Gambar api pada menit ke 1 dengan suplai udara 0,7-0,8 dm <sup>3</sup> /s.	37
Gambar 4.11 Grafik temperatur api dengan suplai 0,4-0,5 dm <sup>3</sup> /s.....	43
Gambar 4.12 Grafik temperatur api dengan suplai 0,5-0,6 dm <sup>3</sup> /s.....	44
Gambar 4.13 Grafik temperatur api dengan suplai 0,6-0,7 dm <sup>3</sup> /s.....	45
Gambar 4.14 Grafik temperatur api dengan suplai 0,7-0,8 dm <sup>3</sup> /s.....	46
Gambar 4.15 Analisis warna api pada suplai udara 0,4-0,5 dm <sup>3</sup> /s.....	47
Gambar 4.16 Grafik analisa warna api dengan suplai 0,4-0,5 dm <sup>3</sup> /s.....	47
Gambar 4.17 Analisis warna api pada suplai udara 0,5-0,6 dm <sup>3</sup> /s.....	48
Gambar 4.18 Grafik analisa warna api dengan suplai 0,5 -0,6 dm <sup>3</sup> /s.....	48
Gambar 4.19 Analisis warna api pada suplai udara 0,6-0,7 dm <sup>3</sup> /s.....	50
Gambar 4.20 Grafik analisa warna api dengan suplai 0,6 -0,7 dm <sup>3</sup> /s.....	50
Gambar 4.21 Analisis warna api pada suplai udara 0,7-0,8 dm <sup>3</sup> /s.....	51
Gambar 4.22 Grafik analisa warna api dengan suplai 0,7 -0,8 dm <sup>3</sup> /s.....	51

## DAFTAR SIMBOL

$A_{\text{(pipa)}}$	= Luas penampang pipa saluran masuk ( $\text{m}^2$ )
$d$	= Pixel depth (dalam bit)
$m_{\text{(biomassa)}}$	= Massa biomassa (kg)
$m_{\text{(udara)}}$	= Massa udara masuk (kg)
$N$	= Jumlah nilai RGB : 255
$n_b$	= Jumlah nilai RGB biru
$n_m$	= Jumlah nilai RGB merah
$P$	= Jumlah warna (derajat keabuan)
$P_b$	= Persenstasi warna biru (%)
$P_m$	= Persenstasi warna merah (%)
$T_1$	= Temperatur reaktor di titik 1 ( °C)
$T_2$	= Temperatur reaktor di titik 1 ( °C)
$T_3$	= Temperatur reaktor di titik 1 ( °C)
$T_4$	= Temperatur reaktor di titik 1 ( °C)
$V_{\text{udara}}$	= Kecepatan udara masuk (m/s)
$\rho_{\text{udara}}$	= Densitas udara ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )