



**PENGARUH VARIASI KECEPATAN UDARA MASUK TERHADAP  
KOMPOSISI DAN NILAI KALOR (LHV) SYN-GAS GASIFIKASI SEKAM  
PADI TIPE *DOWNDRAFT* SATU SALURAN UDARA MASUK**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**MUHAMMAD DIAZ BASTOMY  
NIM. 101910101049**

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



**PENGARUH VARIASI KECEPATAN UDARA MASUK TERHADAP  
KOMPOSISI DAN NILAI KALOR (LHV) SYN-GAS GASIFIKASI SEKAM  
PADI TIPE *DOWNDRAFT* SATU SALURAN UDARA MASUK**

**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**MUHAMMAD DIAZ BASTOMY  
NIM. 101910101049**

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

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur kepada Allah SWT skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Ayahanda Purwadi dan Ibu tercinta Nurul Azizah, kedua orang tua yang tak henti-hentinya membimbing, memberikan doa, semangat, serta dukungan moral dan materil
2. Diah Putri Ayundita, adikku tersayang dan keluarga besarku yang selalu memberikan motivasi dan doa kepadaku
3. Bapak Dr. Nasrul Iminnafik S.T., M.T. selaku bapak dosen pembimbing utama serta Bapak Tri Mulyono S.Si., M.Si., selaku bapak dosen pembimbing anggota.
4. Almamater Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

## **MOTTO**

Keluhuran budi pekerti akan tampak pada ucapan dan tindakan

(Muhammad SAW)

Ketidakpuasan adalah kebutuhan pertama dalam kemajuan

(Thomas Alfa Edison)

Tugas kita bukanlah untuk berhasil. Tugas kita adalah untuk mencoba, karena di dalam mencoba itulah kita menemukan dan belajar membangun kesempatan untuk berhasil

(Mario Teguh)

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Diaz Bastomy

NIM : 101910101049

Menyatakan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: “Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Masuk terhadap Komposisi dan Nilai Kalor (LHV) *Syn-gas* Gasifikasi Sekam Padi Tipe *Downdraft* Satu Saluran Udara Masuk” adalah benar-benar hasil karya sendiri. Kecuali jika 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 mendapatkan sanksi akademik bila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2014

Yang menyatakan,



Muhammad Diaz Bastomy

NIM 101910101049

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI KECEPATAN UDARA MASUK  
TERHADAP KOMPOSISI DAN NILAI KALOR (LHV) SYN-GAS  
GASIFIKASI SEKAM PADI TIPE *DOWNDRAFT* SATU  
SALURAN UDARA MASUK**

Oleh

Muhammad Diaz Bastomy

101910101049

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Tri Mulyono, S.Si., M.Si.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Masuk terhadap Komposisi dan Nilai Kalor (LHV) *Syn-gas* Gasifikasi Sekam Padi Tipe *Downdraft* Satu Saluran Udara Masuk” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Senin, 29 September 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

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

NIP. 19711114 199903 1 002

Tri Mulyono, S.Si., M.Si.

NIP. 19681020 1998021002

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.

NIP. 19680617 199501 1 001

Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.

NIP. 19681207 199512 1 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

**Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Masuk terhadap Komposisi dan Nilai Kalor (LHV) *Syn-gas* Gasifikasi Sekam Padi Tipe *Downdraft* Satu Saluran Udara Masuk;** Muhammad Diaz Bastomy, 101910101049: Program Studi Strata Satu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Gasifikasi merupakan pembakaran biomasa tidak sempurna dengan minim udara sehingga menghasilkan gas yang mudah terbakar atau disebut *flammable syn-gas* yang terdiri dari campuran *Carbon monoxide* (CO), *hydrogen* (H<sub>2</sub>), dan *methane* (CH<sub>4</sub>). Pada proses gasifikasi terdapat empat tahapan umum reaksi yang terjadi antara lain *drying* atau pengeringan, pirolisis, oksidasi, dan reduksi. Penelitian ini menggunakan reaktor *downdraft gasifier* tipe *throatless* dengan satu saluran masuk. Bahan biomasa yang digunakan sekam padi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan udara masuk terhadap komposisi *flammable syn-gas* dan nilai kalor (LHV) *syn-gas* dengan memvariasikan kecepatan udara masuk 0,8 m/s, 1,0 m/s, 1,2 m/s, dan 1,4 m/s. Pada setiap variasi kecepatan udara masuk diuji sampel *syn-gas* untuk memperoleh data komposisi *flammable syn-gas* kemudian dilakukan perhitungan nilai kalor (LHV) *syn-gas*.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium konversi energi jurusan teknik mesin Universitas Jember dan Laboratorium energi LPPM Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya. Dari hasil pengujian *gas chromatography* diperoleh komposisi *flammable* tertinggi pada kecepatan udara masuk 1,0 m/s dengan komposisi CH<sub>4</sub> 12,90 %, CO 12,50 %, H<sub>2</sub> 5,78% yang disebabkan pada kecepatan udara masuk 1,0 m/s mencapai nilai AFR optimal gasifikasi sebesar 1,35. Komposisi *flammable syngas* tertinggi pada kecepatan 1 m/s menghasilkan nilai (LHV) *syn-gas* tertinggi sebesar 5051.244 kJ/ m<sup>3</sup>.



## SUMMARY

*Effect of Intake Air Speed Variation to Composition and Calorific Value (LHV) Syn-Gas Downdraft Gasification of Rice Husk Type One Intake Air Channels;*  
Muhammad Diaz Bastomy, 101910101049: Tier One Program Studies Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Gasification is an incomplete combustion of biomass with minimal air to produce a combustible gas called flammable syn-gas consisting from a mixture of Carbon monoxide (CO), hydrogen (H<sub>2</sub>), and methane (CH<sub>4</sub>). In the gasification process, there are four general steps of reactions that happened between drying, pyrolysis, oxidation, and reduction. This research was using the downdraft gasifier reactor types throatless with one air inlet system. Materials used rice husk biomass.

The purpose of this research was determining effect of entering air velocity to the flammable syn-gas composition and heating value (LHV) by varying the inlet air velocity of 0.8 m/s, 1.0 m/s, 1.2 m/s , and 1.4 m/s. In every variation of inlet air velocity syn-gas samples were tested to get the composition of syn-gas flammable data and then calculate the heating value (LHV) of syn-gas.

This research was done in the energy conversion laboratory of Jember University majoring in mechanical engineering and energy laboratory of Ten November Institute of Technology (ITS) Surabaya. From the test results obtained by the highest composition of the flammable gas chromatography on air inlet velocity 1.0 m/s with composition CH<sub>4</sub>12,90%, CO 12.50%, 5.78% H<sub>2</sub> that caused the air inlet velocity 1.0 m/s reached AFR optimal gasification value was 1.35. The highest Flammable syngas composition at a speed of 1 m/s produced value (LHV) of syn-gas peak of 5051,244 kJ/ m<sup>3</sup>.

## PRAKATA

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan, shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai sumber inspirasi dan suri teladan umat manusia dalam menjalani kehidupan di dunia ini sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik skripsi yang berjudul Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Masuk terhadap Komposisi dan Nilai Kalor (LHV) *Syn-gas* Gasifikasi Sekam Padi Tipe *Downdraft* Satu Saluran Udara Masuk.

Penulis menyadari kesempurnaan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, kritik, saran, motivasi, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih setulus-tulusnya pada beberapa pihak berikut:

1. Kedua orangtua dan keluarga, ayahanda Purwadi dan Ibunda Nurul Azizah atas segala bentuk kasih sayang, do'a dan motivasi yang tiada hentinya diberikan kepada saya.
2. Bapak Dr. Nasrul Ilminnafik S.T., M.T. selaku bapak dosen pembimbing utama serta Bapak Tri Mulyono S.Si., M.Si., selaku bapak dosen pembimbing anggota. Yang selalu memberikan motivasi, saran dan masukan, serta telah bersedia untuk meluangkan waktu dalam membimbing dan mengarahkan saya selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini dari awal sampai akhir.
3. Bapak Ir. Digo Listyadi S., M.Sc, selaku bapak dosen penguji I, dan Bapak Aris Zainul M., S.T., 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. Segenap teman-teman teknik mesin, khususnya angkatan 2010 (Mechanical-X) yang telah banyak sekali berbagi ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.

6. Teman-teman Laskar obong-obong Heru, Gilang, Prasetya, Endra, Gatut dan Anjelius yang selalu memberikan semangat, bantuan tenaga, waktu, dan pikiran dalam penyusunan skripsi ini
7. Warga Desa Karanganyar mas Muklis, mas Parmin, mas Isam, mbak Indri yang telah banyak membantu dalam proses penelitian skripsi ini
8. Itsnaani Rusirjayanti, seseorang selalu memberi semangat, doa, dan motivasi kepada saya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik
9. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, dari pihak Teknik Mesin Universitas Jember dan Laboratorium Energi LPPM ITS Surabaya

Penulis mengharapkan adanya kritik, saran, dan ide yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan karya tulis skripsi ini dan penelitian berikutnya yang berkaitan. Semoga hasil dari penelitian pada skripsi ini dapat memberikan manfaat.

Jember, September 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan dan Manfaat</b> .....	3
1.4.1 Tujuan .....	3
1.4.2 Manfaat .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Biomasa</b> .....	5
2.1.1. Biomasa Sekam Padi .....	6
<b>2.2 Pemanfaatan Biomasa</b> .....	7
<b>2.3 Gasifikasi</b> .....	8

2.3.1 Reaksi yang Terjadi pada Gasifikasi .....	9
2.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kandungan <i>syn-gas</i> .....	11
2.3.3 Desain Reaktor Gasifikasi .....	13
2.3.4 Rasio Bahan Bakar dan Udara .....	17
<b>2.4 Hipotesa</b> .....	22
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	23
<b>3.1 Metode Penelitian</b> .....	23
<b>3.2 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	23
<b>3.3 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....	23
3.3.1 Alat.....	23
3.3.2 Bahan .....	27
<b>3.4 Variabel Penelitian</b> .....	28
3.4.1 Variabel Bebas .....	28
3.4.2 Variabel terikat .....	28
<b>3.5 Prosedur Penelitian</b> .....	29
3.5.1 Tahapan Penelitian.....	29
3.5.2 Tahapan Pengambilan Data .....	29
<b>3.6 Skema Alat Uji</b> .....	32
<b>3.7. Diagram Alir Penelitian</b> .....	33
<b>3.8. Jadwal Kegiatan Penelitian</b> .....	34
<b>BAB 4 PEMBAHASAN</b> .....	35
<b>4.1 Data Hasil Penelitian</b> .....	35
4.1.1 Data Distribusi Temperatur Reaktor.....	35
4.1.2 Data Nilai AFR dengan Variasi Kecepatan Udara Masuk .....	37
4.1.3 Data Komposisi <i>Syn-gas</i> dengan Variasi Kecepatan Udara Masuk .....	39
4.1.4 Data Nilai Kalor (LHV) <i>Syn-gas</i> dengan Variasi Kecepatan Udara Masuk .....	39
<b>4.2 Analisa dan Pembahasan</b> .....	41
4.2.1 Analisa Distribusi Temperatur Reaktor .....	41

4.2.2 Analisa Komposisi <i>Syn-gas</i> Dengan Variasi Kecepatan Udara.....	45
4.2.3 Analisa Nilai Kalor <i>Syn-gas</i> dengan Variasi Kecepatan Udara Masuk...	48
<b>BAB 5 PENUTUP</b> .....	50
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	50
<b>5.2 Saran</b> .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	51
<b>LAMPIRAN</b> .....	53

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sekam padi.....	6
Gambar 2.2 Briket arang.....	7
Gambar 2.3 Produk dari gasifikasi.....	9
Gambar 2.4 Tipe <i>gasifier</i> berdasarkan arah alirannya.....	13
Gambar 2.5 <i>Downdraft gasifier</i> .....	14
Gambar 2.6 <i>Throatless downdraft gasifier</i> .....	15
Gambar 2.7 <i>Updraft gasifier</i> .....	16
Gambar 2.8 Skematik <i>crossdraft gasifiers</i> .....	16
Gambar 2.9 Nilai kandungan <i>syn-gas</i> pada variasi ukuran tempurung kelapa dengan variasi rasio udara-bahan bakar.....	18
Gambar 2.10 Temperatur <i>gasifier bed</i> ( $T_b$ ) berdasarkan temperatur udara awal ( $T_u$ ).....	20
Gambar 2.11 Energi <i>syn-gas</i> (LHV) pada variasi temperatur udara awal.....	21
Gambar 2.12 Efisiensi gasifikasi pada variasi temperatur udara awal.....	21
Gambar 3.1 <i>Downdraft gasifier</i> .....	22
Gambar 3.2 <i>Blower</i> .....	23
Gambar 3.3 Kabel termokopel tipe-K.....	23
Gambar 3.4 <i>Thermoreader</i> .....	25
Gambar 3.5 <i>Stopwatch</i> .....	25
Gambar 3.6 <i>Anemometer</i> .....	26
Gambar 3.7 <i>Chromatography gas</i> .....	26
Gambar 3.8 Timbangan.....	27
Gambar 3.9 Sekam padi.....	27
Gambar 3.10 Arang.....	28

Gambar 3.11 Skema alat uji.....	32
Gambar 3.12 Diagram alir pengujian <i>syn-gas</i> pada proses gasifikasi sekam padi.....	33
Gambar 4.1 Instalasi T3 dan T4 pada <i>gasifier</i> .....	35
Gambar 4.2 Grafik distribusi temperatur reaktor T3.....	41
Gambar 4.3 Grafik distribusi tempertatur reaktor T4.....	42
Gambar 4.4 Pembagian zona proses gasifikasi.....	44
Gambar 4.5 Grafik komposisi <i>syn-gas</i> berdasarkan kecepatan udara masuk...	45
Gambar 4.6 Hubungan kecepatan udara masuk dan nilai AFR.....	47
Gambar 4.7 Grafik hubungan nilai AFR dan nilai kalor (LHV) <i>syn-gas</i> .....	49



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Hasil pengujian kandungan biomasa secara <i>proximate</i> dan <i>ultimate</i> ...	6
Tabel 3.1 Data distribusi temperatur reaktor.....	30
Tabel 3.2 Data pengujian komposisi <i>syn-gas</i> dengan variasi kecepatan.....	31
Tabel 3.3 Tabel jadwal kegiatan.....	34
Tabel 4.1 Distribusi temperatur kecepatan udara masuk 0,8 m/s.....	36
Tabel 4.2 Data nilai AFR (Air Fuel Ratio) pada variasi kecepatan udara masuk.	39
Tabel 4.3 Hasil Pengujian komposisi <i>syn-gas</i> dengan variasi kecepatan udara masuk.....	39
Tabel 4.4 Data nilai kalor <i>syn-gas</i> dengan variasi kecepatan udara masuk.....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran1	<i>Properties of air at 1 atm pressure and Heating Value of Gas</i> .....
Lampiran2	Tabel Distribusi Temperatur T3 dan T4 pada kecepatan udara masuk 1,0 m/s, 1,2 m/s, 1,4 m/s.....
Lampiran3	Gambar proses pengujian.....