

**SKRIPSI**  
**UJI UNJUK KERJA KOMPOR GASIFIKASI BERBAHAN**  
**BAKAR LIMBAH SERUTAN KAYU SENGON**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

**LAILATUL FAJRI HELMI**

**20140130140**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2018**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 27 Agustus 2018



Lailatul Fajri Helmi

## **Motto**

**Bekerja keras dan bersikap baiklah.**

**Hal luar biasa akan terjadi.**

**-Conan O'Brien-**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismi-llahirahmani rahim

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan tak lupa juga salawat serta salam kepada junjungan besar sang revolusioner sekaligus engginer terbaik sepanjang masa yaitu nabi Muhammad SAW ,sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan semestinya.

Rasa hormat yang paling dalam teruntuk kedua orang tua saya ucapkan terimakasih dalam hati dan ikhlas dari anakmu atas segala dorongan motivas, doa, keringat untuk putramu. Sekali lagi saya memohon izin dan ridho kepada bapak dan ibu dalam perjuangan kedepanya yang akan dilalui. Serta lantunan doa yang selalu terucap kepada Allah SWT.

Teruntuk para teman-teman kelas yang selalu mendampingi kuucapkan terimakasih atas dukungan selama ini.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“UJI UNJUK KERJA KOMPOR GASIFIKASI BERBAHAN BAKAR LIMBAH SERUTAN KAYU SENGON”** dalam rangka memenuhi kewajiban akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tugas akhir merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa yang mengambil Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan beban 4 sks dan merupakan prasyarat untuk mendapatkan gelar S-1 (Sarjana Teknik).

Gasifikasi merupakan proses konversi bahan bakar yang awalnya padatan menjadi gas dengan suplai udara dibawah kebutuhan udara pada pembakaran sempurna. Salah satu pemanfaatan gasifikasi bisa diterapkan menjadi kompor gasifikasi, namun teknologi ini masihlah sedikit. Oleh karena itu penulis berharap penyusunan tugas akhir ini dapat membuat pembaca lebih paham mengenai kompor gasifikasi, terutama pengaruh kecepatan udara masuk dan penambahan arang terhadap penurunan massa air, kenaikan temperatur air, dan efisiensi kompor.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis telah mengumpulkan data dari lapangan dan beberapa sumber pustaka baik dari buku maupun jurnal di internet. Dengan penyusunan laporan ini diharapkan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin dapat mengerti setiap alur kerja yang dilakukan tersebut.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

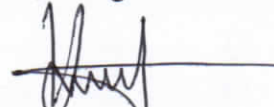
1. Kepada Ibu saya tercinta beserta keluarga yang telah memberikan semangat, serta dukungan moril maupun materil yang telah menjadi motivasi bagi penulis.
2. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M. Eng.Sc., Ph.D selaku ketua Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3. Bapak Thoharudin, S.T., M.T selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu demi bimbingan secara penulisan dalam memberikan masukan dan konsultasi selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu demi bimbingan secara penulisan dalam memberikan masukan dan konsultasi selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Tito Hadji Agung Santoso, S.T., M.T selaku dosen penguji yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam pembuatan skripsi.
6. Kepada seluruh dosen, staf dan pengajar Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta selama masa penyusunan Tugas akhir .
7. Kepada seluruh kawan-kawan kelas C angkatan 2014 yang selalu memberi motivasi pada penulis.
8. Kepada tim gasifikasi dalam pengambilan data kompor gasifikasi bersama-sama menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Kepada Baiq Ratih Arba saya ucapkan terimakasih telah membantu penyusunan tugas akhir.
10. semua pihak yang tidak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan kerja praktik ini.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar kedepannya dapat menjadi acuan perbaikan dari kekurangan yang ada dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa Prodi S-1 Teknik Mesin UMY.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 27 Agustus 2018



Lailatul Fajri Helmi

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN UJIAN PENDADARAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvii</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori.....	7
1.2.1 Gasifikasi .....	7
1.2.2 Media Gasifikasi .....	11
1.2.3 Reaktor Gasifikasi.....	13
1.2.4 Biomassa .....	17
1.2.5 Pohon Sengon .....	21

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	23
3.2.1 Bahan Penelitian.....	23
3.2.2 Alat Penelitian.....	24
3.3 Metode Penelitian.....	30
3.3.1 Proses Kerja .....	31
3.4 Variasi Pengujian .....	35
3.5 Metode Pengambilan Data .....	35

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Pengaruh waktu pemanasan terhadap temperatur reaktor pada variasi kecepatan udara masuk .....	37
4.2 Pengaruh Pemanasan Air terhadap Kenaikan Temperatur Air dan Penurunan Massa Air pada variasi kecepatan udara masuk.....	38
4.3 Pengaruh Variasi Kecepatan terhadap Pembentukan Komponen- komponen Hasil Gasifikasi .....	39
4.4 Pengaruh Variasi Kecepatan Udara terhadap Efisiensi Kompor .....	41
4.5 Pengaruh waktu pemanasan terhadap temperatur reaktor pada variasi campuran bahan bakar.....	42
4.6 Pengaruh Waktu Pemanasan Air terhadap Kenaikan Temperatur air dan Penurunan massa air pada variasi campuran bahan bakar .....	43
4.7 Pengaruh Persentase Campuran Bahan Bakar terhadap Pembentukan Komponen-komponen Hasil Gasifikasi .....	45
4.8 Pengaruh Persentase Campuran Bahan Bakar terhadap Efisiensi Kompor .	46

### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran.....	49

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>53</b>
----------------------	-----------



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip proses gasifikasi .....	9
Gambar 2.2 Grafik Nilai <i>Equivalence Ratio</i> dan Air Fuel Ratio yang sesuai pada proses gasifikasi.....	10
Gambar 2.3 Diagram C-H-O dari proses gasifikasi .....	12
Gambar 2.4 <i>Fixed Bed Gasifier</i> .....	13
Gambar 2.5 <i>Fluidized Bed Gasifiers</i> .....	14
Gambar 2.6 <i>Entrained Flow Gasifier</i> .....	14
Gambar 2.7 Reaktor gasifikasi <i>downdraft</i> .....	15
Gambar 2.8 Reaktor gasifikasi <i>updraft</i> .....	15
Gambar 2.9 Reaktor gasifikasi <i>twin-fire</i> .....	16
Gambar 2.10 Reaktor gasifikasi <i>crossdraft</i> .....	16
Gambar 2.11 Skema penyerapan biomassa.....	18
Gambar 3.1 Serutan Kayu Sengon .....	23
Gambar 3.2 Arang Kayu .....	24
Gambar 3.3 Kompor Gasifikasi .....	24
Gambar 3.4 <i>Fan</i> .....	25
Gambar 3.5 Timbangan Digital .....	25
Gambar 3.6 Anemometer .....	26
Gambar 3.7 <i>Thermocouple Reader</i> .....	26
Gambar 3.8 Panci .....	27
Gambar 3.9 Tang.....	27
Gambar 3.10 <i>Dimmer</i> .....	28
Gambar 3.11 Obeng .....	28
Gambar 3.12 Korek pemantik gas.....	28
Gambar 3.13 Terminal Listrik .....	29
Gambar 3.14 Sarung tangan karet.....	29
Gambar 3.15 Masker.....	29
Gambar 3.16 Diagram alir pelaksanaan .....	30
Gambar 3.17 Gantungan Timbangan .....	32

Gambar 3.18 Pemasangan <i>fan</i> .....	32
Gambar 3.19 Penimbangan bahan serutan.....	33
Gambar 3.20 Penimbangan arang pemantik awal.....	33
Gambar 3.21 Menimbang massa air.....	34
Gambar 3.22 Pemasukan bahan serutan .....	34
Gambar 3.23 Contoh nyala api pengambilan data .....	36
Gambar 3.24 Pengeluaran sisa bahan bakar.....	36
Gambar 4.1 Grafik distribusi temperatur pada reaktor dengan bahan bakar 100% limbah serutan kayu sengon.....	37
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh kecepatan udara terhadap kenaikan temperatur air dan penurunan massa air yang dimasak.....	38
Gambar 4.3 (a) diagram besarnya yield gas, (b) yield arang, dan (c) yield abu pada variasi kecepatan udara masuk 0,7 m/s, 0,9 m/s, dan 1,05 m/s bahan bakar 100% serutan kayu sengon .....	40
Gambar 4.4 Diagram besarnya efisiensi pada variasi kecepatan udara masuk..	42
Gambar 4.5 Perbandingan waktu pembakaran dan temperatur reaktor pada variasi campuran bahan bakar.....	43
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh kecepatan udara terhadap kenaikan temperatur air dan penurunan massa air yang dimasak pada variasi campuran bahan bakar .....	44
Gambar 4.7 (a) diagram besarnya yield gas, (b) arang, dan (c) abu pada variasi campuran arang kayu sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%.....	45
Gambar 4.8 Diagram besarnya efisiensi termal pada variasi campuran arang kayu sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai pemanasan untuk gas produk berdasarkan media gasifikasi.....	12
Tabel 2.2 Komposisi khusus dari beberapa limbah biomassa.....	20
Tabel 2.3 Perbandingan Analisis <i>Ultimate</i> (basis kering) dari beberapa jenis biomassa dan bahan bakar fosil lain .....	20

## DAFTAR NOTASI

$\rho$	= Massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )
$\phi$	= <i>Equivalent Ratio</i> ( $\phi$ )
A	= Luas penampang ( $\text{m}^2$ )
AFR	= <i>Air Fuel Ratio</i>
AR	= Atom relatif ( $\text{kg/kmol}$ )
ET	= Efisiensi termal (%)
KB	= Kalor bahan bakar ( $\text{kJ/kg}$ )
KL	= Kalor laten ( $\text{kJ/kg}$ )
KS	= Kalor sensibel ( $\text{kJ/kg}$ )
m	= Massa ( $\text{kg}$ )
$\dot{m}$	= Laju aliran Massa ( $\text{kg/detik}$ )
MR	= Massa molekul relatif ( $\text{kg/kmol}$ )
T	= Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
t	= Waktu ( $\text{detik}$ )
V	= Kecepatan udara masuk reaktor ( $\text{m/s}$ )

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Hasil Percobaan pada kecepatan udara masuk 0,7 m/s .....	54
Lampiran 2 Tabel Hasil Percobaan pada kecepatan udara masuk 0,9 m/s .....	54
Lampiran 3 Tabel Hasil Percobaan pada kecepatan udara masuk 1,05 m/s .....	55
Lampiran 4 Tabel Distribusi Penurunan Massa Air pada setiap kecepatan udara.....	55
Lampiran 5 Tabel Kenaikan Temperatur Air pada setiap variasi kecepatan Udara.....	57
Lampiran 6 Tabel Distribusi kenaikan suhu reaktor pada setiap variasi Kecepatan udara masuk reaktor .....	58
Lampiran 7 Tabel yield gas, yield arang, yield abu, dan efisiensi pada setiap Variasi kecepatan udara masuk reaktor.....	59
Lampiran 8 Tabel Hasil Percobaan pada variasi campuran 25% arang kayu ....	59
Lampiran 9 Tabel Hasil Percobaan pada variasi campuran 50% arang kayu....	60
Lampiran 10 Tabel Hasil Percobaan pada variasi campuran 75% arang kayu..	60
Lampiran 11 Tabel Hasil Percobaan pada variasi campuran 100% arang kayu	61
Lampiran 12 Tabel Distribusi Kenaikan Temperatur Air pada setiap variasi campuran arang kayu .....	61
Lampiran 13 Tabel Distribusi Penurunan Massa Air pada setiap variasi campuran arang kayu .....	63
Lampiran 14 Tabel Distribusi kenaikan suhu reaktor pada setiap campuran arang kayu .....	64
Lampiran 15 Tabel yield gas, yield arang, yield abu, dan efisiensi pada setiap variasi campuran arang kayu.....	65
Lampiran 16 Perhitungan Menentukan Kebutuhan Udara, Komponen Hasil Gasifikasi, dan Efisiensi Termal .....	65
Lampiran 17 Gambar nyala api pada variasi kecepatan udara masuk 0,7 m/s ..	72
Lampiran 18 Gambar nyala api pada variasi kecepatan udara masuk 0,9 m/s ..	73
Lampiran 19 Gambar nyala api pada variasi kecepatan udara masuk 1,05 m/s	73
Lampiran 20 Gambar nyala api pada variasi campuran 25% arang kayu.....	74

Lampiran 21 Gambar nyala api pada variasi campuran 50% arang kayu.....	74
Lampiran 22 Gambar nyala api pada variasi campuran 75% arang kayu.....	75
Lampiran 23 Gambar nyala api pada variasi campuran 100% arang kayu.....	75
Lampiran 24 Tabel A-4.....	76