

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN GASIFIKASI MENGGUNAKAN *FLUIDIZED BED GASIFIER* BERBAHAN BAKAR SEKAM PADI, SERBUK GERGAJI KAYU JATI DAN SERBUK GERGAJI KAYU SENGON PENGHASIL SYNGAS



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

MUHAMMAD AKBAR RIYADI

NIM : D200 090 089

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2015

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi dengan judul :
**“STUDI EKSPERIMEN GASIFIKASI MENGGUNAKAN *FLUIDIZED BED*
GASIFIER BERBAHAN BAKAR SEKAM PADI, SERBUK GERGAJI
KAYU JATI DAN SERBUK GERGAJI KAYU SENGON PENGHASIL
SYNGAS”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh
derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan
merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan
dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan
dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi
manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan
sebagaimana mestinya.

Surakarta, Desember 2015

Yang menyatakan,



Muhammad Akbar Riyadi

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “STUDI EKSPERIMEN GASIFIKASI MENGGUNAKAN *FLUIDIZED BED GASIFIER* BERBAHAN BAKAR SEKAM PADI, SERBUK GERGAJI KAYU JATI DAN SERBUK GERGAJI KAYU SENGON PENGHASIL SYNGAS”, telah disetujui oleh pembimbing untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana (Strata 1) Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : Muhammad Akbar Riyadi

Nim : D 200 090 089

Disetujui pada:

Hari : Kamis.....

Tanggal : 14 Januari 2016

Pembimbing Utama


(**Nur Aklis, ST, M.Eng.**)

Pembimbing Pendamping


(**Ir. Sartono Putro, MT.**)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “STUDI EKSPERIMEN GASIFIKASI MENGGUNAKAN FLUIDIZED BED GASIFIER BERBAHAN BAKAR SEKAM PADI, SERBUK GERGAJI KAYU JATI DAN SERBUK GERGAJI KAYU SENGON PENGHASIL SYNGAS”, telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **Muhammad Akbar Riyadi**

Nim : **D 200 090 089**

Disahkan pada:

Hari : *Kamis*

Tanggal : *14 Januari 2016*

Tim Penguji

Ketua : **Nur Aklis, ST., M.Eng.** (.....*Nur Aklis*.....)

Anggota 1 : **Ir. Sartono Putro, MT.** (.....*Sartono Putro*.....)

Anggota 2 : **Ir. Sunardi Wiyono, MT.** (.....*Sunardi Wiyono*.....)

Mengetahui,

Dekan

Ketua Jurusan



Ir. Sunarjono, MT., Ph.D.

Tri Widodo Besar R, ST., M.Sc., Ph.D

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 15/A.3-II/TM/TA/I/2015. Tanggal 23 Januari 2015

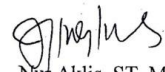
dengan ini :

Nama : Nur Aklis, ST, M.Eng.
Pangkat/Jabatan : Asisten Ahli
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Muhammad Akbar Riyadi
Nomor Induk : D 200 090 089
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : *STUDI EKSPERIMEN GASIFIKASI DENGAN MENGGUNAKAN FLUIDIZED BED GASIFIER (FBG) BERBAHAN BAKAR SEKAM PADI, SERBUK GERGAJI KAYU JATI DAN SERBUK GERGAJI KAYU SENGON PENGHASIL SYNGAS.*
Rincian Soal/Tugas :
- DESAIN ALAT
- TELITI PENGARUH BAHAN BAKAR

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 23 Januari 2015
Pembimbing


Nur Aklis, ST, M.Eng.

Cc. : Sartono Putro, Ir, MT.

Keterangan

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajur
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna merah untuk Pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

Demi masa. Sungguh, manusia berada dalam kerugian, Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebajikan serta saling menasihati untuk kebenaran dan saling menasihati untuk kesabaran.

(Q.S Al- 'Asr 1-3)

Ya Tuhanku, berilah aku petunjuk agar aku dapat mensyukuri nikmat-Mu yang telah Engkau limpahkan kepadaku dan kepada kedua orang tuaku, dan agar aku dapat berbuat kebajikan yang Engkau ridhai ; dan berilah aku kebaikan yang akan mengalir sampai kepada anak cucuku. Sungguh, aku bertobat kepada Engkau, dan sungguh, aku termasuk orang muslim

(Q.S Al- Ahqaf 15)

“Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan.”

(Q.S Taha 114)

Abu Hurairah ra. Berkata Rasulullah saw bersabda, “Barang siapa yang belajar suatu ilmu yang seharusnya mengharap ridha Allah ‘Azza wa jalla, namun ia mempelajarinya hanya karena untuk mendapatkan keuntungan dunia, maka ia tidak akan mendapatkan wangi surga pada hari kiamat.”

(HR. Abu Daud: 3664 dengan sanad yang shahih oleh Al-Albani)

Ya Allah, mudahkanlah semua urusan kami dan terimalah amal ibadah kami, amin.

ABSTRAKSI

Di Indonesia yang hampir sebagian besar wilayahnya merupakan sektor pertanian mempunyai potensi akan biomassa yang sangat melimpah salah satunya adalah sekam padi, serbuk gergaji kayu dari kayu seperti kayu jati dan sengon pemanfaatan bahan sisa produksi tersebut belum maksimal salah satu cara pemanfaatan yang bisa dilakukan dengan proses gasifikasi menggunakan *fluidized bed gasifier* sebagai sumber energi berkelanjutan bagi Indonesia.

Pengujian ini dimulai dengan memasukkan 10 kg pasir silika ukuran 40 mesh dan bahan bakar biomassa 5 kg yang mengalami reaksi oksidasi parsial dengan udara, oksigen, atau campurannya. Reaksi heterogen antara gas dan padatan di dalam reactor gasifier. Reaktor *fluidized bed* tersusun oleh padatan terfluidisasi sehingga padatan bergerak seiring dengan gerakan fluida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performance gasifikasi dengan metode *fluidized bed gasifier*.

Dari penelitian yang dilakukan jenis bahan bakar berpengaruh terhadap temperatur reaktor, temperatur pembakaran, waktu lama pendidihan air, nyala efektif dan efisiensi thermal. Didapatkan Kalor sensible pada sekam padi sebesar 603,718 Kj. Bahan bakar serbuk gergaji kayu sengon campuran sekam padi 603,676 Kj dan bahan bakar serbuk gergaji kayu jati campuran sekam padi 603,670 Kj dan Kalor laten pada bahan bakar sekam padi sebesar 975,74 Kj, bahan bakar serbuk kayu sengon campuran sekam padi sebesar 627,61 Kj dan bahan bakar serbuk gergaji kayu jati campuran sekam padi sebesar 394,63 Kj. Sedangkan untuk temperature pembakaran tertinggi pada percobaan ini yaitu pada serbuk kayu sengon campuran sekam padi sebesar 337°C. Sedangkan bahan bakar sekam padi campuran serbuk gergaji kayu jati memiliki temperatur rata-rata tertinggi 306°C dan sekam padi mencapai rata-rata tertinggi 296°C. Bahan bakar sekam padi memiliki nyala efektif 90 menit, bahan bakar serbuk kayu jati campuran sekam padi 88 menit dan serbuk kayu sengon campuran sekam padi memiliki lama nyala efektif 68 menit.

Kata kunci : Biomassa, reaktor *fluidized bed*, nyala efektif

ABSTRACTION

In Indonesia, most of the region is the agricultural sector has the potential for biomass is very abundant one of which is rice husk, sawdust from wood such as jati and sengon utilization of sewage is not maximum one way use that can be done with the gasification process using a fluidized bed gasifier as a sustainable energy source for Indonesia.

Testing was started with 10 kg of silica sand insert size of 40 mesh and biomass fuels 5 kg who experienced partial oxidation reaction with air, oxygen, or mixtures thereof. Heterogeneous reactions between gases and solids in the gasifier reactor. The fluidized bed reactor is composed of a fluidized solids so that the solids move along with the movement of fluid. This study aims to determine the performance of gasification with a fluidized bed gasifier method.

From research conducted fuel types affect the reactor temperature, combustion temperatures, long time boiling water, effective flame and thermal efficiency. Sensible Heat obtained on rice husk at 603.718 Kj. Fuel wood sawdust mixture sengon 603.676 Kj rice husk and sawdust fuel jati rice husk mixture 603.670 Kj and latent heat of the fuel amounted to 975.74 Kj rice husks, sawdust sengon fuel mixture of rice husk 627.61 Kj and fuel jati sawdust rice husk mixture of 394.63 Kj. As for the highest combustion temperature in this experiment that the sengon sawdust rice husk mixture of 337 ° C. While the rice husk fuel mixture of sawdust jati has the highest average temperature of 306 ° C and rice husk highest average reached 296 ° C. Rice husk fuel has effective flame 90 minutes, the fuel mix powder jati rice husk and sawdust 88 minutes sengon mixture of rice husk have an old flame of an effective 68 minutes.

Keywords :Biomass, fluidized bed reactors, flame effective

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan penuh mengharap ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah, Saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak dan Ibu yang dengan segala Do'a, bimbingan, pengertian, perhatian, kasih sayang, kesabaran, keikhlasan dan pengorbanannya yang sangat besar kepada saya dan kedua adik saya yang menjadi saudara yang senantiasa mendukung dan memberikan semangat kepada saya untuk selalu senantiasa berusaha sebaik mungkin.
2. Nur Aklis, ST., M. Eng. Selaku dosen pembimbing utama tugas akhir yang telah bersedia menasehati, memberikan bimbingan, catatan serta meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan segala perhatiannya kepada kami sehingga kami selalu bersemangat dan termotivasi untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Kami minta maaf jika selama ini kami melakukan kesalahan baik dalam bimbingan tugas akhir maupun yang lainnya.
3. Ir. Sartono Putro, MT. Selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan

bimbingan dan arahnya. Kami minta maaf jika selama ini kami melakukan kesalahan baik dalam bimbingan tugas akhir maupun yang lainnya.

4. Teman seperjuangan tugas akhir Ganet Rosyadi Sukarno dan Wahyu Tri Cahyanto, terimakasih atas kerjasama dan bantuannya.
5. Sahabatku (teman-teman angkatan 2009 teknik mesin yang selalu kompak, dan saling menyemangati)
6. Dosen Universitas Muhammadiyah Surakarta,wabil khusus Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing saya didalam perkuliahan maupun yang lainnya.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Sesungguhnya, segala puji hanyalah milik Allah, atas segala rahmat dan karunia- Nya yang telah terlimpahkan kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Juga kepada keluarga, para sahabat serta orang-orang yang setia mengikuti mereka hingga hari akhir.

Tugas Akhir yang berjudul **“STUDI EKSPERIMEN GASIFIKASI MENGGUNAKAN *FLUIDIZED BED GASIFIER* BERBAHAN BAKAR SEKAM PADI, SERBUK GERGAJI KAYU JATI DAN SERBUK GERGAJI KAYU SENGON PENGHASIL SYNGAS”** ini disusun untuk memenuhi persyaratan Sidang Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, pada kesempatan ini, penulis dengan penuh keikhlasan hati ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT. Ph. D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Tri Widodo Besar Riyadi, ST, M.Sc, Ph. D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

3. Bapak Ir. Tri Tjahjono, MT. selaku Pembimbing Akademik.
4. Dosen Jurusan Teknik Mesin beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Teman – teman angkatan 2009, 2010, 2011, 2012 dan seterusnya yang sudah banyak membantu dan mendukung saya dalam perkuliahan maupun yang lainnya selama di Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. KMTM UMS, BEM FT UMS, BAYU SURYA UMS sebagai sarana melatih keikhlasan serta kesabaran penulis di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Akhir kata, penulis mohon maaf sebelum dan sesudahnya, jika sekiranya terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang disebabkan adanya keterbatasan-keterbatasan antara lain waktu, dana, literatur yang ada, dan pengetahuan yang penulis miliki. Harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat untuk pembaca.

Tugas Akhir ini semoga dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pihak lain yang membutuhkan, Amin ya Robbaallamin.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Surakarta, Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian Skripsi	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lebar Soal Tugas Akhir	v
Halaman Motto.....	vi
Abstraksi	vii
Abstraction	viii
Halaman Persembahan	ix
Kata Pengantar	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Gambar	xvi
Daftar Tabel	xviii
Daftar Simbol	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	11
2.2.2 Fluidisasi	11
2.2.3 <i>Fluidized Bed</i>	14
2.2.4 Keuntungan Fluidisasi.....	15

2.2.5 Pasir Silika	17
2.2.6 Sekam Padi.....	18
2.2.7 Serbuk Gergaji Kayu Jati	20
2.2.8 Serbuk Gergaji Kayu Sengon.....	20
2.2.9 Gasifikasi	22
2.2.10 Tipe Gasifier.....	25
2.2.11 Tahapan Proses Pembakaran.....	26
2.2.12 Gas Metana.....	27
2.2.13 Nilai Pembakaran Biogas	28
2.2.14 Kalor.....	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	32
3.2 Tahapan Penelitian	33
3.3 Instalasi <i>Fluidized Bed</i>	35
3.4 Peralatan Penelitian	36
3.5 Bahan Penelitian.....	45
3.6 Gambar Desain Instalasi Pengujian	46

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data dan pembahasan temperatur reaktor <i>fluidized bed</i> Sekam padi	48
4.2 Data dan pembahasan temperatur reaktor <i>fluidized bed</i> Sekam padi campuran serbuk gergaji kayu sengon	49
4.3 Data dan pembahasan temperatur reaktor <i>fluidized bed</i> Sekam padi campuran serbuk gergaji kayu jati	50
4.4 Data dan pembahasan temperatur reaktor tiga pada Bahan bakar.....	52
4.5 Data dan pembahasan temperatur pembakaran Sekam padi terhadap waktu pada kerja <i>fluidized bed</i>	53
4.6 Data dan pembahasan temperatur pembakaran	

Sekam padi campuran serbuk gergaji kayu sengon.....	54
4.7 Data dan pembahasan temperatur pembakaran	
Sekam padi campuran serbuk gergaji kayu jati.....	55
4.8 Data dan pembahasan temperatur pembakaran tiga	
Bahan bakar.....	56
4.9 Data dan pembahasan hubungan temperatur air	
Terhadap waktu bahan bakar sekam padi	58
4.10 Data dan pembahasan hubungan temperatur air terhadap	
Waktu bahan bakar sekam padi campuran kayu sengon...	59
4.11 Data dan pembahasan hubungan temperatur air terhadap	
Waktu bahan bakar sekam padi campuran kayu jati.....	60
4.12 Data dan pembahasan hubungan temperatur air terhadap	
Waktu tiga variasi bahan bakar.....	61

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Konsep dasar fluidisasi.....	13
Gambar 2.2. Pasir silika	17
Gambar 2.3. Sekam padi	18
Gambar 2.4. Tahapan proses gasifikasi.....	23
Gambar 2.5. Berbagai macam tipe gasifier	25
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.2. Disain sistem <i>fluidized bed</i>	35
Gambar 3.3. Reaktor fluidisasi	36
Gambar 3.4. Lubang distributor.....	38
Gambar 3.5. Plenum	39
Gambar 3.6. Tangki absorber.....	39
Gambar 3.7. Kompor modifikasi	40
Gambar 3.8. Kompresor.....	41
Gambar 3.9. Manometer	42
Gambar 3.10. Anemometer digital.....	42
Gambar 3.11. <i>Thermocouple reader</i>	43
Gambar 3.12. Timbangan analog.....	43
Gambar 3.13. Stopwatch digital	44
Gambar 3.14. Thermometer air raksa	44
Gambar 3.15. Gelas ukur	45
Gambar 3.16. Bahan penelitian.....	45
Gambar 3.17. Instalasi alat <i>fluidized bed gasifier</i>	46
Gambar 4.1. Grafik temperatur reaktor percobaan <i>fluidized bed gasifier</i> Pembakaran sekam padi.....	48
Gambar 4.2. Grafik temperatur reaktor pembakaran serbuk gergaji Kayu sengon campuran sekam padi	49
Gambar 4.3. Grafik temperatur reaktor pembakaran serbuk gergaji Kayu jati dengan campuran sekam padi.....	51
Gambar 4.4. Grafik temperatur reaktor pada tiga bahan bakar	52

Gambar 4.5. Grafik temperatur pembakaran bahan bakar sekam padi Terhadap waktu pada <i>fluidized bed</i>	53
Gambar 4.6. Grafik temperatur pembakaran bahan bakar sekam padi Campuran serbuk kayu sengon pada <i>fluidized bed</i>	54
Gambar 4.7. Grafik temperatur pembakaran bahan bakar sekam padi Campuran serbuk kayu jati pada <i>fluidized bed</i>	55
Gambar 4.8. Grafik temperatur pembakaran tiga bahan bakar	57
Gambar 4.9. Grafik hubungan temperatur air dengan waktu pada bahan Bakar sekam padi	58
Gambar 4.10. Hubungan temperatur air dengan waktu bahan bakar Sekam padi dengan campuran kayu sengon	59
Gambar 4.11. Hubungan temperatur air dengan waktu bahan bakar Sekam padi dengan campuran serbuk gergaji kayu jati..	60
Gambar 4.12. Grafik hubungan temperatur air dengan waktu pada tiga Variasi bahan bakar	62
Gambar 4.16. Grafik perbandingan efisiensi thermal pada tiga variasi Bahan bakar	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi kimia sekam berdasarkan DTC-IPB	19
Tabel 2.2. Sifat-sifat kayu jati menurut S Wirjo M	20
Tabel 2.3. Sifat-sifat kayu sengon menurut Saputro	21
Tabel 2.4. Kelebihan dan kekurangan berbagai tipe <i>gasifier</i>	25
Tabel 2.5. Nilai kalor pembakaran biogas dan natural gas.....	29
Tabel 3.1. Keterangan gambar	46
Tabel 4.13. Perhitungan kalor sensible tiga bahan bakar.....	62
Tabel 4.14. Perhitungan kalor laten air tiga bahan bakar	63
Tabel 4.15. Perhitungan efisiensi thermal tiga variasi bahan bakar.....	63

DAFTAR SIMBOL

Simbol		Satuan
Q	= Kalor	[Joule]
M	= Massa bahanbakar	[kg]
Δh	= Enthalphi pendidihan air	[kJ/kg]
T	= Satuan waktu	[detik]
C_p	= Kalor jenis air	[kJ/kg]
LHV	= Nilai kalor terendah bahan bakar	[kJ/kg]
HHV	= Nilai kalor tertinggi bahan bakar	[kJ/kg]
h_{fg}	= Enthalpy penguapan	[kJ/kg]
W_f	= Massa bahan bakar	[kJ/kg]
ΔT	= $T_2 - T_1$ (perubahan suhu)	[°C]