

TUGAS AKHIR

**PENGARUH KOMPOSISI BIOMASSA SERBUK KAYU DAN
BATU BARA TERHADAP PERFORMA CO-GASIFIKASI
REAKTOR BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER**



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

Disusun Oleh :

NURMAN ADHI PAMUNGKAS

NIM : D.200.130.126

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

2017

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nurman Adhi Pamungkas

NIM : D200130126

Jurusan : Teknik Mesin

Judul Skripsi : " PENGARUH KOMPOSISI BIOMASSA SERBUK KAYU
DAN BATU BARA TERHADAP PERFORMA CO-
GASIFIKASI REAKTOR BUBBLING FLUIDIZED BED
GASIFIER".

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya serahkan ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan bebas plagiat karya orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu/ dikutip dalam naskah dan disebutkan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti skripsi ini hasil plagiat, saya bertanggung jawab sepenuhnya dan bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surakarta, November 2017



Nurman Adhi Pamungkas

D 200 130 126

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KOMPOSISI BIOMASSA SERBUK KAYU DAN BATU
BARA TERHADAP PERFORMA CO-GASIFIKASI REAKTOR
BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER**

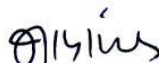
Diajukan Oleh:

NURMAN ADHI PAMUNGKAS

D 200 130 126

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing skripsi Jurusan Teknik Mesin,
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta untuk
dipertahankan dihadapan tim penguji

Surakarta, 14 Desember 2017


Nur Aklis S.T., M.Eng.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "PENGARUH KOMPOSISI BIOMASSA SERBUK KAYU DAN BATU BARA TERHADAP PERFORMA CO-GASIFIKASI REAKTOR BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Nurman Adhi Pamungkas
NIM : D 200 130 126

Disahkan pada

Hari : Selasa
Tanggal : 19 Desember 2017

Tim Penguji :

Ketua : Nur Aklis S.T.,M.Eng
Anggota 1 : Ir.Tri Tjahjono,MT
Anggota 2 : Wijianto S.T.,M.Eng,Sc



Dekan,



Ir. Sri Suparsono, MT. Ph. D

Ketua Jurusan,



Ir. Subroto, MT.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Bedasarkan surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah
Surakarta Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 8 September 2016

Dengan ini :

Nama : Nur Aklis S.T.,M.Eng

Pangkat/jabatan : Asisten Ahli

Kedudukan : Pembimbing

Memberikan soal tugas akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Nurman Adhi Pamungkas

Nomor Induk : D 200 130 126

NIMR : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

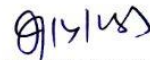
Judul/Topik : Pengaruh Komposisi Biomassa Serbuk Kayu Dan
Batubara Terhadap Peforma CO-GASIFIKASI
Reaktor Bubbling Fluidized Bed Gasifier

Rincian Soal/Tugas : Menghitung kebutuhan udara stoikiometri,
menghitung *air mass flow rate*, menghitung
Equivalence Ratio, menguji pengaruh komposisi
bahan bakar terhadap performa gasifikasi

Demikian soal tugas akhir dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana
mestinya.

Surakarta, 10 Februari 2017

Pembimbing



Nur Aklis S.T.,M.Eng

MOTTO

Kebahagiaan itu bergantung pada dirimu sendiri
(Aristoteles)

Kau takkan pernah mampu menyebrangi lautan sampai kau berani
berpisah dengan daratan
(Cristopher Colombus)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan
(QS. Al Insyirah: 6)

PENGARUH KOMPOSISI BIOMASSA SERBUK KAYU DAN BATU BARA TERHADAP PERFORMA CO-GASIFIKASI REAKTOR BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER

NURMAN ADHI PAMUNGKAS DAN NUR AKLIS

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasuro

e-mail: nurman.adhi@gmail.com

ABSTRAK

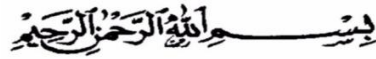
Teknologi co-gasifikasi reaktor bubbling fluidized bed gasifier adalah pengkonversian dua campuran bahan bakar padat terfluidakan secara thermokimia menjadi bahan bakar gas mudah terbakar. Proses ini memerlukan sekitar 50% udara pembakaran. Batubara adalah sumber energi fosil yang paling siap untuk menggantikan peran minyak bumi dengan kelebihan heating value tinggi sedangkan serbuk kayu adalah biomassa yang dapat digunakan sebagai sumber energi ramah lingkungan dengan kelemahan densitas energi rendah. Reaktor Bubbling Fluidized Bed Gasifier yang digunakan untuk penelitian berdiameter 160 mm dengan tinggi 1230 mm dan ketebalan 3 mm. Pasir silika menggunakan mess 30 dan 50 sebagai partikel bed. Komposisi campuran bahan bakar menggunakan 3 variasi dengan total bahan bakar 3kg yaitu 33,3% batu bara: 66,6% serbuk kayu, 50% batu bara: 50% serbuk kayu, dan 66,6% batu bara: 33,3% serbuk kayu, dengan membandingkan jumlah kalor yang dihasilkan. Temperatur operasi dalam penelitian ini adalah 400°C. Hasil dari pengujian, didapatkan jumlah kalor tertinggi terdapat pada campuran bahan bakar 66,6% batu bara: 33,3% serbuk kayu sebesar 2101,430 KJ. Hal ini disebabkan karena komposisi bahan bakar batu bara yang lebih banyak dari biomassa serbuk kayu.

Abstract

Co-gasification technology of bubbling fluidized bed gasifier reactor is the conversion process of two mixed solid fuel into combustible gas thermochemically. This process requires about 50% of air combustion. Coal is the most effective fossil energy source to replace petroleum with high heating value excess, while saw dust is a biomass that can be used as an eco-energy source with low energy density weakness. Bubbling fluidized bed gasifier reactor used for this research with diameter of 160 mm with height 1230mm and thickness of 3 mm. Silika sand used mess 30 and 50 as bed particles. The composition of the fuel mixture uses 3 variations with total fuel of 3kg that's 33.3% coal: 66.6% wood powder, 50% coal: 50% wood powder, and 66.6% coal: 33.3% powder wood, by comparing the amount of heat produced. The operating temperature in this experiment was 400 ° C. The result of the test, the highest amount of heat was found in the fuel mixture 66.6% coal: 33.3% wood powder that's 2101,430 KJ. This is because the composition of coal fuel more than wood powder biomass.

Key Word: mixture coal and powder wood, heat, circulating fluidized bed gasifier reactor

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, semoga senantiasa dalam lindungan-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang jadikan suri tauladan dalam kehidupan ini. Syukur Alhamdulillah penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi berjudul “PENGARUH KOMPOSISI BIOMASSA SERBUK KAYU DAN BATU BARA TERHADAP PERFORMA CO-GASIFIKASI REAKTOR BUBBLING FLUIDIZED BED GASIFIER”, dapat terealisasi atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph. D, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Nur Aklis S.T.,M.Eng., selaku Pembimbing utama yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan saran hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Amin Sulistyanto, S.T., selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan masukan-masukan dan dorongan yang mendukung dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, sehingga penulis dapat mencapai gelar sarjana S-1.

6. Rekan-rekan bayu surya yang bersedia menyediakan tempat untuk penelitian sampai dengan selesai penelitian.
7. Rekan seperjuangan tugas akhir tim gasifikasi (shodiq, niko, deni, ican, mas ari) dan tim turbin angin (irfan, david dan mas danang) yang saling membantu dan menyemangati selama mengerjakan tugas akhir.
8. Teman – teman teknik mesin universitas muhammadiyah surakarta dari berbagai angkatan, khususnya TM 2013 atas pengalaman yang berharga selama kuliah.

Semoga amal baik semua pihak yang membantu dalam penyusunan skripsi ini mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, meskipun telah berusaha untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, November 2017
Penulis,

Nurman Adhi Pamungkas

D 200 130 126

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SEKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
LEMBAR MOTTO	vi
ABSTRAKSI	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Batubara	10
2.2.2 Biomassa.....	10

A. Jenis-jenis Biomassa.....	11
B. Kelebihan dan Kekurangan Biomassa	12
C. Karakteristik Biomassa Sebu Kayu	12
2.2.3 Gasifikasi.....	14
2.2.4 Fluidized Bed Gasifier.....	17
2.2.5 Fluidisasi.....	19
2.2.6 Pembakaran	23
2.2.7 Bed Material.....	25
2.2.8 Perhitungan	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	35
3.2 Tahapan Penelitian	36
3.3 Instalasi Fluidized Bed	38
3.4 Peralatan Penelitian	39
3.5 Bahan Penelitian	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Bahan bakar batubara 33,3% : 66,6% serbuk kayu	44
4.2 Bahan bakar batubara 50% : 50% serbuk kayu	45
4.3 Bahan bakar batubara 66,6% : 33,3% serbuk kayu	46
4.4 Perbandingan Temperatur reaktor pada ketiga bahan bakar ..	48
4.5 Perbandingan Temperatur nyala api	49
4.6 Perbandingan waktu pendidihan air	51
4.7 Nilai kalor	52
4.8 Efisiensi thermal.....	53
BAB V PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Downdraft Gasifier	16
Gambar 2.2.	Updraft Gasifier.....	16
Gambar 2.3.	Crossdraft Gasifier.....	16
Gambar 2.4.	Fluidized Bed Gasifier	18
Gambar 2.5.	Proses Fluidisasi	20
Gambar 2.6.	Diagram Klarifikasi jenis-jenis pasir.....	26
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 3.2.	Desain System Fluidized Bed	38
Gambar 3.3.	Reaktor Fluidisasi.....	39
Gambar 3.4.	Lubang Distributor.....	40
Gambar 3.5.	Plenum.....	41
Gambar 4.1.	Temperatur reaktor campuran bahan bakar batubara 33,3 % : 66,6 % serbuk kayu	44
Gambar 4.2.	Temperatur reaktor campuran bahan bakar batubara 50% : 50 % serbuk kayu	46
Gambar 4.3.	Temperatur reaktor campuran bahan bakar batubara 66,6 % : 33,3 % serbuk kayu	47
Gambar 4.4.	Temperatur Reaktor	48
Gambar 4.5.	Temperatur Nyala Api	50
Gambar 4.6.	Perbandingan waktu pendidihan air	52

Gambar 4.7. Nilai Kalor yang dihasilkan	53
Gambar 4.8. Efisiensi.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perkembangan Produksi Gergaji	13
Tabel 2.2. Ukuran standar ayakan	31

DAFTAR SIMBOL

Simbol		Satuan
Q	= Kalor	[Joule]
m	= Massa bahan bakar	[kg]
C_p	= Kalor Jenis air	[KJ/Kg°C]
ER	= Equivalent Ratio	[kg]
ΔT	= Perubahan Suhu	[°C]
h_{fg}	= enthalpi penguapan	[KJ/Kg)
η_{th}	= Efisiensi thermal reaktor	[%]