

TUGAS AKHIR
Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Kerja Reaktor
Bubble Fluidized Bed Gasifire



Tugas Akhir ini Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar
Sarjana S1
Pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

GANET ROSYADI SUKARNO

D 200 090 097

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
DESEMBER 2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul "Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Kerja Reaktor Bubble Fluidized Bed Gasifire" Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Desember 2015

Yang menyatakan



Ganet Rosyadi Sukarno

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini berjudul "Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Kerja Reaktor Bubble Fluidized Bed Gasifire" telah disetujui pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat awal untuk memperoleh gelar sarjana S-1 teknik mesin di Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disusun oleh:

Nama : Ganet Rosyadi Sukarno

NIM : D 200 090 097

Disetujui pada:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing Utama


Nur Akli, ST., M.Eng

Pembimbing Pendamping



Ir. Sartono Putro, MT

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disahkan oleh dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Mesin di Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada:

Dipersiapkan oleh:

Nama : Ganet Rosyadi Sukarno

NIM : D 200 090 097

Disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Dewan penguji :

1. Nur Aklis, ST.,M.Eng

1. 

2. Ir. Sartono Putro, MT

2. 

3. Nurmuntaha Agung ST.,Pg.Dip

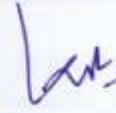
3. 

Mengetahui

Dekan



Ketua Jurusan


Tri Widodo BR, ST, MSc, Ph.D

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 182/A.3-II/TM/TA/IX/2014. Tanggal 16 September 2014

dengan ini :

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

Nama : Ganet Rosyadi Sukarno.
Nomor Induk : D 200 090 097
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : PENGARUH KECEPATAN UDARA TERHADAP KERJA REAKTOR BUBBLE FLUIDIZED GASIFIRE.
Rincian Soal/Tugas :
- DESAIN ALAT
- TELITI PENGARUH KECEPATAN UDARA
- TEMPERATUR KALOR, TEMPERATUR PEMBAKARAN.

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

Surakarta,16 September 2014....

Pembimbing


Nur Aklis, ST., M.Eng.

Cc. : Sartono Putro, Ir., MT.
Lektor

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

Kebajikan apapun yang kamu peroleh adalah dari sisi Allah, dan keburukan apapun yang menimpamu, itu dari kesalahan dirimu sendiri.

(An-Nisa : 79)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan

(QS. Al Insyirah: 6)

Jenius adalah 1 % inspirasi dan 99 % keringat. Tidak ada yang dapat menggantikan kerja keras

(Thomas Alfa Edison)

RINGKASAN

Biomassa sekam padi merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui dan cukup potensial di Indonesia. Melalui teknologi *Reaktor Bubble Fluidized Bed Gasifire*, sekam padi dibakar dengan oksigen terbatas untuk menghasilkan syngas yang dapat langsung dibakar. Pengujian gasifikasi sekam padi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan udara terhadap temperatur pembakaran, nyala efektif dan efisiensi pembakaran.

Penelitian ini diawali dengan mengatur udara dari kompresor yang akan masuk ke dalam reaktor gasifier, kemudian udara tersebut divariasikan kecepatannya. Kecepatan udara yang digunakan adalah 3.5 m/s, 4 m/s dan 4.5 m/s, kemudian diukur temperatur pembakaran setiap 2 menit dengan 4 titik thermocouple yang terpasang.

Hasil penelitian menunjukkan variasi kecepatan udara sangat berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, nyala efektif serta efisiensi tungku. Pada kecepatan udara 3.5 m/s menghasilkan temperature rata-rata pembakaran sebesar 162⁰C, nyala efektif selama 80 menit, dan efisiensi tungku sebesar 22,63%. Kecepatan udara 4 m/s temperatur pembakaran tertinggi sebesar 306⁰C, nyala efektif selama 90 menit dan efisiensi tungku sebesar 9,77%. Kecepatan 4,5 m/s temperatur pembakaran tertinggi sebesar 265⁰C, nyala efektif selama 126 menit dan efisiensi sebesar 7,04%.

Kata kunci: reaktor fluidized bed gasifire, sekam padi, kecepatan udara

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-NYA sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir berjudul “Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Kerja Reaktor Bubble Fluidized Bed Gasifire” dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu penulis pada kesempatan ini dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Nur Aklis, ST., M.Eng selaku pembimbing utama yang telah memberikan dukungan serta arahan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Sartono Putro, MT selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan semangat, doa dan dukungan baik moril maupun materil pada saya sehingga dapat mewujudkan keinginan beliau untuk mendapatkan gelar sarjana teknik.
4. Mery sintiya sinta devi yang selalu memberi motivasi dan yang tak pernah bosan memberikan semangat dan selalu mengingatkan untuk menyelesaikan penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
5. Wahyu Tri Cahyanto dan Muhamad Akbar Riyadi teman seperjuangan dalam penelitian tugas akhir ini, terimakasih atas *support* dan kerja

samanya karna telah memberikan ide-ide baru selama penelitian ini berlangsung.

6. Sidiq Wahono, Muhamad Fajar, Irsat, Uta Lutfi, Bowo, Yudhi dan teman-teman Teknik Mesin angkatan 2009, yang tidak bisa disebutkan satu persatu terimakasih atas bantuan dan dukungannya selama menempuh masa perkuliahan.
7. Team balap syakira racing mas budi, guru balap pak heru, beny, vigi, dan semua teman team GTCS yang tidak bisa disebutkan. Terimakasih telah member support selama menempuh masa perkuliahan.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penulis harapkan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Surakarta, Desember 2015

Ganet Rosyadi Sukarno

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian Skripsi	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir	v
Lembar Motto	vi
Ringkasan	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran	xvi
Daftar Simbol	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6

2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Energi Biomassa	7
2.2.2 Reaksi Pembakaran	10
2.2.3 Gasifikasi	16
2.2.4 Pengertian Fluidisasi	24
2.2.5 Kecepatan Minimum Fluidisasi	25
2.2.6 Syngas	25
2.2.7 Kalor	26
2.2.8 Tahap Pemurnian Gas	28
2.2.9 Pasir Silica	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	33
3.2 Instalasi Fluidized Bed	36
3.3 Persiapan Alat dan Bahan.....	37
3.4 Bahan Penelitian	42
3.5 Tahap Penelitian	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Kecepatan Minimum Fluidisasi pada Pasir Silica Ukuran 0,36 mm	44
4.2 Hasil dan Pembahasan Temperatur Reaktor Gasifikasi dengan Kecepatan Udara 3.5 m/s, 4 m/s, 4.5 m/s	45
4.2.1 Hasil dan Pembahasan Temperature Reaktor gasifikasi Dengan kecepatan udara 3.5 m/s	45

4.2.2 Hasil dan Pembahasan Temperature Reaktor Gasifikasi dengan Kecepatan Udara 4 m/s.....	46
4.2.3 Hasil dan Pembahasan Temperature Reaktor Gasifikasi dengan Kecepatan Udara 4.5 m/s.....	47
4.2.4 Hasil dan pembahasan selisih temperature reaktor gasifikasi Dengan variasi 3 Kecepatan Udara	49
4.3 Hasil dan pembahasan temperature titik api pembakaran reaktor dengan kecepatan udara 3.5 m/s, 4 m/s, 4.5 m/s	50
4.3.1 Hasil dan pembahasan temperature titik api pembakaran reaktor dengan kecepatan udara 3.5 m/s.....	50
4.3.2 Hasil dan pembahasan temperature titik api pembakaran reaktor dengan kecepatan udara 4 m/s.....	51
4.3.3 Hasil dan pembahasan temperature titik api pembakaran reaktor dengan kecepatan udara 4.5 m/s.....	52
4.3.4 Hasil dan pembahasan temperature titik api pada 3 variasi kecepatan udara	53
4.4 Hasil dan pembahasan pendidihan air dengan kecepatan udara pembakaran reaktor 3.5 m/s, 4 m/s, 4.5 m/s	54
4.4.1 Hasil dan pembahasan pendidihan air dengan kecepatan udara pembakaran reaktor 3.5 m/s.....	54
4.4.2 Hasil dan pembahasan pendidihan air dengan kecepatan udara pembakaran reaktor 4 m/s.....	55
4.4.3 Hasil dan pembahasan pendidihan air dengan	

kecepatan udara pembakaran reaktor 4.5 m/s	56
4.4.4 Hasil dan pembahasan pendidihan air pada 3	
Variasi Kecepatan Udara	57
4.5 Perbandingan efisiensi thermal reaktor pada kecepatan	
Udara pembakaran 3.5 m/s, 4 m/s, 4.5 m/s	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gasifikasi Tipe Downdraft	17
Gambar 2.2 Gasifikasi Tipe Crossdraft	18
Gambar 2.3 Gasifikasi Tipe Updraft	19
Gambar 2.4 Gasifikasi Tipe Fluidized Bed	19
Gambar 2.5 Ilustrasi Fluidisasi	24
Gambar 2.6 Diagram Klarifikasi Jenis – Jenis Pasir	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3.2 Desain System Fluidized Bed	36
Gambar 3.3 Reaktor Pembakaran	37
Gambar 4.1 Karakteristik Kecepatan Minimum Fluidisasi Ukuran Partikel 0.36 mm	44
Gambar 4.2 Hasil dan pembahasan temperatur reaktor gasifikasi dengan kecepatan udara 3.5 m/s	45
Gambar 4.3 Hasil dan pembahasan temperatur reaktor gasifikasi dengan kecepatan udara 4 m/s	46
Gambar 4.4 Hasil dan pembahasan temperatur reaktor gasifikasi dengan kecepatan udara 4.5 m/s	47
Gambar 4.5 Hasil dan pembahasan selisih temperature reaktor gasifikasi dengan variasi 3 kecepatan udara.....	49
Gambar 4.6 Hasil dan pembahasan temperature titik api pembakaran reaktor dengan kecepatan udara 3.5 m/s.....	50

Gambar 4.7 Hasil dan pembahasan temperature titik api pembakaran reaktor dengan kecepatan udara 4 m/s.....	51
Gambar 4.8 Hasil dan pembahasan temperature titik api pembakaran reaktor dengan kecepatan udara 4.5 m/s.....	52
Gambar 4.9 Hasil dan pembahasan temperature titik api pada 3 variasi kecepatan udara	53
Gambar 4.10 Hasil dan pembahasan pendidihan air dengan kecepatan udara pembakaran reaktor 3.5 m/s.....	54
Gambar 4.11 Hasil dan pembahasan pendidihan air dengan kecepatan udara pembakaran reaktor 4 m/s	55
Gambar 4.12 Hasil dan pembahasan pendidihan air dengan kecepatan udara pembakaran reaktor 4.5 m/s	56
Gambar 4.13 Hasil dan pembahasan pendidihan air pada 3 variasi kecepatan udara	57
Gambar 4.14 Perbandingan efisiensi thermal reaktor pada kecepatan 3,5 m/s , 4 m/s dan 4,5 m/s	58

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel hasil penelitian pada kecepatan 3.5 m/s

Tabel panas titik api pada kecepatan 3,5 m/s

Tabel pendidihan air pada kecepatan 3,5 m/s

Tabel hasil penelitian pada kecepatan 4 m/s

Tabel panas titik api pada kecepatan 4 m/s

Tabel pendidihan air pada kecepatan 4 m/s

Tabel hasil penelitian pada kecepatan 4.5 m/s

Tabel panas titik api pada kecepatan 4,5 m/s

Tabel pendidihan air pada kecepatan 4,5 m/s

Tabel Perhitungan Kalor Sensible Air pada Kecepatan Udara 3.5 m/s

Tabel Perhitungan Kalor Sensible Air pada Kecepatan Udara 4 m/s

Tabel Perhitungan Kalor Sensible Air pada Kecepatan Udara 4.5 m/s

Tabel Perhitungan Kalor Laten Air

Tabel properties of saturated water

Foto alat dan bahan penelitian

DAFTAR SIMBOL

Simbol		Satuan
Q	= Kalor	[Joule]
M	= Massa bahan bakar	[kg]
Δh	= Enthalphi pendidihan air	[kJ/kg]
T	= Satuan waktu	[detik]

Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Kerja Reaktor Bubble Fluidized Bed Gasifire

Ganet Rosyadi S, Nur Aklis, Sartono Putro

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani Tromol post I Pabelan, Kartasura
Email: Ganet_rosyadi@yahoo.com

ABSTRACTION

Rice husk biomass is a renewable energy source and potential in Indonesia. Through a fluidized bed reactor technology bubble gasifire, burnt rice husk with limited oxygen to produce methane gas that can be directly burned. Rice husk gasification testing aims to determine the effect of air velocity on the combustion temperature, effective flame and combustion efficiency.

This study begins by setting the air from the compressor to the gasifier, the air then varied the speed. Air speed used was 3.5 m / s, 4 m / s and 4.5 m / s, then measured the temperature of combustion every 2 minutes with 4 points thermocouple attached.

The results showed variations in airspeed affects the combustion temperature, effective flame and furnace efficiency. In the air velocity 3.5 m / s generates an average temperature of combustion at 1620C, effective flame for 80 minutes, and amounted to 22.63% efficiency furnace. Air velocity 4 m / s highest combustion temperature of 3060C, effective flame for 90 minutes and furnace efficiency by 9.77%. Speed of 4.5 m / s the highest combustion temperature of 2650C, effective flame for 126 minutes and an efficiency of 7.04%.

Keywords: fluidized bed reactor gasifire, rice husks, airspeed