

SKRIPSI
PERANCANGAN *FLUIDIZED BED GASIFIER*
UNTUK PROSES GASIFIKASI



Oleh:
JOKO PRASETYO
03111405043

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

SKRIPSI
PERANCANGAN *FLUIDIZED BED GASIFIER*
UNTUK PROSES GASIFIKASI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH:
JOKO PRASETYO
03111405043

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN *FLUIDIZED BED GASIFIER* UNTUK
PROSES GASIFIKASI

SKRIPSI


Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

JOKO PRASETYO
03111405043



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, Januari 2018
Dosen Pembimbing,



Dr. Fajri Vidian S.T, M.T.
NIP.197207162006041002

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA


Agenda No. : 02/03-2018/TM
Diterima Tanggal : 14/03-2018
Paraf : 

SKRIPSI

Nama : Joko Prasetyo
NIM : 03111405043
Jurusan : Teknik Mesin
Bidang Studi : Konversi Energi
Judul Skripsi : Perancangan *Fluidized Bed Gasifier* Untuk Proses Gasifikasi

Dibuat Tanggal : April 2017
Selesai Tanggal : Desember 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irvadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, Januari 2018
Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing,


Dr. Fajri Vidian S.T, M.T.
NIP. 197207162006041002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “PERANCANGAN FLUIDIZED BED GASIFIER UNTUK PROSES FLUIDISASI” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Desember 2017.

Palembang, Januari 2018.

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. H. Ismail Thamrin, ST, MT
NIP. 197209021997021001




Anggota:

1. Dr. Ir. H. Darmawi Bayin, MT, MT
NIP. 195806151987031002
2. Ir. Joni Yanto, MT
NIP. 195705221987031003
3. Ellyanie, ST, MT
NIP. 196905011994122001



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Dosen Pembimbing,



Dr. Fajri Vidian, ST, MT
NIP.197207162006041002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Joko Prasetyo

NIM : 03111405043

Judul : Perancangan *Fluidized Bed Gasifier* Untuk Proses Gasifikasi

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsure penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Januari 2018



Joko Prasetyo

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Joko Prasetyo

NIM : 03111405043

Judul : Perancangan *Fluidized Bed Gasifier* Untuk Proses Gasifikasi

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Januari 2018

Penulis



Joko Prasetyo

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul “PERANCANGAN *FLUIDIZED BED GASIFIER* UNTUK PROSES GASIFIKASI”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendiri, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang, secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat, kasih, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, sehingga dapat diselesaikannya skripsi ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendukung baik dalam hal materil maupun doa.
3. Bapak Dr. Fajri Vidian, S.T, M.T selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Amir Arifin, ST, M.Eng, Ph.D, selaku seketariat Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan staf pengajar yang telah membekali saya dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun skripsi ini.
7. Terkhusus Hesti Prastika
8. Teman satu bimbingan akademik satu bimbingan skripsi Permadi Waskito
9. Teman seperjuangan Dede Kurniawan, Juliansyah, Mario Romadhon, Arif Rahman Hakim, Hendratama M.F, Dika Nanda Pratama, Yunata Agyl P, Zaini Sanda, Leonardo Lavarthe

10. Semua teman Angkatan 2011 Teknik Mesin.
11. Para kakak tingkat dan adik tingkat.
12. Pihak terkait lainnya yang membantu selesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan..

Palembang, Januari 2018
Penulis



Joko Prasetyo

RINGKASAN

PERANCANGAN *FLUIDIZED BED GASIFIER* UNTUK PROSES GASIFIKASI

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Januari 2018

Joko Prasetyo : dibimbing oleh Dr. Fajri Vidian S.T, M.T.

DESIGN OF FLUIDIZED BED GASIFIER FOR GASIFICATION PROCESS

xxi + 47 halaman, 20 gambar

Gasifikasi adalah proses perubahan energi dimana awalnya wujud padat diubah menjadi dalam bentuk gas. Teknologi ini digunakan untuk mengkonversikan bahan bakar padat seperti batubara golongan rendah menjadi gas mudah terbakar. Pada proses gasifikasi ini menggunakan metode fluidisasi. Pada proses gasifikasi ini penelitiannya menggunakan tipe reaktor *fluidized bed gasifier* atau unggun terfluidisasi. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah mendapatkan dimensi utama *gasifier*, mendapatkan kapasitas tekanan blower dan mendapatkan gambar 3D dan gambar kerja. Perancangan di dasarkan pada daya keluaran mesin sebesar 25 kW, nilai kalor batubara 5695 kcal/kg dan analisa ultimate bahan bakar. Hasil perancangan diperoleh dimensi utama *gasifier* sebagai berikut : Tinggi total (Ht) sebesar 288 cm, Diameter sebesar 32 cm, TDH sebesar 224 cm dan tinggi unggun berekspansi (H) sebesar 64 cm. Nozel diperoleh dimensi sebagai berikut : Tinggi sebesar 5 cm, Diameter nozel sebesar 2 cm tinggi sebesar 5 cm. *Orifice* diperoleh dimensi sebesar 0,21 cm. Kapasitas kompressor 0,21 m³/det dan tekanan kompressor 23,53 kPa.

Kata Kunci : *Fluidized Bed Gasifier*, Gasifikasi, Fluidisasi

Kepustakaan :

SUMMARY

FLUIDIZED BED GASIFIER DESIGNATION FOR GASIFICATION PROCESSES

Scientific Paper in the form of Skripsi, January 2018

Joko Prasetyo; supervised by Dr. Fajri Vidian S.T, M.T.

PERANCANGAN *FLUIDIZED BED GASIFIER* UNTUK PROSES GASIFIKASI

xxi + 47 pages, 20 pictures

Gasification is a process of energy change where initially a solid state is transformed into a gas form. This technology is used to convert solid fuels such as low gologan coal into combustible gas. In this gasification process using fluidization method. In this gasification process, the research uses the type of fluidized bed gasifier reactor or fluidized bed. The purpose of this research is to get the main dimension of gasifier, get blower pressure capacity and get 3D image and work drawing. The design is based on engine output power of 25 kW, coal calorific value of 5695 kcal/kg and ultimate fuel analysis. The design result obtained by the main dimension of gasifier as follows: The total height (Ht) of 288 cm, the diameter of 32 cm, TDH of 224 cm and the height of the expanding bed (H) of 64 cm. Nozzle obtained dimensions as follows: Height of 5 cm, Diameter nozzle of 2 cm height by 5 cm. Orifice obtained dimensions of 0.21 cm. Capacity of compressor 0.21 m³ / s and compressor pressure 23,53 kPa.

Keywords : *Fluidized bed Gasifier, Gasification, Fluidization*

Citations :

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Agenda	v
Halaman Persetujuan	vii
Halaman Pernyataan Integritas	ix
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	vii
Summary	xvii
Daftar Isi	xix
Daftar Gambar	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Gasifikasi	5
2.1.1 Tipe reaktor gasifikasi.....	6
2.1.1.1 <i>Fixe bed</i>	6
2.1.1.2 <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	8
2.1.2 Reaksi proses gasifikasi	10
2.2 Fluidisasi	13
2.2.1 Kecepatan Fluidisasi Minimum	15
2.2.2 Kecepatan Fluidisasi Selama Proses Gasifikasi	17
2.3 Dimensi Utama Reaktor	17
2.3.1 Dimensi Utama <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	17

2.4 Distributor	20
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Alur Penelitian	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Perhitungan Diamter <i>Gasifier</i>	29
4.1.1 Penetapan Daya Keluaran Mesin Sebesar 25 kW	29
4.1.2 Perhitungan Energi Yang Diperlukan atau Dibutuhkan <i>Gasifier</i>	29
4.1.3 Perhitungan Laju Pemakaian Bahan Bakar \dot{m}_{bb}	30
4.1.4 Perhitungan Kapasitas Udara <i>Gasifier</i>	30
4.1.5 Perhitungan Diameter <i>Gasifier</i>	31
4.2 Perhitungan Tinggi <i>Gasifier</i>	32
4.2.1 Kecepatan Minimum Fluidisasi (U_{mf})	32
4.2.2 Perhitungan Kecepatan Proses Fluidisasi (U_f)	33
4.2.3 Perhitungan Tinggi Total <i>Gasifier</i> (H_t)	34
4.3 Perhitungan Diameter <i>Orifice</i> Pada Distributor	36
4.3.1 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Diatas Unggun	36
4.3.2 Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Pada Distributor	36
4.3.3 Perhitungan Kecepatan Udara Melalui <i>Orifice</i>	37
4.3.4 Perhitungan Diameter <i>Orifice</i>	37
4.4 Perhitungan Tekan Kerja Kompresor	38
4.5 Gambar Kerja 3 Dimensi.....	39
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses <i>Updraft Gasifier</i>	7
Gambar 2.2 Proses <i>Downdraft Gasifier</i>	8
Gambar 2.3 <i>Bubbling Fluidized Bed Gasifier</i>	9
Gambar 2.4 <i>Circulating Fluidized Bed Gasifier</i>	10
Gambar 2.5 Reaksi Proses Gasifikasi	11
Gambar 2.6 Skema Unggun Diam	13
Gambar 2.7 Fenomena <i>Fixed Bed</i>	14
Gambar 2.8 Fenomena Minimum	14
Gambar 2.9 <i>Transition From Packed Bed To Fluidized Bed</i>	15
Gambar 2.10 <i>Transition From Packed Bed To Fluidized Bed</i>	16
Gambar 2.11 Dimensi Utama <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	18
Gambar 2.12 <i>Theshlod Disenganging Height (TDH)</i>	19
Gambar 2.13 Jenis Tipe Distributor	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4.1 Grafik <i>Theshold Disenganging Height (TDH) Zein and Weil</i>	35
Gambar 4.2 Gambar 3 Dimensi <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	39
Gambar 4.3 Gambar 3 Dimensi <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	40
Gambar 4.4 Gambar Kerja <i>Fluidized Bed Gasifier</i>	41
Gambar 4.4 Gambar Kerja Distributor	42
Gambar 4.4 Gambar Kerja <i>Orifice</i> Pada Distributor	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peranan batubara saat ini mulai menggantikan minyak bumi, dimana minyak bumi saat ini mulai berkurang. Hampir semua sektor industri mulai mencari bahan bakar alternatif, salah satunya menggunakan batubara, dimana batubara sendiri bisa menggantikan minyak bumi melalui beberapa proses.

Data penelitian menyebutkan bahwa jumlah cadangan batubara di Indonesia lebih banyak dibandingkan dengan minyak bumi yang mana minyak bumi dan gas alam, diperkirakan akan habis sekitar 20 - 30 tahun lagi, sedangkan untuk batubara sendiri diperkirakan akan habis sekitar 150 tahun lagi (Hamka, 2017).

Jumlah Batubara dunia sekitar 787 milyar ton dimana China menduduki peringkat pertama dan Indonesia menduduki peringkat ketiga (Departemen ESDM, 2014). Batubara di Indonesia sendiri hanya 31,36 milyar ton dari jumlah batubara dunia yang ada di wilayah Kalimantan 47% dan Sumatera 53% (Data Ditjen Minerba ESDM, 2013).

Batubara yang ada di Indonesia ini memiliki cukup banyak jenisnya. Dimana pada tahun 2013 badan geologi kementerian ESDM mencatat 64% batubara kualitasnya sedang dengan 5100 - 6100 kal/gr dan 30% batubara kualitas rendah dibawah 5100 kal/gr serta sisanya 1% batubara kualitas tinggi dan sangat tinggi 6100 - 7100 kal/gr.

Jika jumlah batubara di Indonesia saat ini sebesar 31,36 milyar ton dan kita manfaatkan semuanya untuk menjadi energi maka dapat menghasilkan

31,36 GW (Budi, 2013). Dalam memanfaatkan batubara untuk menjadi bahan bakar sebagai pengganti minyak bumi dan gas terlebih dahulu dilakukan proses perubahan yang mana salah satunya proses pemanfaatan batubara ini dilakukan dengan proses gasifikasi.

Gasifikasi sendiri salah satu teknologi yang di gunakan untuk mengkonversikan bahan bakar padat seperti batu bara yang akan di olah menjadi gas yang mudah terbakar. Adanya teknologi ini mendekati semua bahan berbentuk organik dan kering bisa di manfaatkan dan bisa diubah jadi bahan bakar salah satu contoh potongan kayu kering, batok kelapa dan masih banyak yang lainnya. Salah satu metode gasifikasi yang digunakan adalah metode fluidisasi.

Fluidized bed gasifier memiliki beberapa kelebihan dibandingkan *Fixed bed gasifier* dimana *heat transfer* cukup baik. *Fluidized bed gasifier* juga kemampuan dalam memproses bahan bakar yang memiliki kualitas rendah atau bahan bakar yang memiliki kandungan abu yang tinggi. Khususnya untuk abu yang titik leburnya tinggi kontak antara bahan bakar dan gas sangatlah bagus. Hal ini sangat efisien dalam proses pembakaran ini ditambah lagi luas permukaan yang dimiliki *fluidized bed* ini lebih besar sehingga reaksi berlangsung dengan cepat, serta dalam pengoperasian ini kondisinya bisa berubah-ubah karena temperatur dapat dikontrol antara udara dan bahan bakar (Sanchez,1990).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dibuat diatas, maka penulis merumuskan masalah yang akan diangkat dalam penelitian yaitu bagaimana proses perancangan dan desain *Fluidized bed gasifier*.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat adanya keterbatasan waktu dan alat ukur maka penelitian dibatasi pada

1. Desain *Reaktor*
2. Kapasitas dari tekanan *blower*

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan maka disusunlah tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Mendapatkan dimensi utama *gasifier*.
2. Mendapatkan kapasitas dari tekanan *blower* .
3. Mendapatkan Gambar kerja 3D

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini oleh penulis yaitu untuk menambah wawasan dan menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama mengikuti perkuliahan serta dapat mengetahui proses-proses fluidisasi dan memberikan kontribusi sebagai bahan referensi bagi mahasiswa yang ingin melakukan proses fluidisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Basu,2010. *Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design*, Elsevier.Inc, United States
- Shaka,1974. *Combustion Engineering and fuel Technology* Oxford & IBH Publishin.
- Borman,1998. *Combustion Engineering*, Mc Graw Hill, Singapura.
- Basu,1984. *Design of Gas Distributors for Fluidized Bed Boilers*,Pergamon Press, New York, pp 45-62.
- Basu,2007. *Combustion and Gasification in fluidized bed*. Francis.
- Basu,2006. *Combustion and Gasification in Fluidized Bed*, Halifax:Taylor and Francis Group LLC.
- Ragland,1998. *Combustion Engineering*, McGraw-Hill, New York.
- Rashkovskaya,1997. *Drying in fluidized bed*. (5th edition, Khimiya, Leningrad, in Russian.
- Putu,2007. "Rancangan Dasar *Gasifier* Batubara Sirkulasi Unggun Mengambang Untuk Membangkitkan Listrik 1 MW". *Jurnal Sains dan Teknologi EMAS*, Vol. 17, No. 4.
- Kuprianov, 002. *Emission performance and combustion efficiency of a conical fluidized-bed combustor firing various biomass fuels* Sirindhron Institute Techology, Thailand.
- Budi,2013. *Perhitungan Faktor Emisi CO₂ PLTU Batubara dan PLTN*, Vol.15, No. 4
- Hamka,2017. *Potensi Batubara Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Pengembangan Industri Logam*, Vol. 2