

NASKAH PUBLIKASI

KARYA ILMIAH

Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kerja Reaktor Bubble Fluidized Bed Gasifire



Disusun Untuk Memenuhi Tugas dan Syarat – Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S1) Jurusan Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

WAHYU TRI CAHYANTO

D 200 090 098

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

2016

HALAMAN PENGESAHAN

Naskah publikasi ini berjudul "Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kerja Reaktor Bubble Fluidized Bed Gasifire " telah disahkan oleh pembimbing dan koordinator sebagai syarat seminar tugas akhir dan ujian tugas akhir.

Disusun oleh:

Nama : Wahyu Tri Cahyanto

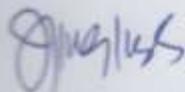
NIM : D200 090 098

Disetujui pada:

Hari : Sabtu

Tanggal : 9 Januari 2016

Pembimbing Utama



Nur Aklis, ST., M.Eng

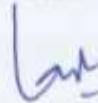
Pembimbing Pendamping



Amin Sulistyanto, ST

Mengetahui,

Ketua Jurusan



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

EFFECT OF PARTICLE SIZE OF WORK BUBBLE REACTOR FLUIDIZED BED GASIFIRE

Wahyu Tri Cahyanto, Nur Aklis, Amin Sulityanto

Mechanical Engineering University of Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol post I Pabelan, Kartasuro

e-mail: wahyoe.cahyanto26@gmail.com

ABSTRACTION

This study aims to determine the effect of beta particle size of the bubble fluidized bed reactor working gasifire, to determine the temperature of the reactor, to determine the length of boiling water, to determine the thermal efficiency of the reactor.

In this study, using a variation of the silica sand size of 0.36 mm, 0.46 mm, 0.55 mm. Retrieving data using 5 kg of rice and 10kg of silica sand include minimum speed of fluidization, reactor temperature, temperature hotspots, temperature boiled water to boil 2 liters of water every 2 minutes.

The results showed a variation of 0.36 mm silica sand combustion temperature obtained the highest average for 307,50C, time effective flame for 90 minutes. old boiling water for 22 minutes and the reactor thermal efficiency of 9.81%. Variations in the size of 0.46 mm silica sand combustion temperature obtained the highest average of 1350C, effective burning time for 110 minutes. old boiling water for 52 minutes and the reactor thermal efficiency of 11.04%. Variations in the size of 0.46 mm silica sand combustion temperature obtained the highest average for 169,50C, time effective flame for 112 minutes. old boiling water for 40 minutes and the reactor thermal efficiency of 9.68%.

Keywords: Silica Sand, Heat, Bubble Reactor Fluidized Bed Gasifier

PENGARUH UKURAN PARTIKEL TERHADAP KERJA REAKTOR BUBBLE FLUIDIZED BED GASIFIER

Wahyu Tri Cahyanto, Nur Aklis, Amin Sulityanto
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasuro
e-mail: wahyoe.cahyantoe26@gmail.com

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel bed terhadap kerja reaktor fluidized bed gasifier, untuk mengetahui temperature reaktor, untuk mengetahui lama pendidihan air, untuk mengetahui efisiensi thermal reaktor.

Pada penelitian ini menggunakan variasi pasir silika ukuran 0,36 mm, 0,46 mm, 0,55 mm. Mengambil data menggunakan 5 kg sekam padi dan 10kg pasir silika meliputi kecepatan minimum fluidisasi, temperature reaktor, temperature titik api, temperature air yang dididihkan dengan 2 liter air yang dididihkan setiap 2 menit.

Hasil penelitian menunjukkan variasi pasir silika 0,36 mm didapatkan temperature pembakaran rata-rata tertinggi sebesar 307,5⁰C, waktu nyala efektif selama 90 menit . lama pendidihan air selama 22 menit dan efisiensi thermal reaktor 9,81 %. Variasi pasir silika ukuran 0,46 mm didapatkan temperature pembakaran rata-rata tertinggi sebesar 135⁰C, waktu nyala efektif selama 110 menit . lama pendidihan air selama 52 menit dan efisiensi thermal reaktor 11,04 %. Variasi pasir silika ukuran 0,46 mm didapatkan temperature pembakaran rata-rata tertinggi sebesar 169,5⁰C, waktu nyala efektif selama 112 menit . lama pendidihan air selama 40 menit dan efisiensi thermal reaktor 9,68 %.

Kata Kunci : Pasir Silika, Kalor, Reaktor Fluidized Bed Gasifier

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia adalah negara tropis yang mempunyai potensi akan Biomassa yang sangat besar salah satunya adalah sekam padi. Sekam padi sangat mudah di dapat karena jumlahnya yang sangat melimpah dan untuk sekarang ini hanya digunakan sebagai bahan bakar pada industry batu bata dan genteng. Dengan mengetahui komposisi dan kandungan kimia yang terdapat dalam sekam padi, bahan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energy alternative, bahan tersebut dapat dijadikan sumber energi alternatif melalui proses gasifikasi.

Salah satu teknologi potensial untuk pemanfaatan limbah biomassa adalah teknologi gasifikasi. Proses ini berlangsung di dalam suatu alat yang disebut *gasifier*. Ke dalam alat ini dimasukkan bahan bakar biomassa yang mengalami reaksi oksidasi parsial dengan udara, oksigen, atau campurannya. Reaksi heterogen antara gas dan padatan di dalam *gasifier* reaktor disebut *fluidisasi*. Teknologi *Fluidisasi* banyak diaplikasikan di teknologi reaktor, salah satunya di gasifikasi *fluidized*. Fluidisasi adalah proses dimana benda padat halus (partikel) diubah menjadi fase yang berkelakuan seperti fluida cair melalui kontak dengan gas atau cairan (Kunii dan Levenspiel 1969). Fenomena ini terjadi pada media yang disebut dengan *fluidized bed*, dimana *fluidized bed* merupakan suatu bejana yang berisi partikel padat yang dialiri fluida dari bawah bejana. Menurut Zenz dan Othmer (1960) secara prinsip ada 4 aspek keunggulan yang dimiliki oleh *fluidized bed* jika dibanding dengan teknologi kontak yang lainnya yaitu; (1) pada aspek kemampuan untuk mengontrol temperature, (2) kemampuan beroperasi secara kontinu, (3) keunggulan dalam persoalan perpindahan panas, dan (4) keunggulan dalam proses katalis. Karakteristik gelembung sangat berpengaruh terhadap kerja dari *fluidized bed*. Menurut Oka dan Anthony (2004) Analisis perpindahan kalor dan perpindahan massa, proses percampuran partikel dan reaksi kimia pada *fluidized bed* dikaji berdasarkan karakteristik gelembung yang terjadi. Analisis perpindahan kalor dan perpindahan massa, proses percampuran partikel dan reaksi kimia pada *fluidized bed* dikaji berdasarkan karakteristik gelembung yang terjadi. Menurut (Geldart. 1991 dikutip dalam Irvandi 1991) meneliti perilaku tiap-tiap kelompok pasir ketika mengalami fluidisasi. Dia mengategorikan klasifikasi ini dengan cara membuat plot grafik diameter partikel pasir terhadap selisih antara massa jenis partikel pasir dengan massa jenis udara.

Pembatasan masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

- a. Metode pengukuran diameter partikel menggunakan ayakan mesh (30, 35, 40)
- b. Alat ukur flow meter menggunakan anemometer.
- c. Temperature reaktor diukur di dua titik.
- d. Kecepatan minimum fluidisasi didefinisikan sebagai kecepatan *superficial* udara dalam *bed* dan ditentukan dengan metode pengamatan terhadap tekanan di *bed*.

Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

- a. Untuk mengetahui pengaruh ukuran bed terhadap kecepatan minimum fluidisasi.
- b. Untuk mengetahui temperature reaktor.
- c. Untuk mengetahui lama pendidihan air.
- d. Untuk mengetahui efisiensi thermal reaktor.

Tinjauan Pustaka

DASAR TEORI

Diputra(2010), "Studi Karakteristik Pembakaran Cangkang Kelapa Sawit Menggunakan *Fluidized Bed Combustor* Universitas Indonesia". Pada penelitian *Fluidized bed combustor* UI termasuk jenis *bubbling fluidized bed* (BFB) yang mana saat beroperasi kecepatan aliran udara tidak cukup tinggi untuk membawa partikel hamparan yaitu pasir untuk terbawa keluar dari reactor melewati riser menuju siklon.

Nur Aklis(2013), "Studi Eksperimen Karakteristik Gelembung Pada *Bubbling Fluidized Bed*". Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan instalasi fluidized bed 2 dimensi yang terbuat dari kaca dengan ukuran 260 x 35 x 800 mm. Distributor udara yang digunakan adalah tiga jenis distributor udara yang terdiri distributor tipe 1 (jumlah lubang 3), tipe 2 (jumlah lubang 5), dan distributor tipe 3 (jumlah lubang 7). Sedangkan partikel yang digunakan terdiri dari : partikel 100% pasir kuarsa, partikel campuran 75% pasir + 21,7% kokas + 33,% kapur, dan partikel campuran 80% pasir + 5% kokas +15% kapur.

Handoyo(2013), "Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Temperature Pembakaran Pada Tungku Gasifikasi Sekam Padi". Pada penelitian ini diawali dengan memodifikasi saluran udara dari blower divariasikan kecepatannya. Kecepatan udara yang digunakan adalah 3,5 m/s, 4,0 m/s, dan 4,5m/s. Kemudian diukur temperature pembakaran dan temperature pendidihan air tiap 3 menit.

Biomassa

Biomassa adalah sumber energi yang dapat terbarukan yang berasal dari material organik, misalnya : hasil pertanian, perkebunan, sampah organik, dan lain sebagainya. Biomasa merupakan salah satu bentuk energi kimia, dimana energi yang terkandung disimpan dalam bentuk ikatan ato atau

molekul, energi kimia inilah yang nantinya dapat dikonversikan ke bentuk energi lain yang berguna untuk manusia. Energi ini juga merupakan energi yang ramah lingkungan karena menghasilkan energi yang ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang tidak sebesar emisi gas buang bahan bakar fosil.

Gasifikasi

Menurut Higman Van Der Burgt (2003), gasifikasi adalah konversi bahan bakar padat menjadi gas dengan oksigen terbatas dimana udara yang diperlukan lebih rendah dari udara yang digunakan untuk proses pembakaran yang menghasilkan gas yang bisa dibakar, seperti CH_4 , H_2 , CO dan senyawa yang sifatnya impuritas seperti H_2S , CO_2 , TAR. Gasifikasi (*gasification*) merupakan konversi bahan bakar karbon menjadi produk gas yang memiliki nilai kalor yang berguna. Atau secara sederhana proses gasifikasi dapat dikatakan sebagai reaksi kimia pada temperatur tinggi antara biomassa dengan udara. Tujuan gasifikasi sendiri yaitu meningkatkan nilai tambah dan kegunaan dari sampah atau material dengan nilai rendah.

Fluidisasi

Merupakan salah satu cara untuk menggontakkan butiran padat dengan fluida. Apabila kecepatan fluida relative rendah, unggun tetap diam karena fluida hanya mengalir melalui ruang antar partikel tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan susunan partikel tersebut. Apabila kecepatan fluida dinaikkan sedikit demi sedikit, pada saat tertentu penurunan tekanan akan sama dengan gaya berat yang bekerja pada butiran-butiran padat sehingga unggun mulai bergerak. Kemudian unggun mulai mengembang tetapi butiran masih saling kontak satu sama lain, terjadi penurunan tekanan sampai titik tertentu dimana butiran telah berada dalam keadaan saling lepas. Peningkatan kecepatan selanjutnya akan mengakibatkan butiran-butiran saling lepas satu sama yang lain sehingga butiran bisa bergerak lebih mudah dan mulailah unggun terfluidakan. Dalam proses ini, isi dalam tabung menyerupai cairan yang mendidih. Setelah mencapai ketinggian tertentu butiran akan jatuh kembali dan hanya partikel yang halus akan terbawa aliran fluida. Atas dasar sifat-sifat diatas maka bed ini disebut *fluidized bed*.

Bed Material

Material hamparan (*Bed Material*) yang digunakan pada reaktor *bubble fluidized bed gasifier* adalah pasir . Pasir ini digunakan sebagai media pentransfer panas terhadap bahan bakar yang akan dibakar. Salah satu persyaratan yang harus dimiliki oleh pasir adalah nilai konduktifitas yang baik dan kalor jenis yang rendah. Fungsi Partikel dalam pembakaran adalah untuk membantu pembakaran didalam ruang bakar dan membantu mempertahankan temperature ruang bakar. Partikel-partikel tersebut harus mampu menjadi penahan thermal shock (lonjakan suhu). Partikel yang umumnya digunakan adalah pasir silika atau kuarsa, dengan ukuran partikel

mesh 20 sampai *mesh* 50. Pasir yang digunakan sebagai media harus memenuhi persyaratan teknik diantaranya yaitu konduktifitas thermal yang tinggi, kalor jenis yang rendah, titik lebur yang tinggi, serta tahan terhadap temperature tinggi dalam waktu yang lama. Menurut (Geldart. 1991 dikutip dalam Irvandi, P.A.D) meneliti perilaku tiap-tiap kelompok pasir ketika mengalami fluidisasi.

Kecepatan Minimum Fluidisasi

Bila gas dilewatkan melalui lapisan hamparan partikel padat pasir pada kecepatan rendah, partikel-partikel tidak akan bergerak. Jika kecepatan fluida berangsur-angsur dinaikkan, partikel-partikel pasir itu akan mulai bergerak dan melayang di dalam reaktor, dan gesekan (*friction*) menyebabkan terjadinya penurunan tekanan (*pressure drop*). Ketika kecepatan udara dinaikkan, penurunan tekanan meningkat sampai besar penurunan tekanan tersebut sama dengan besar hamparannya dibagi dengan luas penampangnya. Kecepatan ini disebut kecepatan minimum fluidisasi. Kecepatan minimum fluidisasi adalah kecepatan superfisial terendah yang dibutuhkan untuk terjadinya fluidisasi.

Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi cepat suatu senyawa dengan oksigen disertai dengan pembebasan kalor atau panas dan cahaya.

Berdasarkan gas sisa yang dihasilkan, pembakaran dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Pembakaran sempurna (*complete combustion*), terjadi apabila bahan bakar yang mengandung unsur C, H dan S bereaksi membentuk CO_2 dan H_2O .
2. Pembakaran tidak sempurna, terjadi apabila proses pembakaran bahan bakar menghasilkan karbon monoksida (CO) dimana disebabkan oleh kurangnya persediaan oksigen.

Dalam pembakaran pada proses fluidisasi ini menggunakan proses mekanisme pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan gas sisa hasil pembakaran berupa gas metana (CH_4), gas karbon dioksida (CO_2), gas hidrogen (H_2), hidrogen sulfida (H_2S), gas karbon monoksida (CO) dan TAR.

Syn Gas

Gas sintetis (*syn gas*) adalah campuran dari karbon monoksida (CO) dan Hidrogen (H). *Syn gas* dihasilkan dari metana yang merupakan komponen dari gas alam. Metana adalah hidrokarbon yang sederhana berbentuk gas dengan rumus kimia CH_4 . *Syn Gas* merupakan komponen utama gas alam karena merupakan sumber bahan bakar utama. *Syn Gas* bersifat tidak berbau, tidak berwarna dan sangat mudah terbakar, tetapi jika digunakan untuk keperluan komersial, biasanya ditambahkan sedikit bau belerang untuk

mendeteksi kebocoran yang mungkin terjadi. Sebagai syn gas hanya mudah terbakar bila konsentrasinya mencapai 5-15% diudara.

Kalor

Kalor adalah energi yang merambat atau berpindah karena ada perbedaan suhu atau temperatur. Kalor juga dapat didefinisikan sebagai energi panas yang dimiliki oleh suatu zat. Secara umum untuk mendeteksi adanya kalor yang dimiliki oleh suatu benda yaitu dengan mengukur suhu benda tersebut. Kalor bergerak dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah. Ketika suatu benda melepas panas ke sekitarnya dapat dituliskan $Q < 0$, sedangkan ketika benda menyerap panas dari sekitarnya dapat dituliskan $Q > 0$.

Kalor pada suhu 25 °C - 100 °C (kalor sensible air) dapat dicari dengan persamaan:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Dimana:

Q = kalor sensible air (KJ)

m = massa air mula-mula (Kg)

C_p = kalor jenis air (KJ/Kg. °C)

ΔT = $T_2 - T_1$ (perubahan suhu °C)

Kalor pada saat air mendidih (kalor laten air), dapat dicari dengan persamaan:

$$Q = m_{\text{uap}} \cdot h_{\text{fg}}$$

Q = kalor laten air (KJ)

m_{uap} = massa uap (Kg)

h_{fg} = enthalpi penguapan (KJ/Kg)

Massa uap air dapat dicari :

$$m_{\text{uap}} = m_a \cdot m_b$$

Dimana:

m_a = massa air mula-mula (Kg)

m_b = massa air akhir (Kg)

Kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran sekam padi dapat dicari dengan persamaan:

$$Q = W_f \cdot \text{LHV}$$

Dimana:

Q = kalor biomassa (KJ)

W_f = massa bahan bakar (Kg)

LHV = nilai kalor terendah bahan bakar (KJ/Kg)

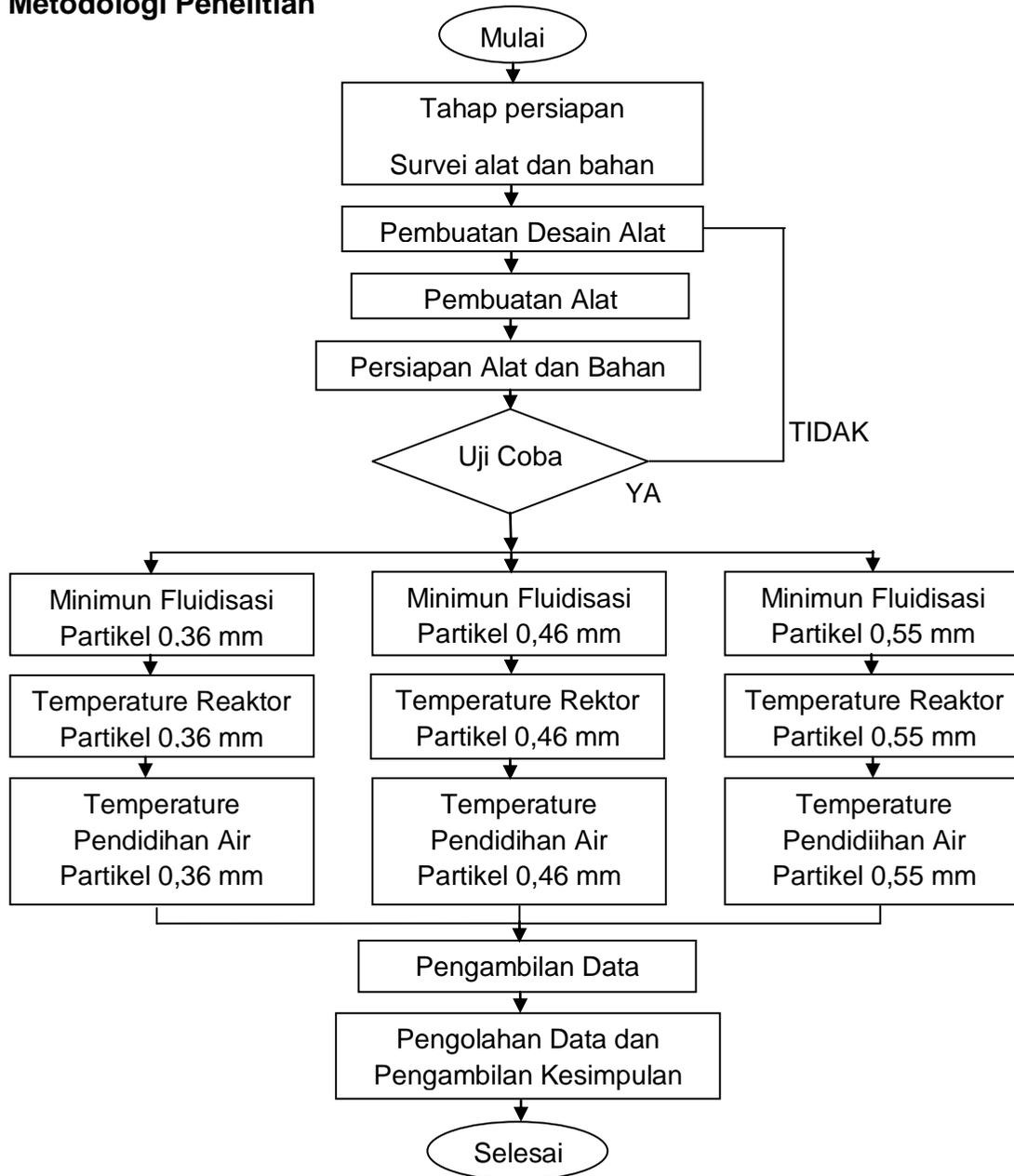
Sehingga efisiensi thermal reaktor dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$\eta_{th} = \frac{\text{Kalor yang terpakai}}{\text{Kalor yang dihasilkan bahan bakar}} \times 100\%$$

Dimana:

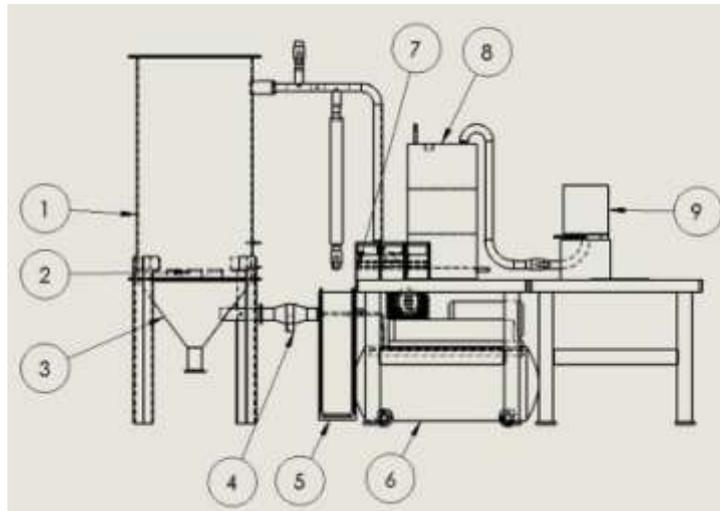
Kalor yang terpakai = kalor sensible air + kalor laten air.

Metodologi Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Instalasi Pengujian



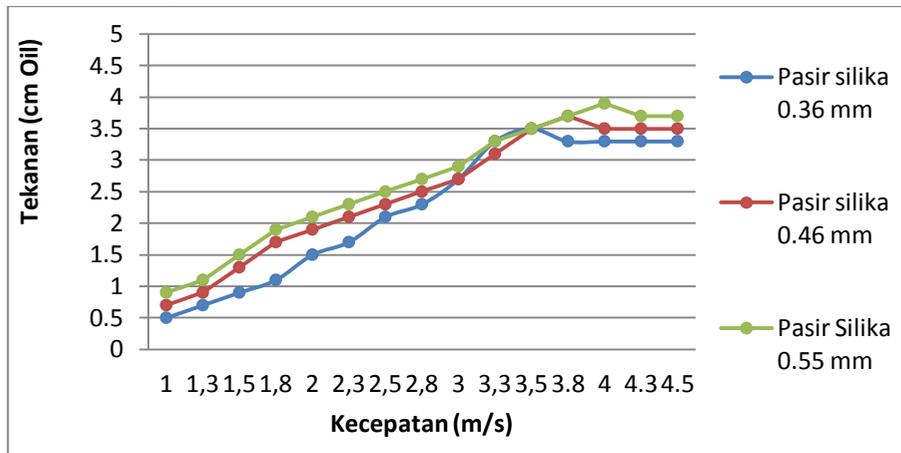
Gambar 2. Skema Gambar 3D Reaktor *Fluidized Bed Gasifier*

Keterangan:

1. Reaktor *fluidized bed gasifier*
Berfungsi untuk tempat reaksi pembakaran.
2. *Bed*
Berfungsi sebagai pemisah ruang plenum dan reactor.
3. Plenum
Berfungsi sebagai tempat burner, pemanas pasir dan tempat ash chamber.
4. Tabung Air
Berfungsi untuk menampung air yang akan disuplay ke filter.
5. Manometer U
Berfungsi untuk mengukur tekanan pada reaktor dengan menggunakan fluida oil.
6. Kompresor
Berfungsi untuk menyuplai udara ke ruang bakar.
7. Thermometer Rider dan Anemometer Digital
Thermometer Rider berfungsi untuk mengukur temperature ruang bakar, temperature pasir dan titik api. Sedangkan Anemometer Digital berfungsi untuk mengukur kecepatan udara dari kompresor.
8. Filter
Berfungsi sebagai tempat pemfilteran gas hasil pembakaran
9. Kompor Modifikasi
Berfungsi untuk membakar gas hasil pembakaran

HASIL DAN PEMBAHASAN

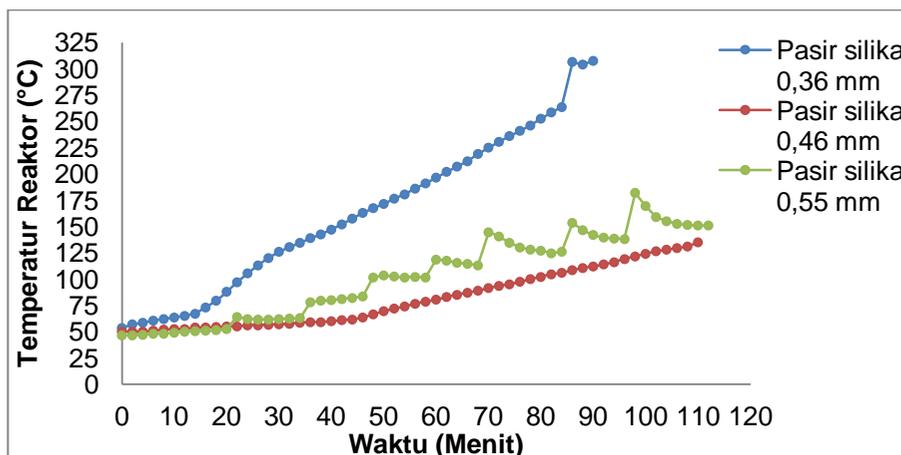
1. Perbandingan Kecepatan Minimum Fluidisasi



Gambar 3. Grafik perbandingan kecepatan minimum fluidisasi.

Dari Grafik diatas menunjukkan perbandingan kecepatan minimum fluidisasi . Dari tabel dapat diketahui bahwa pada percobaan menggunakan pasir silika ukuran 0,36 mm kecepatan minimum fluidisasinya adalah 3,3 m/s, untuk percobaan menggunakan pasir silika ukuran 0,46 mm kecepatan minimum fluidisasinya adalah 3,5 m/s dan untuk percobaan menggunakan pasir silika ukuran 0,55 mm kecepatan minimum fluidisasinya adalah 3,8 m/s. Jadi kecepatan yang digunakan untuk percobaan adalah 4 m/s karena proses fluidisasi terjadi pada kecepatan diatas kecepatan minimum.

2. Perbandingan Temperature Rata-Rata Dalam Reaktor Pada 3 Variasi Pasir Silika

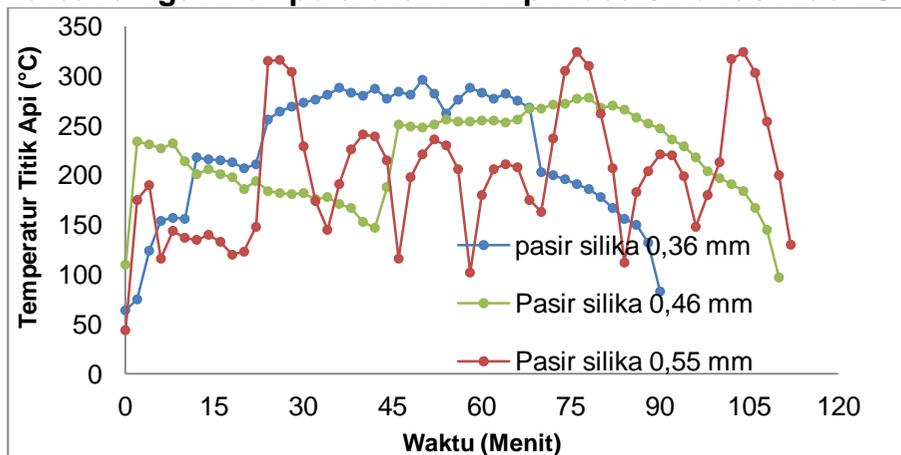


Gambar 4. Grafik Perbandingan temperature rata-rata dalam reaktor pada 3 variasi pasir silika

Pada Gambar diatas menunjukkan grafik perbandingan temperature rata-rata dalam reaktor pada 3 variasi pasir silika. Pasir silika yang digunakan adalah pasir silika ukuran 0,36 mm, 0,46 mm, 0,55 mm. Dari

grafik di atas dapat diketahui bahwa pada pasir silika ukuran 0,36 mm temperature rata-rata awalnya 53,5°C dan temperature rata-rata tertingginya 307,5°C pada menit ke 90. Temperature rata-rata dalam reaktor naik secara konstan tidak mengalami kenaikan yang signifikan, tetapi pada menit ke 84 terjadi kenaikan temperature yang signifikan yaitu dari temperature 263,5°C menjadi temperature 306,5°C . Pada pasir silika ukuran 0,46 mm temperature rata-rata awalnya 50°C dan temperature rata-rata tertinggi 135°C pada menit ke 110, pada ukuran ini temperature rata-rata dalam reaktort cenderung konstan tidak mengalami kenaikan temperature secara signifikan yaitu berkisar antara 2°C sampai 5°C. Pada pasir silika ukuran 0,55 mm temperature rata-rata awalnya 46,5°C dan temperature rata-rata tertingginya 169,5°C. Temperature rata-rata pada pasir silika ini ukuran ini cenderung tidak stabil dengan kenaikan penurunan temperature berkisar dari 0,5°C sampai 11,5 °C.

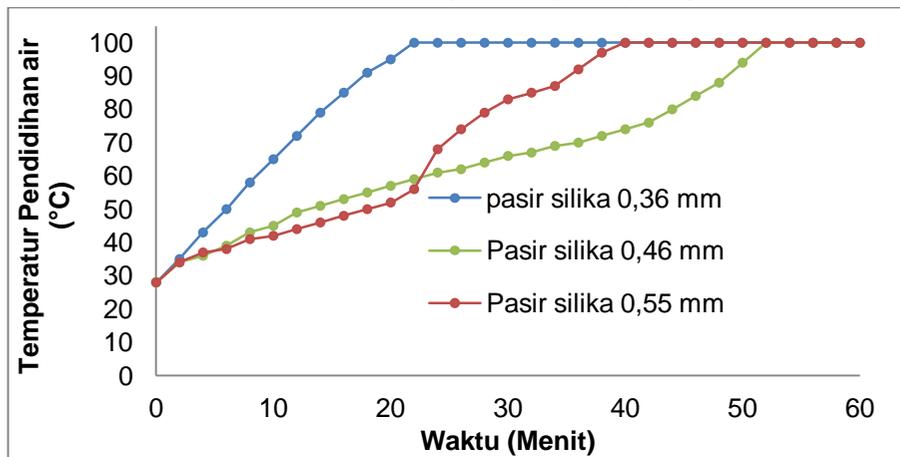
3. Perbandingan Temperature Titik Api Pada 3 Variasi Pasir Silika



Gambar 5. Grafik Perbandingan Temperature Titik Api Pada 3 Variasi Pasir Silika

Pada gambar diatas menunjukkan grafik perbandingan temperature titik api pada 3 variasi pasir silika. Pada pasir silika ukuran 0,36 mm temperature awal titik api sebesar 64°C, sedangkan temperature tertingginya sebesar 296 °C pada menit ke 50. Pada ukuran ini memiliki nyala api selama 90 menit dari pembakaran 5kg sekam padi. Pada pasir silika ukuran 0,46 mm temperature awal titik api sebesar 110°C, sedangkan temperature tertinggi titik api sebesar 278°C pada menit ke 78. Pada ukuran ini memiliki nyala api selama 110 menit dari pembakaran 5kg sekam padi. Pada pasir silika ukuran 0,55 mm temperature awal titik api sebesar 110°C, sedangkan temperature tertinggi titik api sebesar 324°C pada menit ke 76 dan ke 104. Pada ukuran ini memiliki nyala api selama 112 menit dari pembakaran 5kg sekam padi.

4. Temperature Pendidihan Air Pada 3 Variasi Pasir Silika



Gambar 6. Grafik Perbandingan Temperature Pendidihan Air Pada 3 Variasi Pasir Silika

Pada gambar diatas menunjukkan grafik temperature air yang dipanaskan pada partikel pasir silika ukuran 0,36 mm. Dari gambar dapat diketahui bahwa temperature mula – mula pada air sebelum dipanaskan adalah 28°C, Kemudian dipanaskan mencapai titik didih air yaitu 100°C. Waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air sebanyak 2 liter mencapai temperature 100°C adalah 22 menit. Pada percobaan ini volume air setelah dipanaskan adalah sebesar 1580 ml.

Pada partikel pasir silika ukuran 0,46 mm. Dari gambar dapat diketahui bahwa temperature mula – mula pada air sebelum dipanaskan adalah 28°C, Kemudian dipanaskan mencapai titik didih air yaitu 100°C. Waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air sebanyak 2 liter mencapai temperature 100°C adalah 52 menit. Pada percobaan ini volume air setelah dipanaskan adalah sebesar 1460 ml.

Pada partikel pasir silika ukuran 0,55 mm. Dari gambar dapat diketahui bahwa temperature mula – mula pada air sebelum dipanaskan adalah 28°C, Kemudian dipanaskan mencapai titik didih air yaitu 100°C. Waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air sebanyak 2 liter mencapai temperature 100°C adalah 40 menit. Pada percobaan ini volume air setelah dipanaskan adalah sebesar 1560 ml.

5. Tabel Perbandingan Temperature Pendidihan Air Pada 3 Variasi Pasir Silika

Tabel 1. Tabel perhitungan kalor sensibel air pasir silika

Ukuran Pasir Silika (mm)	Q_s (KJ)
0,36 mm	603,424 KJ
0,46 mm	603,4036 KJ
0,55 mm	603,4048 KJ

Tabel 2. Tabel perhitungan kalor laten air

Ukuran Pasir Silika (mm)	Q_L (KJ)

0,36 mm	1.015,65 KJ
0,46 mm	1.218,78 KJ
0,55 mm	993,08 KJ

Tabel 5. Tabel efisiensi thermal reaktor

Ukuran Pasir Silika (mm)	η_{th} (%)
0,36 mm	9,81 %
0,46 mm	11,04%
0,55 mm	9,68 %

Dari Tabel diatas menunjukkan perbandingan efisiensi thermal reaktor. Dari tabel dapat diketahui bahwa pada percobaan menggunakan pasir silika ukuran 0,36 mm adalah 9,81 %, untuk percobaan menggunakan pasir silika ukuran 0,46 mm adalah 11,04 % dan untuk percobaan menggunakan pasir silika ukuran 0,55 mm adalah 9,68 %.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan data hasil pengujian pengaruh ukuran partikel pasir silika terhadap kerja *reaktor bubble fluidized bed gasifier* didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan minimum fluidisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 4 m/s. Karena penelitian menggunakan kecepatan udara diatas kecepatan minimum fluidisasi.
2. Temperature rata-rata reaktor tertinggi adalah 307,5 °C. Jadi dapat diperoleh kesimpulan bahwa temperature rata-rata reaktor tertinggi dari percobaan ini pada pasir pasir silika ukuran 0,36 mm
3. Lama pendidihan air pada penelitian ini adalah 22 menit. Jadi dapat diperoleh kesimpulan bahwa lama pendidihan air yang baik pada percobaan ini pada pasir silika ukuran 0,36 mm.
4. Efisiensi thermal reaktor terbaik dalam penelitian ini adalah 11,04 %. Jadi dapat diperoleh kesimpulan bahwa efisiensi thermal reaktor yang terbaik dalam percobaan ini adalah pada pasir silika ukuran 0,46 mm.

Saran

Saran-saran dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh hasil pembakaran yang maksimal pada setiap percobaan usahakan menggunakan sealer untuk mencegah terjadinya kebocoran pada reaktor.
2. Untuk menambah kevalidan pada pengukuran temperature pada reaktor gunakan lebih banyak termokopel pada berapa titik.
3. Untuk mengukur kecepatan yang dihasilkan kompresor yang lebih valid disarankan menggunakan flow meter.
4. Saat melakukan pengujian hendaknya kondisi lingkungan harus sama untuk menjaga kualitas data pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Diputra(2010),”Studi Karakteristik Pembakaran Cangkang Kelapa Sawit Menggunakan *Fluidized Bed Combustor Universitas Indonesia*”.
- Aklis(2013),”Studi Eksperimen Karakteristik Gelembung Pada *Bubbling Fluidized Bed*”.
- Handoyo(2013),”Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Temperature Pembakaran Pada Tungku Gasifikasi Sekam Padi”.
- Kusuma(2015) ”Pengembangan Teknologi Alat Produksi Gas Metana Dari Pembakaran Sampah Organik Dengan Pemurnian Gas Menggunakan *Zeolite Pada Variasi Jumlah Tabung*”.
- Basu(1994)”Combustion and Gasification in Fluidized Bed, inc., New York.
- Yang(2003)”Handbook of Fluidization and Fluid-Particle Systems”. Siemens Westinghouse Power Corporation Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A.

