

## PENGARUH VARIASI KECEPATAN UDARA TERHADAP KINERJA *FLUIDIZED BED GASIFIER* PADA DISTRIBUTOR UDARA JENIS NOZEL

Rizkitianto Dwi Hadi Purnomo<sup>1</sup>, Nur Aklis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email : [D200110096@student.ums.ac.id](mailto:D200110096@student.ums.ac.id)

### Abstrak

*Fluidized bed gasifier merupakan salah satu jenis teknologi reaktor yang memiliki kelebihan mengkonversi biomassa (sekam padi) menjadi syngas. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kinerja proses dari reaktor fluidized bed adalah kecepatan udara. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan kecepatan udara yang masuk kedalam reaktor dengan variasi kecepatan udara yang digunakan adalah 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s, kemudian mengambil data percobaan meliputi temperatur reaktor, jumlah kalor yang dihasilkan dan waktu nyala efektif. Hasil dari penelitian menunjukkan variasi kecepatan udara sangat berpengaruh terhadap temperatur reaktor, jumlah kalor yang dihasilkan dan waktu nyala efektif yang dihasilkan. Pada kecepatan udara 1 m/s menghasilkan temperatur reaktor sebesar 386,6<sup>o</sup>C jumlah kalor yang dihasilkan sebesar 933,6566 Kj dengan waktu nyala efektif selama 40 menit. Kecepatan udara 1,5 m/s menghasilkan temperatur reaktor sebesar 454,4<sup>o</sup>C jumlah kalor yang dihasilkan sebesar 1.023,9417 Kj dengan waktu nyala efektif selama 38 menit. Kecepatan udara 2 m/s menghasilkan temperatur reaktor sebesar 487,5<sup>o</sup>C jumlah kalor yang dihasilkan sebesar 1.227,0724 Kj dengan waktu nyala efektif selama 34 menit.*

**Kata kunci :** *Kecepatan Udara, Fluidized Bed, Sekam Padi.*

### Abstract

*Fluidized bed gasifier is a type of reactor technology which is able to convert biomass (rice husk) to syngas. One of the effecting factor the performance of the fluidized bed reactor process is the air speed. This research was conducted by varying the air speed to the reactor with a variations of speed is 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s. Thus, gathering the testing data which are consist of reactor temperature, the yield of heat and time effective flame. The result of the research discloses the air speed is having a huge effect on the reactor temperature, the yield of heat and time effective flame. The air speed 1 m/s develops reactor temperature 386,6<sup>o</sup>C, the yield of heat 933,6566 Kj and time effective flame 40 minutes. Then air speed 1,5 m/s develops reactor temperature 454,4<sup>o</sup>C, the yield of heat 1.023,9417 Kj and the time effective flame 38 minutes. While the air speed 2 m/s develops reactor temperature 487,5<sup>o</sup>C, the yield of heat 1.227,0724 Kj and time effective flame 34 minutes.*

**Keywords:** *Air Speed, Fluidized Bed, Rice Husk.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan energi saat ini menjadi suatu kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia, sampai sekarang sebagian besar energi yang digunakan masih berasal dari sumber-sumber energi yang tidak terbarukan yang jumlahnya semakin hari semakin berkurang.

Bila melihat profil produksi minyak nasional ke belakang, pada tahun 2004-2008 produksi minyak nasional tidak pernah mengalami peningkatan masih berada pada angka 1,2 -1,3 juta barel per hari (bph), padahal jumlah penduduk meningkat terus sehingga konsumsi bahan bakar minyak pun turut meningkat. Jika kondisi ini tidak segera teratasi, Indonesia akan mengalami krisis energi berkepanjangan, akibatnya sangat fatal dan terjadi kebangkrutan ekonomi nasional. (Syamsudin dkk).

Untuk itu penggunaan energi terbarukan sebagai energi alternatif sudah merupakan keharusan untuk mengurangi menipisnya cadangan minyak bumi di Indonesia. Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki potensi biomassa khususnya sekam padi yang cukup besar. Untuk itu biomassa sekam padi sangat baik dijadikan sumber bahan bakar alternatif yang baru dan terbarukan. Salah satu cara yang digunakan untuk memanfaatkan biomassa sekam padi adalah menggunakan teknologi gasifikasi. Gasifikasi adalah suatu teknologi proses yang mengubah bahan bakar padat menjadi gas, dan salah satu jenis teknologi gasifikasi yang sedang dikembangkan adalah *fluidized bed*. Fluidisasi adalah proses dimana benda padat halus (partikel) diubah menjadi fase yang berkelakuan seperti fluida cair melalui kontak dengan gas atau cairan (Kunni 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.

Metode gasifikasi menggunakan *fluidized bed* dinilai lebih menguntungkan serta gas hasil pembakaran lebih bersih dibandingkan dengan pembakaran secara langsung. Menurut Zenz dan Othmer (1960) secara prinsip ada 4 aspek keunggulan yang dimiliki oleh *fluidized bed* jika dibanding dengan teknologi kontak yang lain yaitu; pada aspek kemampuan untuk mengontrol temperatur, kemampuan beroperasi secara kontinu, keunggulan dalam persoalan perpindahan kalor dan keunggulan dalam proses katalisasi. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap performa reaktor gasifikasi adalah kecepatan udara yang masuk ke dalam reaktor. Kecepatan ini akan berpengaruh terhadap karakteristik hidrodinamik fluidisasi yang selanjutnya akan berpengaruh pada reaksi yang berlangsung. Pada gasifikasi kecepatan udara juga memiliki pengaruh terhadap gas yang dihasilkan.

### 1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana pengaruh variasi kecepatan udara terhadap temperatur reaktor, jumlah kalor yang dihasilkan dan waktu nyala efektif pada reaktor *fluidized bed*.

### 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang ada penelitian ini berkonsentrasi pada:

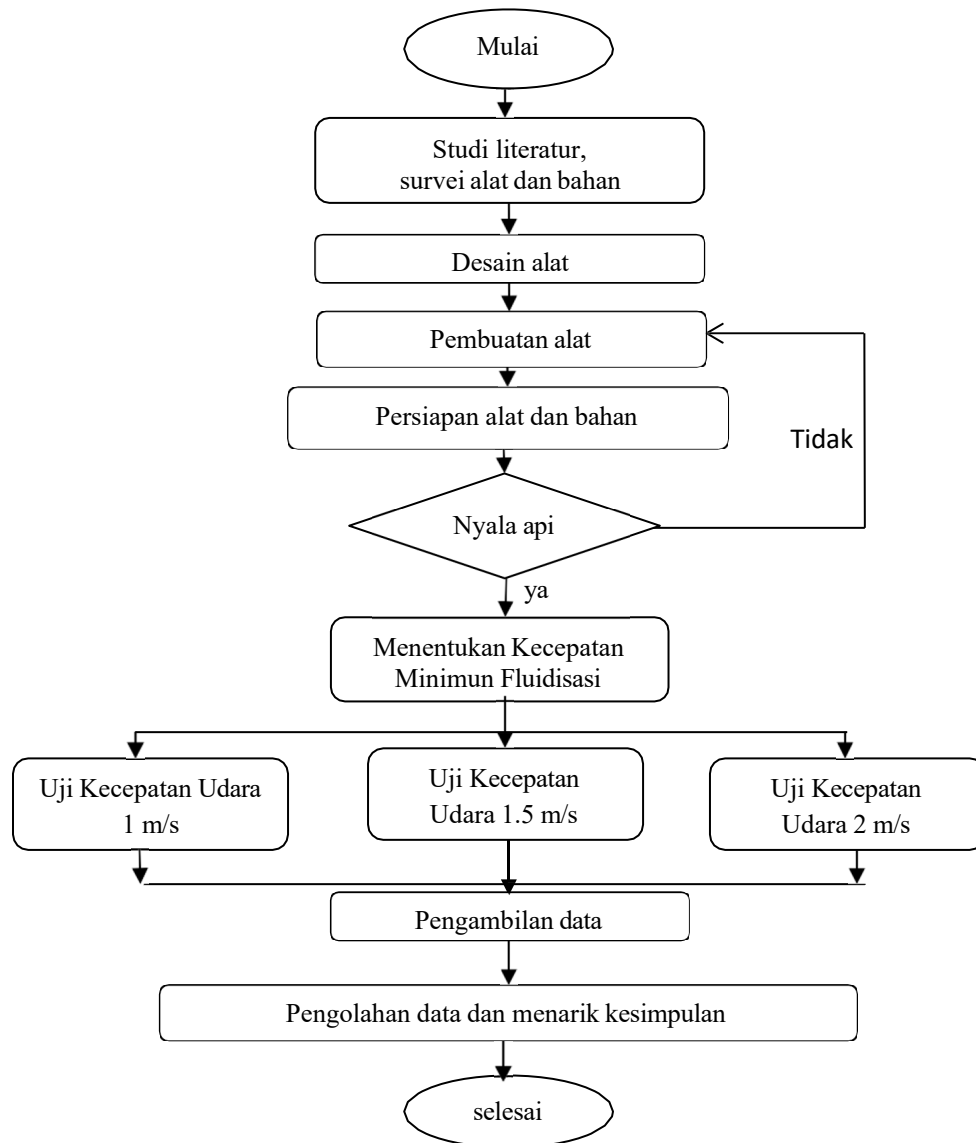
- a. Alat produksi gas dengan reaktor *fluidized bed* memiliki tinggi reaktor 1230 mm dengan diameter 160 mm.
- b. Bahan bakar yang digunakan adalah sekam padi yang berasal dari sukoharjo.
- c. Massa bahan bakar yang digunakan adalah 2 kg.
- d. Kecepatan udara yang digunakan 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s.
- e. Partikel yang digunakan pasir silika yang berasal dari ceper (klaten)
- f. Kapur (gamping) berasal dari makam haji (sukoharjo)
- g. Tungku gasifikasi yang digunakan pada reaktor *fluidized bed* tidak kontinu.
- h. Waktu nyala efektif api di ukur sampai api mati
- i. Jumlah gas yang terkonversi digunakan untuk mendidihkan air

**1.4 Tujuan Penelitian**

- a. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan udara terhadap temperatur didalam reaktor.
- b. Untuk mengetahui pengeruh kecepatan uadara terhadap jumlah kalor yang dihasilkan.
- c. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan udara terhadap waktu nyala efektif.

**2. METODE**

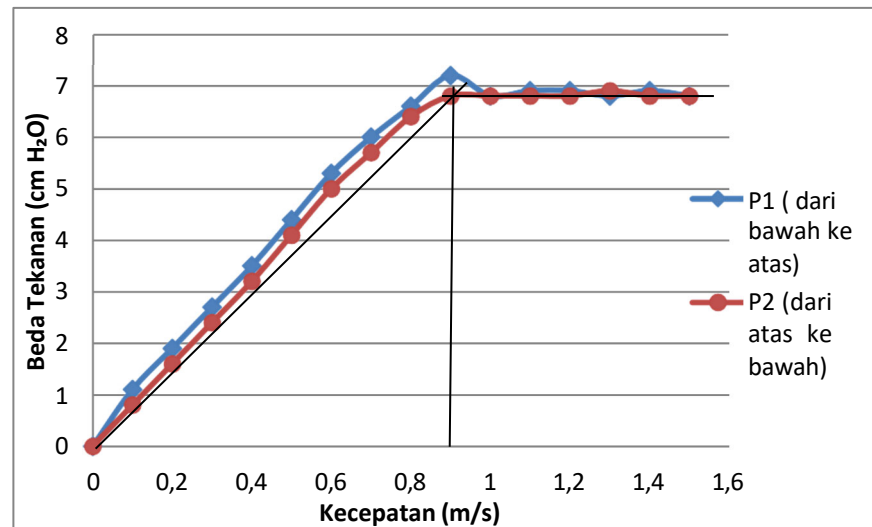
Tahapan ini berisi prosedur dan pelaksanaan penelitian



Gambar 1. Diagram Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Kecepatan Minimum Fluidisasi

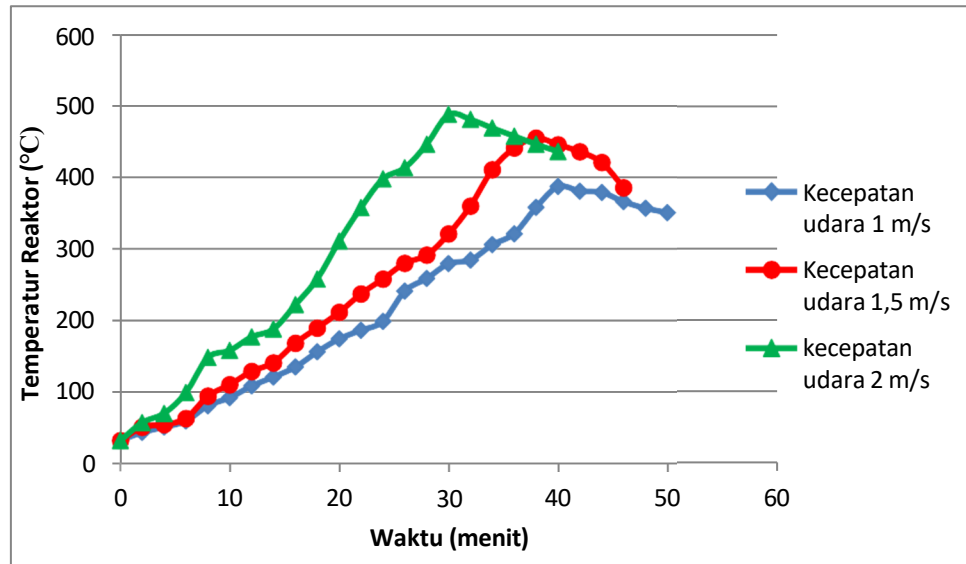


Gambar 2. karakteristik kecepatan minimum fluidisasi.

Gambar 2. menunjukkan bahwa pada grafik karakteristik kecepatan minimum fluidisasi pada distributor tipe nozel. Dari gambar diketahui bahwa tekanan maksimum *bed* terjadi pada saat kecepatan udara masuk ke *bed* sebesar 0,9 m/s, dan pada saat penambahan kecepatan udara akan menyebabkan tekanan *bed* turun dan cenderung konstan saat kecepatan udara masuk ke *bed* sebesar 1 m/s. Dengan cara menarik garis horizontal ke kiri pada titik yang menunjukkan kecepatan *bed* konstan dan menarik garis vertical dari kecepatan udara masuk ke *bed* sebesar 0,9 m/s. Dari garis perpotongan inilah yang menunjukkan kecepatan minimum fluidisasi sebesar 0,9 m/s.

#### 3.2 Perbandingan temperatur reaktor pada kecepatan udara 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s.

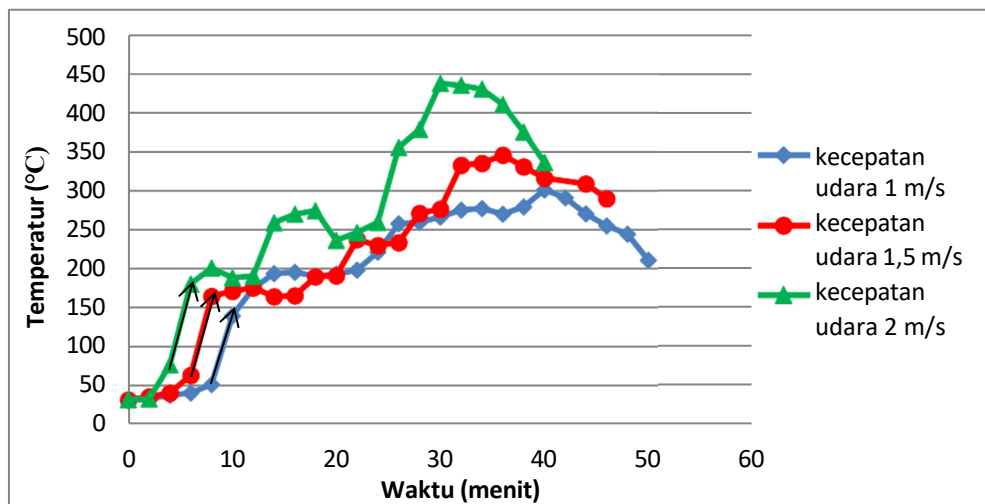
Gambar grafik 3. menunjukkan perbandingan temperatur dari ke 3 variasi kecepatan udara yang digunakan pada temperatur reaktor dengan bahan bakar sekam padi menunjukkan bahwa temperatur tertinggi didapat pada kecepatan udara 2 m/s yaitu sebesar 487,5<sup>0</sup>C pada menit ke 30, kemudian temperatur tertinggi berikutnya didapat pada pengujian dengan kecepatan udara 1,5 m/s yaitu sebesar 454,4<sup>0</sup>C pada menit ke 38, sedangkan temperatur yang terendah diantara ketiga variasi kecepatan udara adalah kecepatan udara 1 m/s yaitu sebesar 386,6<sup>0</sup>C pada menit ke 40. Semakin besar kecepatan udara yang digunakan maka temperatur yang dihasilkan akan semakin tinggi, sebaliknya semakin kecil kecepatan udara yang digunakan maka temperatur yang dihasilkan akan semakin rendah.



Gambar 3. Grafik perbandingan temperatur reaktor pada kecepatan udara 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s.

**3.3 Perbandingan temperatur api pada kecepatan udara 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s.**

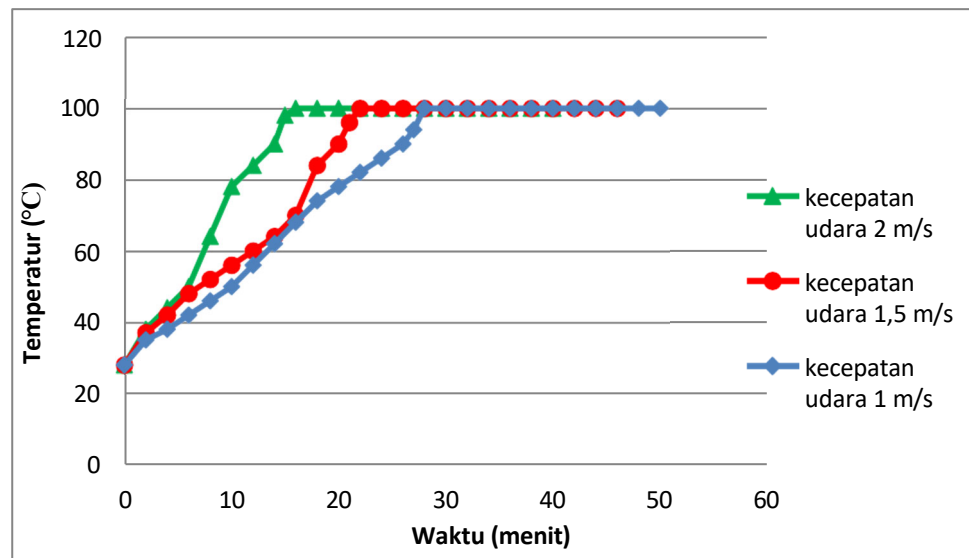
Gambar 4 menunjukkan grafik perbandingan temperatur api dengan ke 3 variasi kecepatan udara. Pada percobaan dengan kecepatan udara 1 m/s menghasilkan temperatur api maksimal sebesar 300,8°C pada menit ke 40 dan api menyala stabil dari menit ke 10 sampai menit ke 50. Jadi pada percobaan kecepatan udara 1 m/s menghasilkan waktu nyala efektif selama 40 menit. Pada percobaan dengan kecepatan udara 1,5 m/s menghasilkan temperatur api maksimal sebesar 345,4°C pada menit ke 36 dan api menyala stabil dari menit ke 8 sampai menit ke 46. Jadi pada percobaan kecepatan udara 1,5 m/s menghasilkan waktu nyala efektif selama 38 menit. Pada percobaan dengan kecepatan udara 2 m/s menghasilkan temperatur api maksimal sebesar 437,5°C pada menit ke 30 dan api menyala stabil dari menit ke 6 sampai menit ke 40. Jadi pada percobaan kecepatan udara 2 m/s menghasilkan waktu nyala efektif selama 34 menit. Jadi dapat diketahui bahwa semakin kecil kecepatan udara yang digunakan maka waktu nyala efektifnya akan lebih lama, sedangkan semakin besar kecepatan udara yang digunakan maka waktu nyala efektif yang dihasilkan akan semakin cepat.



Gambar 4. Grafik perbandingan temperatur titik api pada kecepatan udara 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s.

### 3.4 Perbandingan temperatur pendidihan air pada kecepatan udara 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s.

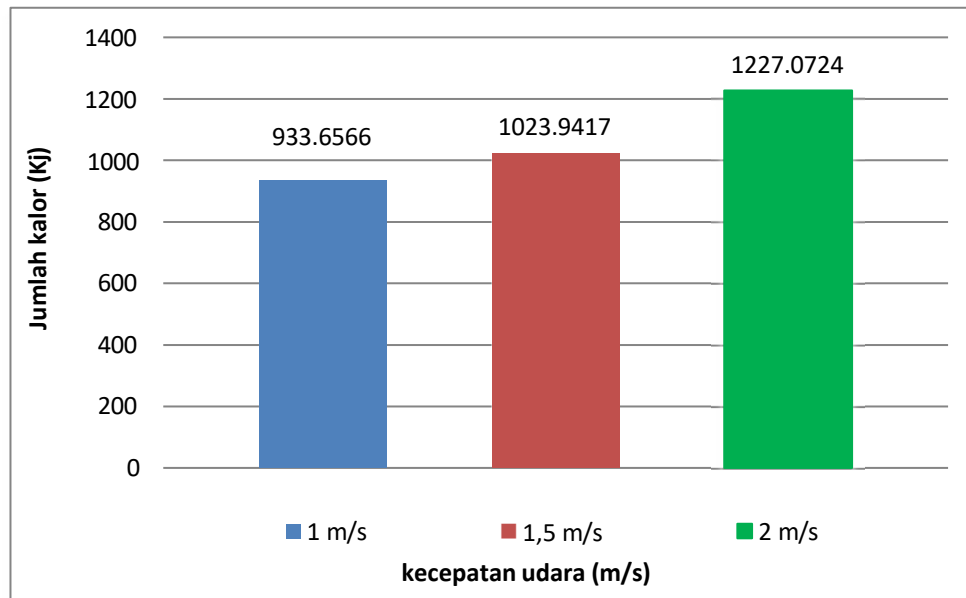
Gambar 5 menunjukkan grafik perbandingan dari hasil pendidihan air dari ke tiga variasi kecepatan udara. Pada percobaan dengan kecepatan udara 2 m/s dibutuhkan waktu 16 menit untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter dari temperatur awal 28°C sampai suhu 100°C. Pada percobaan dengan kecepatan udara 1,5 m/s untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter diperlukan waktu 22 menit dari temperatur awal air 28°C sampai suhu 100°C. Dan pada percobaan dengan kecepatan udara 1 m/s diperlukan waktu selama 28 menit untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter dari temperatur awal air sebesar 28°C sampai suhu 100°C. Dari data grafik dapat diketahui bahwa semakin kecil kecepatan udara yang digunakan maka waktu yang dibutuhkan dalam proses pendidihan air akan semakin lama, sebaliknya semakin besar kecepatan udara yang digunakan maka waktu yang dibutuhkan dalam proses pendidihan air akan semakin cepat.



Gambar 5 Grafik perbandingan temperatur pendidihan air pada kecepatan udara 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s.

### 3.5 Perbandingan jumlah kalor yang dihasilkan

Gambar 6. Menunjukkan perbandingan jumlah kalor yang dihasilkan pada reaktor *fluidized bed* pada tiga variasi kecepatan udara dengan bahan bakar sekam padi sebanyak 2 kg, dan dapat diketahui bahwa pada percobaan menggunakan kecepatan udara 2 m/s menghasilkan jumlah kalor yang terbesar yaitu 1227,0724 Kj, pada kecepatan udara 1,5 m/s menghasilkan jumlah kalor sebesar 1023,9417 Kj, pada kecepatan udara 1 m/s menghasilkan jumlah kalor sebesar 933,6566 Kj.



Gambar 6. Grafik perbandingan jumlah kalor yang dihasilkan pada kecepatan udara 1 m/s, 1,5 m/s, 2 m/s.

#### 4. PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan data hasil pengujian pengaruh variasi kecepatan udara terhadap kinerja *fluidized bed gasifier* pada distributor jenis nozel didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin besar kecepatan udara yang digunakan maka semakin tinggi temperatur reaktornya. Temperatur reaktor tertinggi pada penelitian ini sebesar  $487,5^{\circ}\text{C}$  pada pengujian menggunakan kecepatan udara 2 m/s.
2. Jumlah kalor yang dihasilkan terbesar yaitu pada pengujian menggunakan kecepatan udara 2 m/s sebesar 1227,0724 Kj.
3. Semakin besar kecepatan udara yang digunakan maka semakin pendek waktu nyala efektifnya yaitu pada pengujian menggunakan kecepatan udara 2 m/s selama 34 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aklis, N. 2013. "Studi Eksperimental Pengaruh Jumlah Lubang Distributor Udara Terhadap Karakteristik Gelembung Pada Bubbling Fluidized Bed Dengan Variasi Partikel Bed" (Tesis). Universitas Gajah Mada, Jogjakarta
- Aklis, Nur., Riyadi, M.A., Rosyadi G., Cahyanto, W.T. 2016. *Pengaruh Ukuran Partikel Bed Terhadap Syngas Yang Dihasilkan Bubbling Fluidized Bed Gasifier*. Universty Research Coloquium 2016.
- Basu, P. 2006. "Combustion and Gasification in Fluidized Bed". By Taylor & Francis Group, LLC.
- Handoyo. 2013. *Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Pada Tungku Gasifikasi Sekam Padi*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kunii, D. and Levenspiel, O. 1969. *Fluidization Engineering*. Edisi 1, John Wiley and Sons, Inc., New York.

- Rahmat, Riza. 2011. *Studi variasi Suplai Udara Blower Untuk Pencapaian Pembakaran Mandiri Pada Ekperimen Uji Bahan Bakar Fluidized Bed Combustor*. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Depok.
- Samsudin Anis, Karnowo, Wahyudi, Sri Mulyo BR. 2008. *Studi Eksperimen Gasifikasi Sekam Padi pada Updraft Circulating Fluidized Bed Gasifier*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Setiawan, Budi. 2014. *Studi Gasifikasi Batu Bara Lignite Dengan Variasi Kecepatan Udara Untuk Keperluan Karbonisasi*. Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tajali, Arief. 2015. *Panduan Penilaian Potensi Biomassa Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Indonesia*.