

Pengaruh Jumlah Lubang Distributor terhadap Ujuk Kerja Fluidized Bed Gasifier

Didik Setyawan¹, Nur Aklis²

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

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

Email : D200110092@student.ums.ac.id

Abstrak

Dengan menipisnya cadangan dan produksi minyak bumi dan gas (migas) nasional, sedangkan kebutuhan akan bahan bakar migas meningkat dari tahun ke tahun, maka perlu dicari cadangan energi alternatif lain yang ramah terhadap lingkungan. Kini dikembangkan penelitian dengan bahan baku biomassa sekam padi untuk diubah menjadi bahan bakar baru. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah lubang distributor terhadap unjuk kerja fluidized bed gasifier, untuk mengetahui kecepatan minimum fluidisasi, untuk mengetahui temperature reaktor, untuk mengetahui lama pendidihan air, untuk mengetahui temperatur titik api. Pada penelitian ini menggunakan variasi distributor udara dengan masing-masing jumlah lubang 19, 28 dan 37. Mengambil data dengan komposisi 2 kg sekam padi dan campuran masing-masing 0,5 kg pasir silika dan batu kapur, meliputi kecepatan minimum fluidisasi, temperature reaktor, temperature titik api, temperature air yang dididihkan dengan 1 liter air yang dididihkan, pencatatan data setiap 2 menit. Hasil penelitian menunjukkan variasi distributor udara dengan jumlah lubang 19 didapatkan temperatur reaktor tertinggi sebesar 331,7°C, waktu nyala efektif selama 60 menit. Lama pendidihan air selama 18 menit dan temperatur titik api tertinggi sebesar 446,3°C. Variasi distributor udara dengan jumlah lubang 28 didapatkan temperatur reaktor tertinggi sebesar 460,9°C, waktu nyala efektif selama 56 menit. Lama pendidihan air selama 16 menit dan temperatur titik api tertinggi sebesar 482,7°C. Variasi distributor udara dengan jumlah lubang 37 didapatkan temperatur reaktor tertinggi sebesar 495,4°C, waktu nyala efektif selama 50 menit. Lama pendidihan air selama 12 menit dan temperatur titik api tertinggi sebesar 532,9°C.

Kata Kunci : Distributor Udara, Kalor, Reaktor Fluidized Bed Gasifier

Abstract

With the depletion of reserves and production of oil and gas (oil & gas), while the demand for fuel oil and natural gas increased from year to year, so need to look for other alternative energy reserves that are friendly to the environment. Now developed research with rice husk biomass raw materials to be transformed into new fuel. The purpose of this research is to know the influence of the number of holes against distributor fluidized bed gasifier performance, to know the minimum speed of fluidization, to find out the temperature of the reactor, to know the old boiling water, to find out the temperature of the fire. In this study using a variation of the air distributor with the respective number of holes 19, 28 and 37. Retrieve data with a composition of 2 kg of rice husk and blend each 0.5 kg of silica sand and limestone, include fluidization the minimum speed, temperature reactor, temperature, fire point, temperature of water boiled with 1 liter of water boil, the recording data every 2 minutes. The results showed a variation of air distributor with a total of 19 holes obtained highest reactor temperature of 331,7°C, flame time effectively for 60 minutes. Long boiling water for 18 minutes and the temperature point of the highest fire of 446,3°C. Air distributor with a variation of the number of holes of the highest temperature of the reactor obtained 28 of 460,9°C, flame time effectively during 56 minutes. Long boiling water for 16 minutes and the temperature point of the highest fire of 482,7°C. Air distributor with a variation of the amount of 37 holes obtained the highest of reactor temperature 495,4°C, flame time effective for 50 minutes. Long boiling water for 12 minutes and the temperature point of the highest fire of 532,9°C.

Keywords: Air Distributors, Heat, Fluidized Bed Reactor

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biomassa merupakan bahan-bahan organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang meliputi, dedaunan, rerumputan, ranting, gulma, limbah pertanian, limbah peternakan, limbah kehutanan dan gambut (Borman, 1998). Indonesia memiliki bahan bakar biomassa yang melimpah seperti limbah pertanian, limbah peternakan dan sebagainya, walaupun banyak digunakan oleh masyarakat pedesaan sebagai bahan bakar, namun pemanfaatannya belum optimal.

Salah satu teknologi potensial untuk pengolahan limbah biomassa adalah teknologi gasifikasi. *gasifier* adalah Suatu alat untuk proses gasifikasi. Ke dalam alat ini dimasukkan bahan bakar biomassa yang mengalami reaksi oksidasi parsial dengan udara, oksigen, atau campurannya. Teknologi *Fluidisasi* banyak diaplikasikan pada 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.

Pengaturan udara masuk pada *fluidized bed* dilakukan oleh distributor udara dan *plenum*. Ada beberapa bentuk dan tipe distributor udara yang digunakan dalam *fluidized bed*. Secara umum bentuk dan tipe tersebut dapat dikelompokkan menurut arah aliran masuk udara ke dalam reaktor baik arah alirannya ke atas, lateral dan ke bawah. Bentuk distributor udara yang paling sering digunakan adalah tipe distributor udara plate. Tipe ini merupakan tipe arah aliran udara dari bawah yang memiliki keuntungan murah dan mudah dalam pembuatan tetapi memiliki kelemahan yaitu terjadinya udara mengalir balik ke *plenum* yang berada di bawahnya. Untuk menutupi kelemahan tipe distributor udara plate maka digunakan tipe *bubble cups dan nozzles* yang arah alirannya lateral. Tipe ini memiliki kelemahan pada harga yang mahal dalam pembuatannya dan kendala pada saat pembersihan dan modifikasi. Di samping dua tipe tersebut, di beberapa *fluidized bed* menggunakan tipe *sparger* dan *conical*, tetapi penggunaan dua tipe ini jarang ditemukan. Pemilihan distributor tidak hanya berdasarkan keunggulan dan kekurangan dalam hal pembuatan, operasi dan harga, tetapi distributor udara yang digunakan juga harus dapat menjamin terjadinya fluidisasi yang merata dan stabil pada *fluidized bed*. Maka dalam penelitian kali ini kita pilih distributor udara tipe plate karena tipe ini memiliki keuntungan murah dan mudah dalam pembuatan, dimana 3 tipe distributor udara ini dengan jumlah lubangnya yang berbeda-beda yaitu 1. distributor udara jumlah lubang 19 dengan diameter lubang 12 mm, 2. distributor udara jumlah lubang 28 dengan diameter lubang 10 mm, dan 3. distributor udara jumlah lubang 37 dengan diameter lubang 9 mm. Distributor ini berfungsi untuk mengalirkan udara dari blower secara seragam keseluruhan reaktor melalui *plenum*.

1.2 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah lubang distributor terhadap unjuk kerja *fluidized bed gasifier* meliputi:

- a. Kecepatan minimum fluidisasi.
- b. Temperatur reaktor.
- c. Nilai kalor yang dihasilkan.
- d. Laju konversi energi.

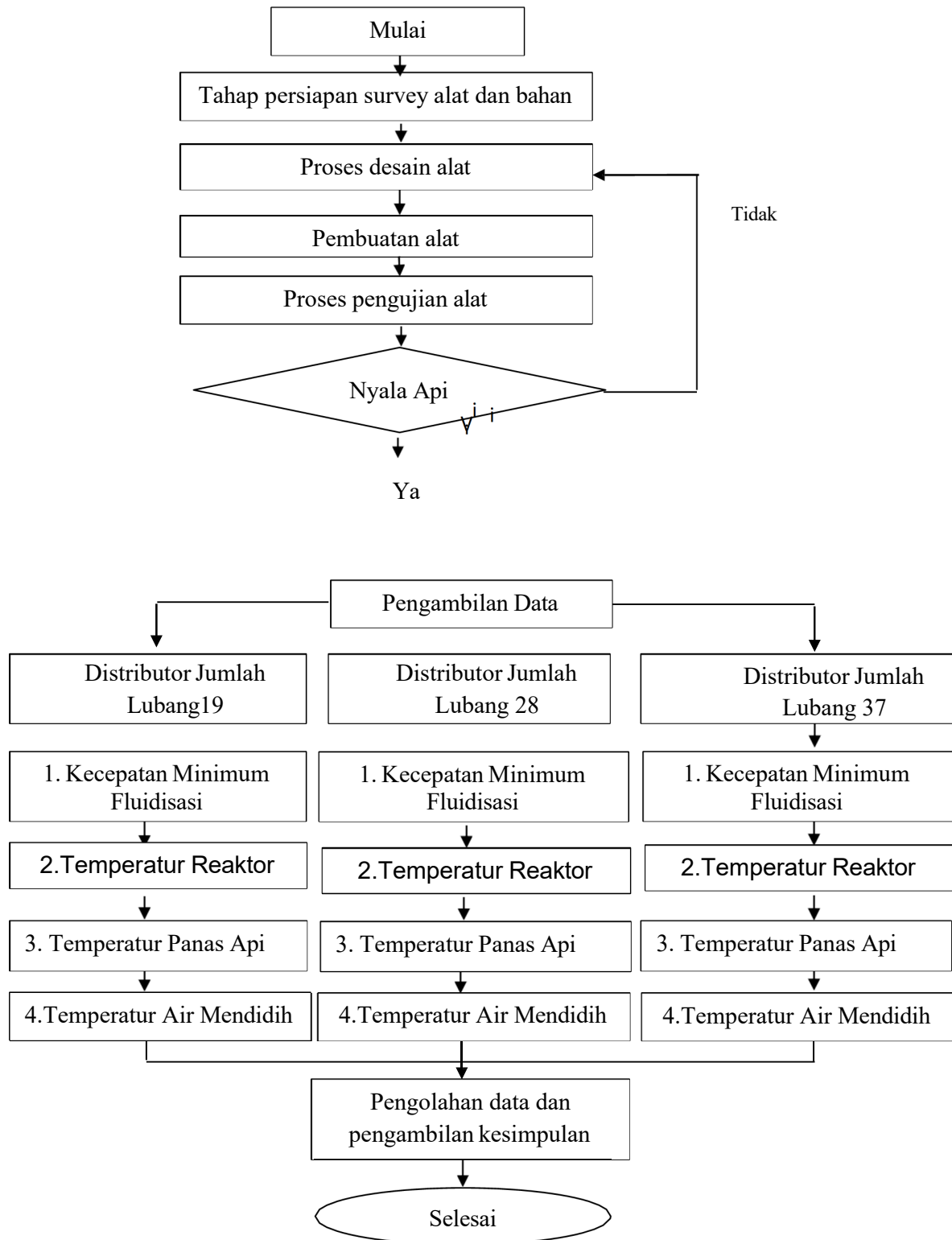
1.3 Batasan masalah

Penelitian ini dibatasi pada pengembangan *fluidized bed gasifier* dengan variasi distributor udara yaitu :

- a. Dalam pengujian ini proses tidak berlangsung kontinue, artinya bahan bakar sekam padi dan campuran 0,5 kg pasir silika, batu kapur sekali pakai.
- b. Gas produk hasil penelitian ini dibakar, digunakan untuk memanaskan air.
- c. Kecepatan udara yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 2 m/s.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan ini berisi prosedur dan pelaksanaan penelitian.



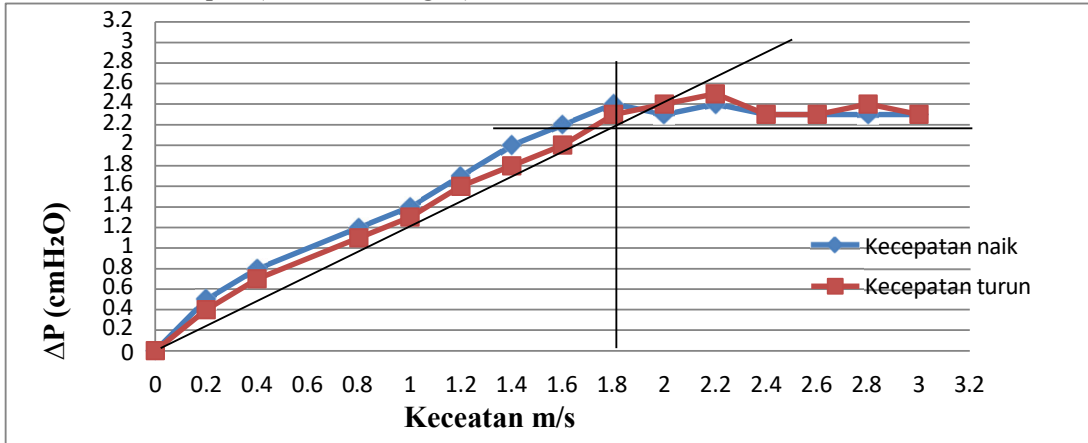
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data dan pembahasan kecepatan minimum fluidisasi

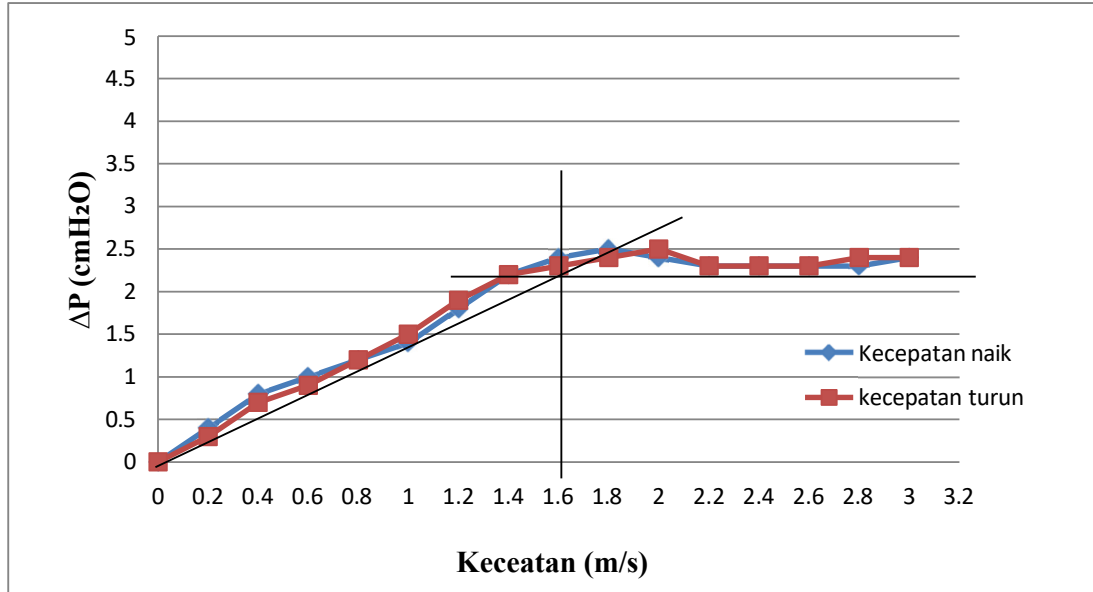
Gambar.2. sampai gambar 4. menunjukkan karakteristik kecepatan minimum fluidisasi tipe distributor dengan komposisi pasir silika 0,5 kg dan 0,5 kg batu kapur, serta masing-masing distributor jumlah lubang 19, jumlah lubang 28 dan jumlah lubang 37.

A. Distributor Tipe 1 (Jumlah Lubang 19)



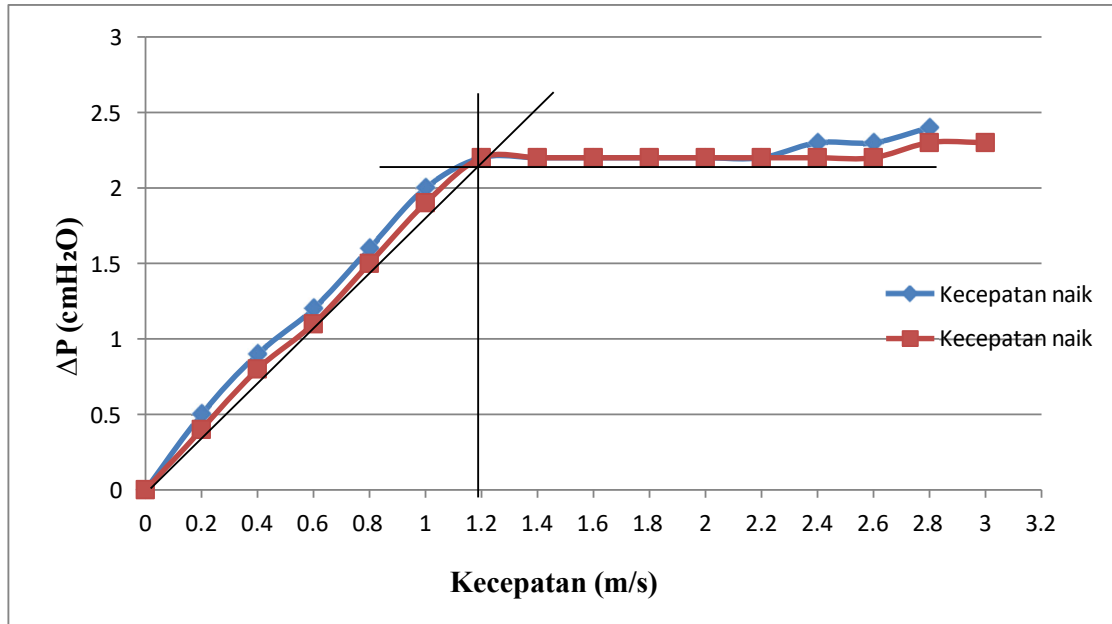
Gambar 2. karakteristik kecepatan minimum fluidisasi tipe distributor 1 (jumlah lubang 19)

B. Distributor Tipe 2 (Jumlah Lubang 28)



Gambar 7. karakteristik kecepatan minimum fluidisasi tipe distributor 2 (jumlah lubang 28)

C. Distributor tipe 3 (Jumlah Lubang 37)



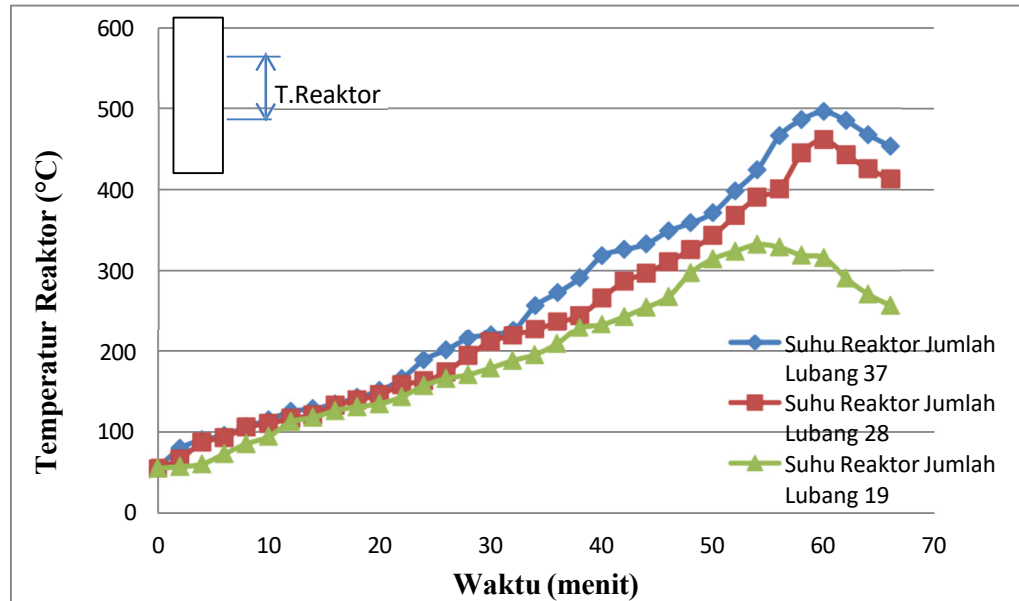
Gambar 3. karakteristik kecepatan minimum fluidisasi tipe distributor 3 (jumlah lubang 37)

Dari gambar 2. sampai gambar 3 didapatkan kecepatan minimum fluidisasi tipe distributor 1 (jumlah Lubang 19) sebesar 1,8 m/s, sedangkan untuk jumlah lubang 28 kecepatan minimum fluidisasi 1,6 m/s dan sebesar 1,2 m/s untuk distributor jumlah lubang 37. Cara menentukan kecepatan minimum fluidisasi dengan cara menambahkan kecepatan udara dari bukaan stop kran pada blower setelah penambahan kecepatan udara maka tekanan 1 akan mengalami kenaikan dan tekanan 2 turun, pada kecepatan udara konstan akan terjadi tekanan konstan pula maka kita tarik garis dari tekanan naik pada tekanan 1 dan kita tarik garis dari tekanan turun, dari titik perpotongan 2 garis tersebut sehingga kita dapat menentukan besarnya kecepatan minimum fluidisasi. Berikut tabel besarnya kecepatan minimum fluidisasi dari penelitian ini.

Tabel 1. kecepatan minimum fluidisasi.

Distributor	Kecepatan Minimum Fluidisasi (m/s)
1. Jumlah Lubang 19	1,8
2. Jumlah Lubang 28	1,6
3. Jumlah Lubang 37	1,2

3.2. Perbandingan temperatur reaktor pada tiga tipe distributor jumlah lubang



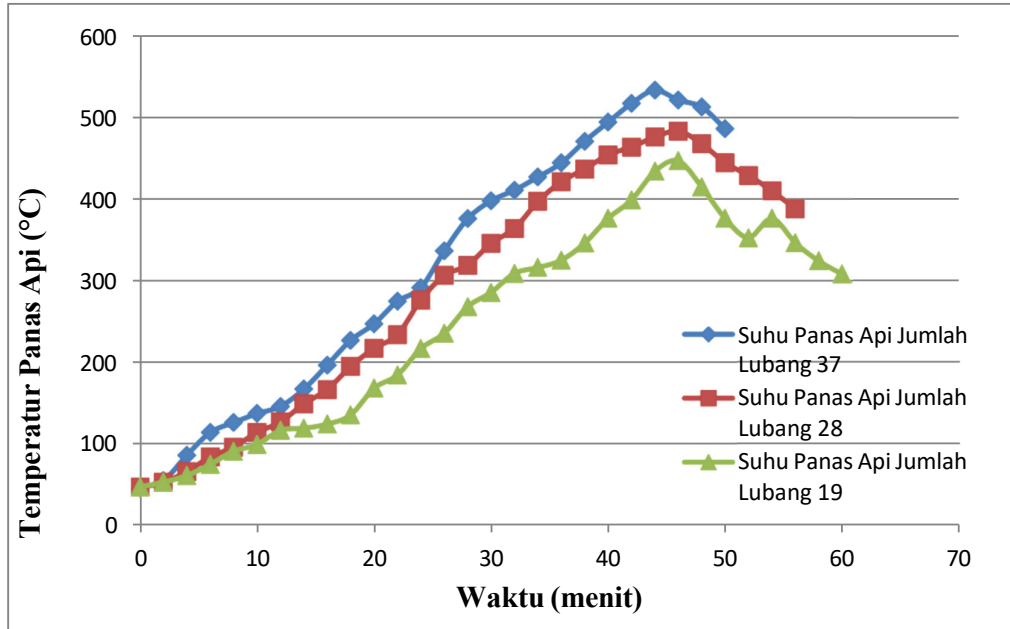
Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu dengan temperatur reaktor pada tiga tipe distributor udara.

Gambar 5. grafik menunjukkan gabungan temperatur reaktor yang dihasilkan dari proses pembakaran sekam padi pada tiga variasi tipe distributor jumlah lubang dengan kecepatan udara 2 m/s. Pada percobaan ini menggunakan campuran pasir silika dan batu kapur masing-masing 0,5 kg. Pada percobaan distributor jumlah lubang 19 grafik diatas menunjukkan temperatur awal reaktor sebesar 54,8°C dan menunjukkan temperatur tertinggi pada temperature 331,7°C pada menit ke 54. Pada percobaan distributor jumlah lubang 28 temperatur awal reaktor 54,7°C dan menunjukkan suhu tertinggi pada 460,3° C pada menit ke 60. Sedangkan temperatur awal reaktor saat menggunakan distributor jumlah lubang 37, menunjukkan temperatur awal 55,1°C dan mencapai temperatur tertinggi 495,4°C pada menit ke 60. Pemanasan awal pada *bed* yang berupa pasir silika bertujuan untuk meratakan panas pasir sebelum proses pembakaran bahan bakar didalam reaktor berlangsung.

3.3. Perbandingan temperatur panas api pada tiga tipe distributor jumlah lubang

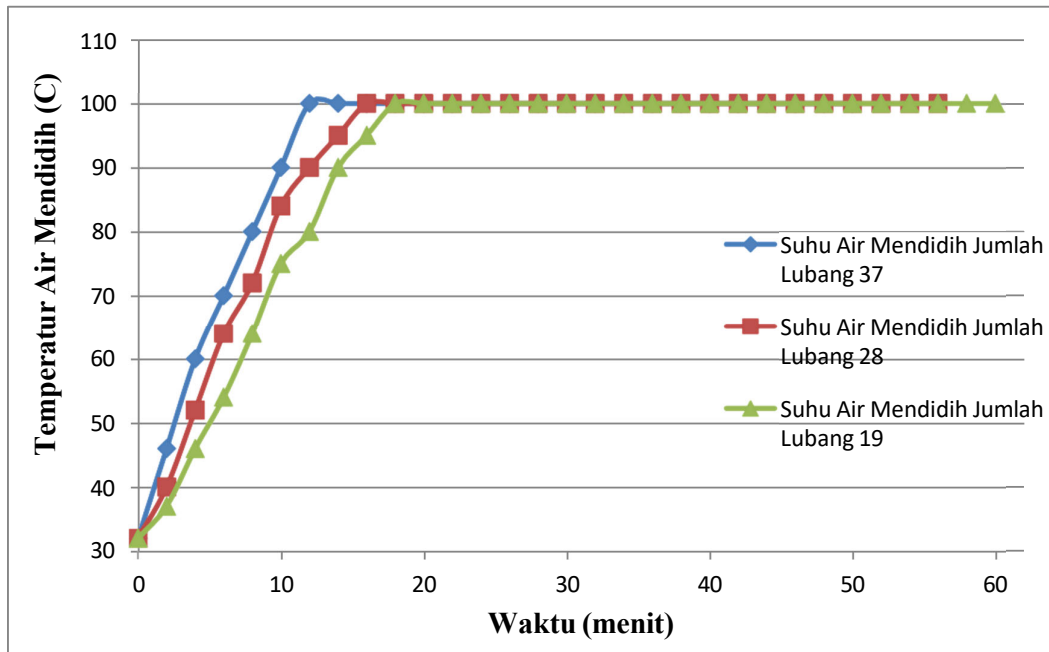
Gambar 6. menunjukkan grafik temperatur panas api dengan waktu pada percobaan pembakaran sekam padi sebanyak 2 kg dengan kecepatan udara 2 m/s, serta pasir silika dan batu kapur sebagai *bed*.

Temperatur awal pada panas api hasil dari pembakaran gas adalah 46,01°C dan temperatur tertinggi rata-rata hasil pembakaran gas adalah 487,3°C pada menit ke 46. Temperatur api cenderung mengalami penurunan pada menit ke 50 yaitu dari temperatur 46,01°C menjadi 435,13°C. Dari grafik hasil percobaan diketahui bahwa waktu yang dihasilkan dari proses pembakaran 2 kg sekam padi dapat menyala efektif adalah 55 menit.



Gambar 6. grafik hubungan antara waktu dengan temperatur panas api pada tiga tipe distributor udara.

Grafik perbandingan temperatur air mendidih pada tiga tipe distributor jumlah lubang



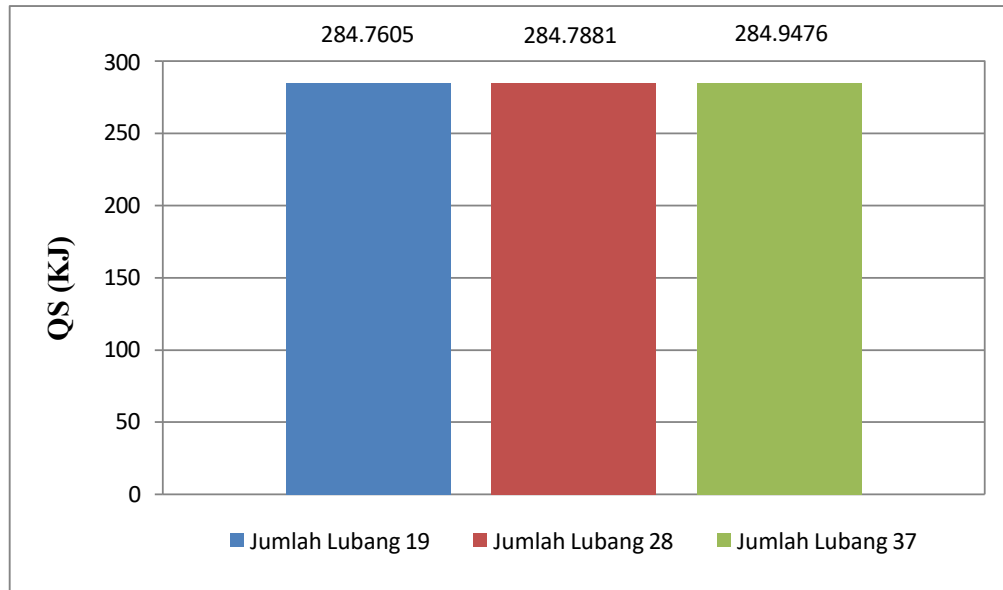
Gambar 7. grafik hubungan antara waktu dengan temperatur air pada tiga tipe distributor jumlah lubang

Gambar 7. grafik menunjukkan hubungan antara waktu dengan temperatur air mendidih pada tiga tipe distributor jumlah lubang. Untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter dalam waktu 18 menit pada distributor jumlah lubang 19, dapat mendidihkan air sebanyak 1 liter dalam waktu 16 menit pada distributor jumlah lubang 28, Sedangkan untuk distributor jumlah lubang 37 dapat mendidihkan air sebanyak 1 liter dalam waktu 12 menit. Lubang 19 adalah selama 18 menit, sedangkan dengan menggunakan distributor jumlah lubang 28 dan 37 selama 16 menit dan 12 menit. Dari ketiga tipe distributor jumlah lubang yang digunakan dapat dijelaskan bahwa distributor jumlah lubang 19, memerlukan waktu untuk mendidihkan air 1 liter dalam waktu 18 menit, dan pada distributor

jumlah lubang 28 untuk mendidihkan air sebesar 1 liter diperlukan waktu 16 menit, sedangkan distributor jumlah lubang 37 untuk mendidihkan air sebesar 1 liter diperlukan waktu 12 menit.

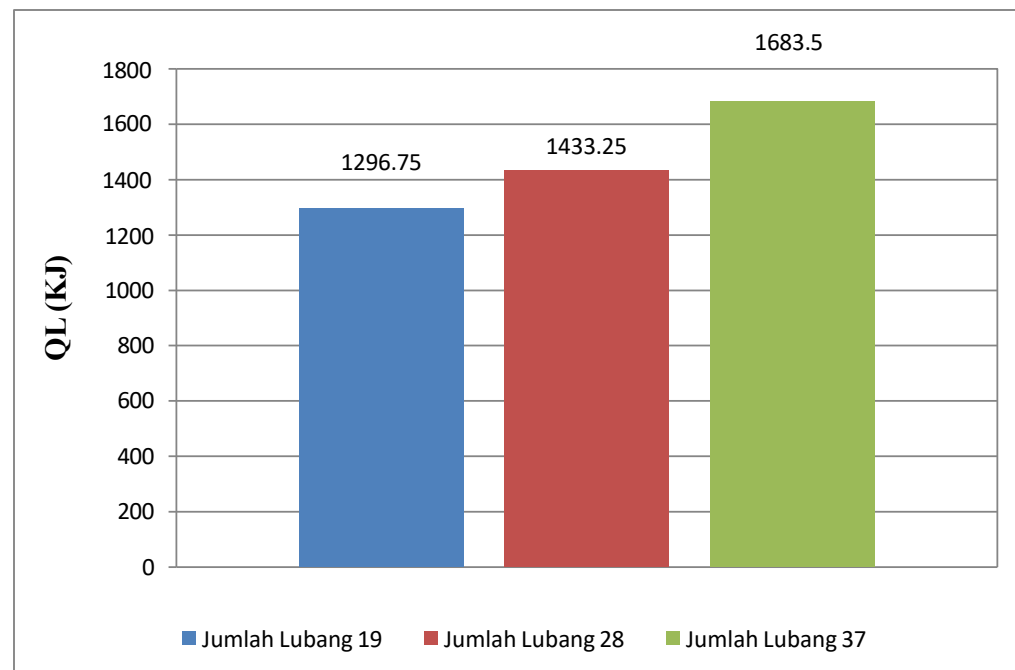
Hal ini dikarenakan tidak stabilnya proses pembakaran sekam padi didalam reaktor. Lama pendidihan ini dipengaruhi lamanya nyala efektif bahan bakar, semakin lama waktu pendidihan berarti pembakaran bahan bakar tidak akan cepat habis.

Grafik hubungan antara tiga tipe distributor jumlah lubang dengan kalor sensibel



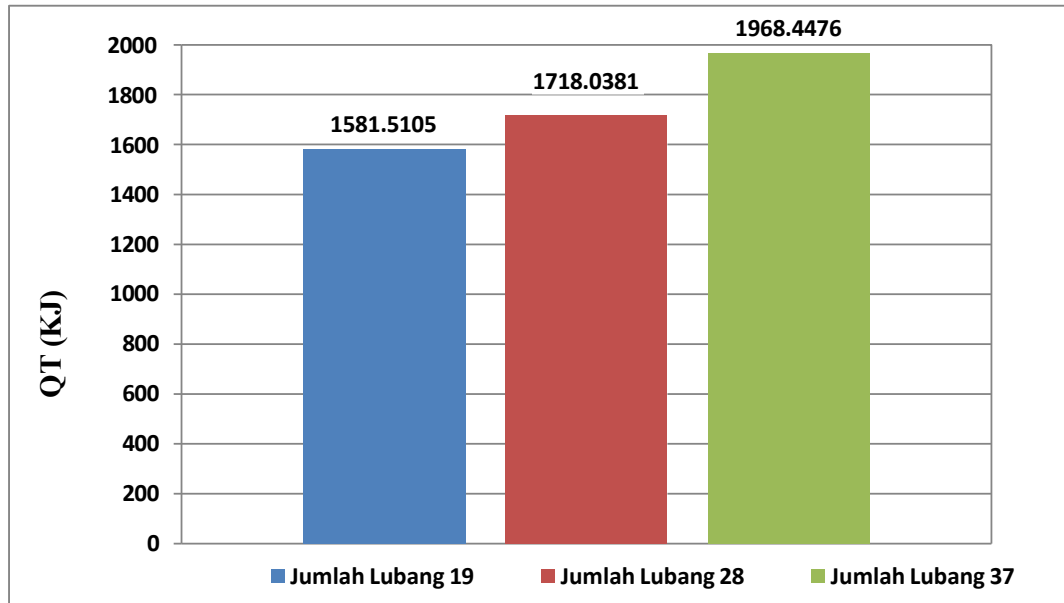
Gambar 8. Diagram batang hubungan antara tiga tipe distributor jumlah lubang dengan kalor sensibel.

3.4. Grafik hubungan antara tiga tipe distributor jumlah lubang dengan kalor laten



Gambar 9. Diagram batang hubungan antara tiga tipe distributor jumlah lubang dengan kalor laten

3.5. Grafik hubungan antara tiga tipe distributor jumlah lubang dengan kalor terpakai



Gambar 10. Diagram batang hubungan antara tiga tipe distributor jumlah lubang dengan kalor laten

Gambar 8 sampai gambar 10, diagram batang menunjukkan besarnya hasil perhitungan kalor sensibel, kalor laten dan kalor terpakai pada tiga variasi distributor jumlah lubang dengan pembakaran bahan bakar 2 kg sekam padi dan campuran pasir silika, batu kapur masing-masing 0,5 kg. Dari gambar diketahui bahwa besarnya kalor sensibel, kalor laten serta kalor terpakai setiap percobaan berbeda. Pada percobaan distributor jumlah lubang 19 dengan menggunakan bahan bakar 2 kg sekam padi dan campuran pasir silika, batu kapur masing-masing 0,5 kg kalor sensibel, kalor laten serta kalor terpakai berturut-turut sebesar 284,7605 KJ, 1296,75 KJ., 1581,5105 KJ, sedangkan pada percobaan distributor jumlah lubang 28 dengan menggunakan bahan bakar 2 kg sekam padi dan campuran pasir silika, batu kapur masing-masing 0,5 kg. Besarnya kalor sensibel, kalor laten serta kalor terpakai berturut-turut sebesar 284,7881 KJ., 1433,25 KJ., 1718,0381 KJ., dan pada percobaan distributor jumlah lubang 37 dengan menggunakan bahan bakar 2 kg sekam padi dan campuran pasir silika, batu kapur masing-masing 0,5 kg. Besarnya kalor sensibel, kalor laten serta kalor terpakai berturut-turut sebesar 284,9476 KJ., 1683,5 KJ., 1968,4476 KJ. Maka dari Hasil percobaan ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah lubang, kalor yang dihasilkan semakin besar pula karena penyebaran udara dalam reaktor semakin merata dan nyala api stabil.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan, pengujian pengaruh jumlah lubang distributor terhadap unjuk kerja *fluidized bed gasifier* dari pembakaran sekam padi dengan variasi distributor udara yang masing-masing jumlah lubang 19, 28, 37 dapat di simpukan sebagai berikut:

1. Kecepatan minimum fluidisasi pada percobaan tipe distributor udara dengan jumlah lubang 19 yaitu sebesar 1,8 m/s, percobaan tipe distributor udara dengan jumlah lubang 28 yaitu sebesar 1,6 m/s, dan percobaan tipe distributor udara dengan jumlah lubang 37 yaitu sebesar 1,2 m/s, maka kecepatan udara yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 m/s. Karena kecepatan udara pada fluidisasi terjadi saat kecepatan diatas kecepatan minimum fluidisasi.
2. Semakin banyak jumlah lubang yang digunakan maka semakin tinggi temperatur reaktornya yaitu sebesar 495,4°C, pada percobaan tipe distributor udara dengan jumlah lubang 37.
3. Semakin banyak jumlah lubang yang digunakan maka semakin cepat air mendidih yaitu selama 10 menit, pada percobaan tipe distributor udara dengan jumlah lubang 37.
4. Semakin banyak jumlah lubang yang digunakan maka semakin besar pula kalor terpakai yang dihasilkan yaitu sebesar 1968,4476 KJ, pada tipe distributor udara dengan jumlah lubang 37

Sehingga dapat disimpulkan bahwa dari percobaan ketiga tipe distributor jumlah lubang paling baik terjadi pada tipe distributor udara dengan jumlah lubang 37, karena semakin banyak jumlah lubang semakin baik hasilnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aklis, N. 2013. *Studi Eksperimental Pengaruh Jumlah Lubang Distributor Udara Terhadap Karakteristik Gelembung Pada Bubbling Fluidized Bed Dengan Variasi Partikel Bed*. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Aklis, N. dkk. 2016. *Pengaruh Ukuran Partikel Bed Terhadap Syngas Yang Dihasilkan Bubbling Fluidized Bed Gasifier*. *University Research Coloquium* 2016.
- Basu, P. 2006. *Combustion and Gasification in Fluidized Bed*, inc., New York. Basu, P. 2006. *Biomassa Gasification and Pyrolysis*, New York.
- Borman, G.L and Ragland, K. W. 1998. *Combustion Engineering*. McGraw Hill.,Singapura.
- Kunii. D. and Levenspiel. O. 1969. *Fluidization Engineering*. *John Wiley and Sons*, Inc. New York.
- Nurman, A. 2011. *Studi Karakteristik Pembakaran Biomassa Tempurung Kelapa pada Fluidized bed Combustor*. *Universitas Indonesia Dengan Partikel Bed Berukuran Mesh 40-50*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Munson, B.R, Young, D.F. and Okiishi, T.H. 1966. *Fluid Mechanics*. Department of Aerospace Engineering and Engineering mechanics. Iowa State University. USA.
- Tajali, A. 2015. *Panduan Penilaian Biomassa Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Indonesia*. Penabulum Alliance.
- Zenz. F.A. and Othmer F.D. 1960. *Fluidization and Fluid Particle Systems*. Reinhold Publishing Corporation. New York.