

Distribusi Temperatur Reaktor Gasifikasi Fluidized Bed Berbahan Bakar Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)

I Wayan Sumartana, I N Suprpta Winaya dan I G.N.Putu Tenaya

Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali.

Abstrak

Teknologi Gasifikasi Fluidized Bed (FB) merupakan salah satu teknologi alternatif terbaik untuk mengkonversi bahan bakar padat (biomassa) menjadi gas mampu bakar secara termokimia dalam sebuah reaktor. Limbah yang di pakai dalam penelitian ini limbah sisa hasil pemotongan hewan (RPH) karena tidak diijinkan untuk dibuang ke lingkungan. Reaktor Gasifikasi FB yang digunakan dalam penelitian ini berdiameter 5cm dan tinggi 60cm. Dalam penelitian ini menggunakan temperatur 400°C. Temperatur operasi dalam gasifikasi FB mempunyai peranan penting karena dalam proses gasifikasi terjadi reaksi endotermis sehingga distribusi temperatur diperlukan. Distribusi temperatur pada adalah T_2 410 °C, sedangkan T_1 adalah 370 °C, dan T_3 adalah 256 °C.

Kata Kunci : Gasifikasi Fluidized bed, Limbah RPH, Distribusi temperatur.

Abstract

Fluidized Bed Gasification technology is one of the best alternative technology for converting solid fuels (biomass) into a gas capable of thermochemical fuel in a reactor. Waste in use in this research waste (RPH) because it is not permitted to be discharged into the environment. Fluidized Bed Gasification reactor used for research diameter of 5cm with a height 60cm with a stainless steel material. Operating temperature in this study was 400°C. operating temperature in the fluidized bed gasification has an important role for the endothermic gasification reaction so that the temperature distribution is required. The temperature distribution in T_2 is 410 °C, while the T_1 is 370 °C, and T_3 is 256 °C.

Keywords: Fluidized Bed Gasification, waste RPH, temperature distribution.

1. Pendahuluan

Krisis energi merupakan masalah yang sangat fundamental, khususnya bahan bakar minyak (BBM). Seiring dengan perkembangan teknologi, maka energi akan menipis bahkan terkuras habis ketahun-tahun mendatang. Membuat energi terbarukan merupakan salah satu cara untuk menangani masalah tersebut. Beberapa alternatif energi mulai dikembangkan, salah satunya adalah energi biomassa [1].

Biomassa merupakan bahan organik yang bisa diperoleh dari alam yang berasal dari bahan yang hidup maupun yang sudah mati untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber energi, salah satunya adalah energi dari sektor peternakan. Sumber energi tersebut antara lain, limbah pemotongan hewan, limbah kotoran sapi, limbah sisa pakan ternak dan yang lainnya. Pemerintah Provinsi Bali mengembangkan bisnis pemotongan hewan, bisnis ini berkembang sangat pesat. Sehingga Rumah Potong Hewan (RPH) ini menghasilkan limbah yang cukup banyak. Terbukti dalam sehari rata-rata 400 ekor sapi yang dipotong di RPH [2]. Limbah pemotongan hewan sangat berpotensi sebagai sumber energi, hal ini karena limbah ini sangat efektif dikonversikan dari biomassa menjadi gas yang mampu bakar sehingga limbah hasil dari

pemotongan hewan ini dimanfaatkan menjadi bahan bakar. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode gasifikasi. Gasifikasi adalah suatu proses perubahan bahan bakar padat secara termokimia menjadi gas, dimana udara yang diperlukan lebih rendah dari udara yang diperlukan untuk proses pembakaran dan dalam sebuah gasifikasi perlu adanya suatu media seperti udara, oksigen dan uap air. Salah satu metode gasifikasi yang paling populer digunakan adalah metode fluidized bed (FB). Fluidized bed (FB) mengkonversikan secara termokimia bahan bakar padat menjadi bahan bakar gas (syngas) diantaranya CO, CH₄, H₂. Metode ini merupakan teknologi alternatif terbaik yang digunakan untuk mengkonversikan bahan bakar biomassa menjadi gas yang sifatnya mudah terbakar.

Penelitian serupa dan beberapa pengaplikasian pembakaran gasifikasi fluidized bed (FB) diantaranya : Sujana, (2010) [3] telah melakukan penelitian mengenai formasi gas buang pada pembakaran fluidized bed sekam padi, dan Adiana, (2014)[4] telah melakukan penelitian mengenai co-gasifikasi fluidized bed (FB) berbahan bakar bonggol jagung dan batubara. Penelitian yang dilakukan di atas menggunakan oksigen sebagai media gasifikasi. Pengembangan untuk penggunaan bahan bakar terbarukan seharusnya bisa terus berkembang seiring dengan dilakukan banyaknya

penelitian jenis-jenis biomassa yang terdapat dan belum terpakai.

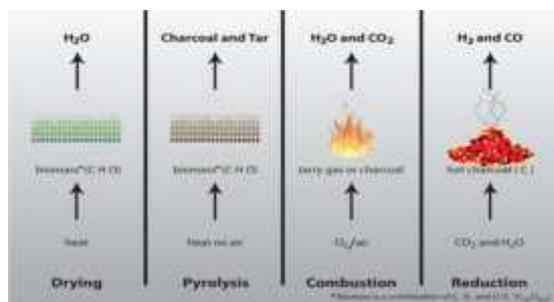
Penerapan teknologi ini semakin menarik perhatian karena menggunakan energi baru dan terbarukan yaitu biomassa yang pemanfatanya belum maksimal. Dalam penelitian ini akan dianalisis pengaruh sistem gasifikasi *fluidized bed* (FB) berbahan bakar limbah potong hewan dengan inert gas H₂O, dan dalam penelitian ini media yang digunakan adalah uap air dan gas nitrogen dimana gas nitrogen ini hanya bersifat membilas dan membersihkan reaktor gasifikasi dari udara sekitar. Gas H₂O dijadikan media gasifikasi yang mengacu pada *water-gas reaction* ($C + H_2O \rightarrow CO + H_2$) dimana *water-gas reaction* adalah reaksi oksidasi parsial karbon oleh kukus yang dapat berasal dari bahan bakar padat itu sendiri (hasil pirolisis) maupun dari sumber yang berbeda, seperti uap air yang bercampur dengan udara dan uap yang diproduksi dari penguapan air dan mempercepat memperoleh produksi gas. Dari penelitian ini diharapkan dapat membantu mengurangi limbah sisa dari pemotongan hewan dengan memanfaatkannya sebagai sumber energi alternatif yang bersih dan ramah lingkungan. Dengan teknik gasifikasi pada sistem *fluidized bed* (FB) akan menghasilkan bahan bakar gas yang dapat digunakan untuk menggerakkan turbin gas dimana turbin gas tersebut yang akan menghasilkan energi listrik.

Dalam hal permasalahan yang akan dikaji, yaitu bagaimana performansi sistem gasifikasi *fluidized bed* (FB) berbahan bakar limbah potong hewan dengan distribusi temperatur reaktor.

2. Dasar Teori

2.1 Gasifikasi

Gasifikasi adalah proses yang merubah bahan bakar padat menjadi gas yang dapat dibakar (*syngas*). Secara umum, proses gasifikasi melibatkan empat tahapan proses berupa pengeringan (*drying*), *pyrolysis*, oksidasi parsial dan reduksi.



Gambar 1. Tahapan-Tahapan Proses Gasifikasi

Pada *gasifier* jenis *fluidized bed*, kontak yang terjadi saat pencampuran antara gas dan padatan sangat kuat sehingga perbedaan zona pengeringan, pirolisis, oksidasi dan reduksi tidak dapat

dibedakan. Proses pengeringan, pirolisis dan reduksi bersifat menyerap panas (endotermik), sedangkan proses oksidasi bersifat melepas panas (eksotermik).

2.2 Fluidisasi

Fluidisasi merupakan salah satu teknik pengontakan fluida baik gas maupun cairan dengan butiran padat. Pada fluidisasi, kontak antara fluida dengan partikel padat dapat terjadi dengan baik karena permukaan kontak yang luas. Bila cairan atau gas dilewatkan pada unggun partikel padat dengan kecepatan yang rendah, maka unggun tidak akan bergerak, apabila kecepatan fluida yang melewati unggun dinaikan maka perbedaan tekanan disepanjang unggun akan meningkat pula. Pada saat perbedaan tekanan sama dengan berat unggun dibagi luas penampang, unggun mulai bergerak dan melayang-layang keatas. Partikel-partikel padat ini akan bergerak-gerak dan mempunyai perilaku seperti fluida. Keadaan seperti ini dikenal dengan hamparan terfluidisasikan (*fluidized bed*).

2.3 Parameter – parameter Proses Gasifikasi

Parameter - parameter penting yang perlu diperhatikan dalam proses gasifikasi adalah sebagai berikut :

Temperatur gasifikasi yang digunakan adalah 400 °C [5] karena dalam tahap pertama gasifikasi adalah pengeringan untuk menguapkan kandungan air dalam batu bara dan biomassa agar menghasilkan gas yang bersih.

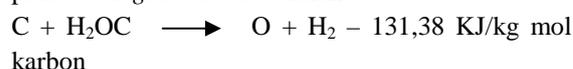
2.4 Reduksi (Gasifikasi)

Produk reaksi dari tahapan oksidasi (gas panas dan bara arang) bergerak turun ke tahapan reduksi. Ditahapan ini masuk panas *sensible* dari gas dan arang dikonversi sebanyak mungkin menjadi energi kimia dari gas produser. Produk akhir dari reaksi kimia yang terjadi ditahapan reduksi adalah gas mudah terbakar yang dapat digunakan sebagai bahan bakar gas dalam pembakar dan setelah pembuangan abu dan pendinginan cocok motor bakar dalam.

Berikut adalah reaksi kimia yang terjadi pada tahap tersebut :

- *Water-gas reaction*

Water-gas reaction merupakan reaksi oksidasi parsial karbon oleh kukus yang dapat berasal dari bahan bakar padat itu sendiri (hasil pirolisis) maupun dari sumber yang berbeda, seperti uap air yang bercampur dengan udara dan uap yang diproduksi dari penguapan air. Reaksi yang terjadi pada *Water-gas reaction* adalah :



Pada beberapa gasifier, kukus yang dipasang sebagai medium penggasifikasi dengan atau tanpa udara/oksigen.

3. Metode Penelitian

Penelitian dan pengujian gasifikasi ini menggunakan peralatan dan bahan sebagai berikut:

3.1 Karakterisasi Bahan Bakar

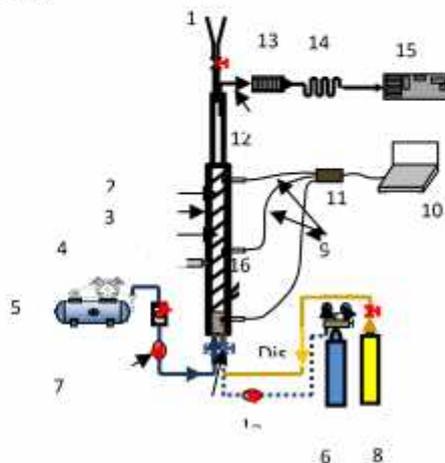
Tabel 1. Data Hasil Analisa Proximate

Bahan Bakar	Moisture %	Volatile %	Ash %	Fix Carbon %
Limbah RPH	13,83	50,01	16,72	19,42

Tabel 2. Data Hasil Analisa Ultimate

Bahan Bakar	C %	H %	O %	N %	S %
Limbah RPH	35,686	5,6642	5,187	0,8071	15,000

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa kandungan karbon padalimbah RPH adalah 35,686%



(a) Skematik



(b) FotoPeralatan

Gambar 2. Reaktor Gasifikasi Sirkulasi *Fluidized Bed*

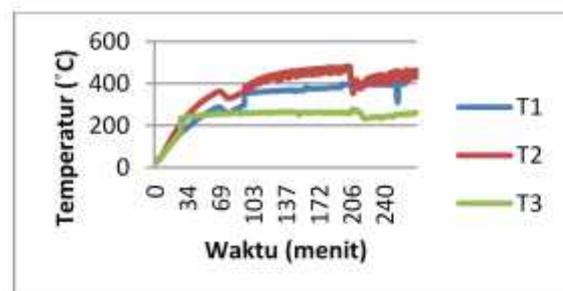
Keterangan:

1. Fuel feeder
2. Heater

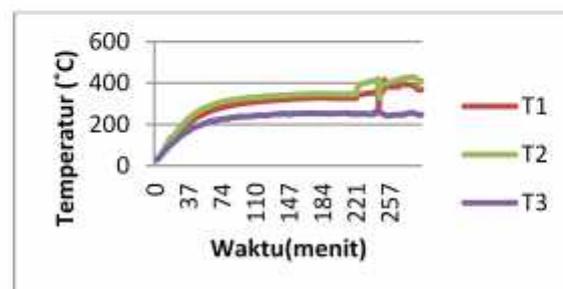
3. Isolator
4. Reaktor
5. Kompressor
6. Gas N_2
7. Flowmeter
8. Gas H_2O
9. Thermocouple
10. laptop
11. Data Logger
12. Saluranroducer
13. Filter
14. Gas cooler
15. Gas analyzer
16. Fuel feeder 2

4. Hasil dan Pembahasan

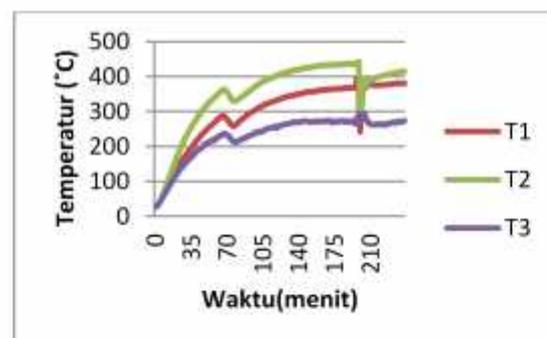
4.1. Distribusi Temperatur Reaktor.



Gambar 3. Distribusi temperatur I



Gambar 4. Distribusi temperatur II



Gambar 5. Distribusi temperatur III

Pada gambar 3,4, dan 5 adalah distribusi temperatur yang di dapat selama proses gasifikasi, reaksi gasifikasi ini digambarkan pada temperatur 400°C tetapi akan dilihat distribusinya sepanjang reaktor.

Berdasarkan grafik pada gambar 4, maka dapat dilihat bahwa reaktor mulai bekerja pada temperatur 410°C . Kemudian bahan bakar dimasukkan kedalam reaktor mengakibatkan temperatur mengalami penurunan sampai 330°C dan sampai bahan bakar habis dimasukkan. Gas N_2 dan gas H_2O dimasukkan sehingga mulai terjadi proses gasifikasi yang menyebabkan temperatur kembali naik sampai 406°C dan akan kembali turun saat bahan bakar telah habis tergasifikasi. Waktu dari awal proses sampai akhir proses dalam penelitian ini dicatat, kemudian digunakan untuk mengetahui performansi reaktor gasifikasi (*gasifier*).

5. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan pada pengaruh distribusi temperatur gasifikasi *fluidized bed* (FB) berbahan bakar limbah potong hewan (RPH), disimpulkan bahwa :

- Temperatur akan berubah dan terlihat pada grafik saat terjadi gasifikasi, dengan temperatur II yang lebih tinggi dikarenakan gasifikasi terjadi pada titik temperatur II
- Temperatur operasi T_2 lebih tinggi dari pada temperatur T_1 , dan T_3 . Temperatur operasi T_2 untuk distribusi temperature II adalah 410°C , sedangkan T_1 adalah 370°C , dan T_3 adalah 256°C .
- Dari ketiga grafik distribusi temperatur yang di dapat, grafik II yang terbaik dengan keadaan steady state.

Daftar pustaka

- [1] Prabir Basu (2010). **“Biomass Gasification and Pyrolysis”** practical design.
- [2] Bali Tribune (2015) **“Pemotongan Hewan pada hari raya”**
- [3] Winaya, I N. S., Sucipta, I M., dan Susila I D. M.(2011). **Pengaruh Temperatur Operasi dan Kecepatan Superficial Terhadap Komposisi Gas Produser pada Gasifikasi Fluidized Bed Berbahan Bakar Sampah Terapung**. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM, vol. 5, No. 1, April 2011, hlm. 85-90.
- [4] Adiana I M. (2014) **”Co-Gasifikasi Fluidized Bed Berbahan Bakar Bonggol Batubara**).Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana