

Pengaruh Variasi Temperatur Operasi Terhadap Kandungan Syngas DRFB Berbahan Bakar RDF

I Putu Handika Maulana, I Nyoman Suprpta Winaya, I Wayan Arya Darma
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali

Abstrak

DRFB adalah jenis reaktor gasifikasi yang mempunyai dua buah reaktor, reaktor gasifikasi dan reaktor pembakaran. Dalam reaktor pembakaran terjadi proses fluidisasi dimana bahan bakar dan bed material bersirkulasi seperti fluida kemudian didorong oleh blower yang sudah dipanaskan dengan kecepatan udara konstan yaitu 9 m/s. Dalam penelitian ini menggunakan variasi temperature operasi pada reaktor pembakaran yaitu 550 °C, 600 °C, 650 °C, 700 °C. Dalam penelitian ada beberapa variabel Kontrol seperti menggunakan jenis pasir silika sebagai bed material, bahan bakar yang digunakan yaitu RDF dan gas agen yang digunakan H₂O. Hasil penelitian ini akan menunjukkan hasil terbaik dari kandungan syngas dengan variasi temperatur operasi pada dual reactor fluidized bed.

Kata kunci: Fluidisasi, Temperatur, DRFB

Abstract

DRFB is a type of gasification reactor that has two reactors, a gasification reactor and a combustion reactor. In the combustion reactor, a fluidization process occurs where the fuel and bed material circulate like a fluid and then driven by a blower that has been heated with a constant air velocity of 9 m/s. In this study, the operating temperature variations in the combustion reactor are 550 C, 600 C, 650 C, 700 C. In this study there are several control variables such as using silica sand as bed material, the fuel used is RDF and the agent gas used is H₂O. The results of this study will show the best results from the syngas content with variations in operating temperature in a dual fluidized bed reactor.

Keywords: Fluidization, Temperature, DRFB

1. Pendahuluan

Permasalahan yang masih sering dibicarakan saat ini adalah masalah sampah. Banyaknya sampah yang dihasilkan dan kurangnya cara pemanfaatan menyebabkan banyaknya permasalahan yang timbul seperti pencemaran lingkungan, wabah penyakit dan pencemaran udara. Seiring berkembangnya teknologi dan meningkatnya jumlah penduduk populasi terjadinya peningkatan sampah juga akan naik, diperkirakan jumlah sampah yang dihasilkan setiap penduduk sebesar 0,52/kg/jiwa [1]. Sampah kota secara umum susah untuk dimanfaatkan karena masih memiliki kadar air yang besar, nilai kalor yang relatif rendah, ukuran yang berbeda beda serta memiliki kandungan debu yang banyak.

Salah satu cara agar sampah kota dapat digunakan secara maksimal adalah dengan cara mengubah sampah kota menjadi bahan bakar RDF. Bahan bakar RDF merupakan produk dari hasil pengolahan sampah baik organik maupun non organik dengan nilai kalor yang cukup tinggi. Besar kecilnya nilai kalor yang dikandung oleh RDF sampah kota tergantung pada komposisi sampah yang digunakan [2].

Teknologi gasifikasi adalah salah satu teknologi yang mampu mengubah sampah kota maupun biomassa seperti sampah plastik, sisa buangan rumah tangga dan jenis sampah lainnya yang dapat

dihancurkan sesuai dengan ukuran mesh yang digunakan untuk diubah menjadi gas yang bisa dimanfaatkan kembali menjadi energi alternatif dengan cara gasifikasi. *Dual Reactor Fluidized Bed* (DRFB) telah digunakan diberbagai aplikasi, gasifikasi adalah salah satu teknologi dengan bahan bakar sampah kota RDF yang mampu mengubah sampah menjadi gas mampu bakar [3].

DRFB adalah salah satu teknologi gasifikasi dengan dua buah yaitu reaktor pembakaran dan reaktor gasifikasi, merupakan reaktor yang digunakan pada perkembangan teknologi gasifikasi ini [4]. Pada saat proses gasifikasi terjadi maka akan tercipta suatu daerah proses didalam reaktor gasifier. Daerah tersebut adalah pengeringan, pirolisis reduksi dan pembakaran. Keadaan diatas dapat terjadi pada rentang suhu 25°C -150°C, 150°C -600°C, 600°C -900°C dan 800°C -1400°C. Gas yang tercipta dari hasil gasifikasi disebut *syngas* [5].

2. Dasar Teori

2.1 DRFB

DRFB adalah salah satu teknologi gasifikasi yang mempunyai 2 buah reaktor yaitu reaktor gasifikasi dan reaktor pembakaran. Prinsip kerja DRFB adalah dengan mensirkulasikan bed material pada reaktor gasifikasi dan reaktor pembakaran yang dihubungkan oleh pipa *upper* dan *lower*. Pemisahan reaksi antara

eksoterm dan endoterm bertujuan agar pereaksi memiliki suplai udara yang melimpah sehingga proses pembakaran dapat berlangsung dengan baik serta syngas yang dihasilkan semakin banyak.

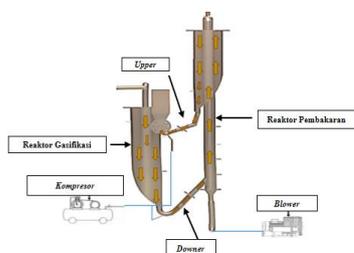
2.2 Fluidisasi

Dalam gasifikasi terdapat istilah yang dikenal dengan fluidisasi. Fluidisasi didefinisikan dimana bahan bakar padat akan diperlakukan seperti fluida dengan memanfaatkan *bed* material. Fluidisasi juga dapat diartikan sebagai suatu operasi dimana *bed* material mampu diperlakukan seperti zat cair[6]. Sistem fluidisasi, kontak yang terjadi antara bahan bakar dengan *bed* material terjadi dengan baik karena ruang bakar reaktor pembakaran memiliki suplai udara dari blower. Besar kecilnya tekanan yang diberikan akan mempengaruhi system fluidisasi. Salah satu yang menjadi pengaruh penting adalah ukuran dari *bed* material dan ukuran bahan bakar RDF. Selain itu tekan yang diberikan oleh blower dan kompresor sangat mempengaruhi proses fluidisasi. Fluidisasi terjadi didalam reaktor pembakaran yang sebelumnya *bed* material dan bahan bakar berada didalam reaktor gasifikasi.

2.3 Temperatur

Dalam proses gasifikasi temperatur sangat mempengaruhi agar dapat menghasilkan gas yang lebih baik. Pada awal proses gasifikasi temperature diseting 100 °C -200 °C untuk melakukan proses pengeringan, kemudian dilanjutkan dengan menaikkan temperature menjadi 300 °C-400 °C. pada temperature tersebut bahan bakar RDF akan terdekomposisi kemudian menghasilkan syngas. Semakin tinggi temperature maka proses terdekomposisinya bahan bakar RDF akan semakin cepat dan sisa pembakaran yang dihasilkan juga akan semakin sedikit. Proses dalam menciptakan temperatur yang tinggi secara terus menerus ,tangki reaktor harus dilapisi dengan isolasi glasswool yang tahan dengan api yang dapat mengurangi reaksi panas yang keluar menuju kelingkingan sehingga proses gasifikasi menjadi lebih baik.

3. Metode Penelian



Gambar 1. Skema DRFB

DRFB adalah teknologi gasifikasi yang dalam pengoperasian menggunakan 2 reaktor berbeda. Kedua reaktor tersebut dihubungkan oleh *upper* pada

baggian atas dan *lower* pada bagian bawah. Pada reaktor gasifikasi bahan bakar akan terdekomposisi menghasilkan *syngas* yang memiliki diameter 101,6 mm. Untuk reaktor pembakaran karena sebagai tempat berlangsungnya proses pembakaran maka membutuhkan tekanan yang lebih tinggi sehingga memiliki ukuran yang lebih kecil yaitu 50,8 mm. Pipa *upper* dan *lower* yang digunakan sebagai saluran penghubung antara kedua reaktor memiliki diameter 25,4 mm. pada bagian atas reaktor pembakaran terdapat *cyclone* untuk menyaring gas dan abu sisa pembakaran serta sebagai tempat bersirkulasi pasir dan arang yang belum terbakar sempurna.

Temperatur dari reaktor gasifikasi akan menghasilkan panas yang akan bersirkulasi menuju reaktor pembakaran melalui pipa *lower* dengan bantuan udara pendorong dari kompresor. Setelah memasuki reaktor pembakaran pasir dan arang akan dihembuskan menuju ke bagian atas reaktor oleh udara dari blower dengan kecepatan 9 m/s. Setelah mengalami proses pembakaran, pasir akan kembali turun menuju reaktor gasifikasi melalui pipa *lower* dengan bantuan udara dari kompresor.

Penelitian diawali dengan memasukan pasir ke dalam reaktor gasifikasi melalui *full feeder* pada bagian atas reaktor gasifikasi. Pada saat memasukan pasir temperatur udara dalam keadaan konstan. Setelah temperatur pada reaktor gasifikasi dan reaktor pembakaran sudah mencapai suhu yang diinginkan yaitu 600 °C di reaktor gasifikasi dan 550 °C,600 °C,650 °C dan 700 °C pada reaktor pembakaran. Setelah itu dilakukan dengan menyalakan blower terlebih dahulu agar suplai udara di bagian bawah reaktor pembakaran berlangsung dengan baik. Kemudian menyalakan kompresor untuk mensuplai udara pada pipa *upper* dan *lower* sehingga pasir di dalam reaktor akan bersirkulasi. Terlihat dari reaktor gasifikasi pasir akan keluar melalui pipa *upper* dan menandakan bahwa pasir dapat bersirkulasi di dalam reaktor.

4. Hasil dan Pembahasan

Terlihat bahwa semakin besar temperatur operasi maka akan semakin besar volume syngas yang dihasilkan, diikuti dengan tingginya LHV syngas. Perolehan syngas paling tinggi terjadi pada pengujian variasi IV dengan total volume sebanyak 4,882 %, CH₄ sebanyak 1,059 %, CO sebanyak 0,980 %, H₂ sebanyak 2,399 % serta LHV senilai 1,383 MJ/m³.

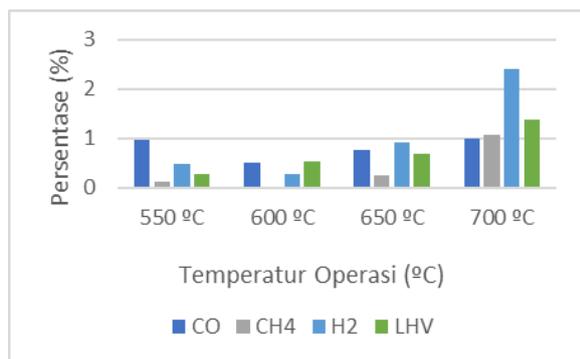
Pada penelitian ini dilakukan variasi temperatur operasi pada reaktor pembakaran. Cara untuk menentukan besar kecilnya temperatur operasi dilakukan dengan cara menseting temperatur pada termokontrol. Variasi temperatur yang divariasikan adalah pada temperatur 550 °C,600 °C,650 °C dan

700 °C. Setelah temperatur sudah mencapai yang diinginkan lalu Langkah berikutnya adalah memasukan bahan bakar RDF.

Pengambilan data dilakukan dengan cara merekam hasil syngas yang keluar melalui lubang pembuangan pada reaktor gasifikasi. Alat yang digunakan untuk merekam kandungan syngas adalah *gas analyzer*.

Tabel 1. Data hasil penelitian

Variasi Temperatur (°C)	Kandungan Syngas (% Volume)			Total (% Volume)	LHV (MJ/m ³)
	CO	CH ₄	H ₂		
550 °C	0.959	0.119	0.473	1.553	0.272
600 °C	0.490	0.026	0.26	0,776	0.54
650 °C	0.755	0.25	0.916	1.291	0.68
700 °C	0.980	1.059	2.399	4.882	1.383



Gambar 2. Grafik kandungan syngas

5. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan untuk menganalisa pengaruh variasi temperatur operasi terhadap proses gasifikasi RDF dengan menggunakan DRFB, maka diperoleh beberapa kesimpulan terkait parameter-parameter gasifikasi yaitu Lama nyala *syngas* yang dihasilkan dari proses gasifikasi DRFB paling lama di dapat pada variasi IV dengan temperatur 700 °C yang terjadi selama 980 detik sehingga *Fuel Conversion Rate* (FCR) yang didapatkan pada variasi tersebut yaitu 1,7 kg/jam dengan efisiensi gasifikasi sebesar 22,3 %.

Daftar Pustaka

[1] Jambeck, J. R. ,Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). **Entradas de residuos plásticos desde la tierra alocéano.** *Ciencia*,347(6223),768–771.

[2] Rania, M. F. ,Lesmana, I. G. E., & Maulana, E. (2019). **Analisis Potensi Refuse Derived Fuel (RDF) dari Sampah pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Kabupaten.** *Sintek Jurnal : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(1), 51–59.

[3] Kraft, Stephan; Kirnbauer, Friedrich; Hofbauer, Hermann. (2016). *Investigations using a cold flow model of char mixing in the gasification reactor of a dual fluidized bed gasification plant.* Powder Technology.

[4]Arya Darma, I. W., Winaya, I. N. S., & Wirawan, I. K. G. (2018). **Studi Pengaruh Temperatur Reaktor Gasifikasi Terhadap Fuel Conversion Rate Gasifikasi Dual Reactor Fluidized Bed.** *Jurnal METTEK*, 4(2), 37

[5]Vidian, F. (et.al,2008). *Gasifikasi Tempurung Kelapa Menggunakan Updraft Gasifier pada Beberapa Variasi Laju Alir Udara Pembakaran.*

[6] Basu, Prabir and Fraser, S. A. (1991). *Circulating Fluidized Bed Boilers.* Butterworth-Heinemann. United States of A



I Putu Handika Maulana menyelesaikan studi S1 Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 2022

Konsentrasi Penelitian Bidang Konversi Energi