

# Pengaruh Variasi Media Gasifikasi H<sub>2</sub>O Pada Dual Reaktor Fluidized Bed Terhadap *Fuel Conversion Rate* (FCR) Bahan Bakar Sampah Kota

I Nyoman Ari Putrawan, I Nyoman Suprpta Winaya, Cok Istri Putri Kencanawati  
Program studi Teknik Mesin, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Teknologi Gasifikasi Dual Reaktor Fluidized Bed (DRFB) adalah salah satu teknologi pengkonversian bahan bakar padat yang terfluidisasikan secara termokimia menjadi gas mampu bakar yang menggunakan 2 (dua) buah reaktor. Adapun 2 buah reaktor tersebut dibuat dengan bahan pipa stainless steel (SS304) berdiameter 4 in (10,16 cm) untuk reaktor gasifikasi dan pipa berdiameter 2 in (5,08 cm) untuk reaktor pembakaran. Sampah kota merupakan bahan buangan yang memiliki nilai kalor cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar unit DRFB. Pada penelitian ini temperature yang dipilih adalah 550°C pada reaktor gasifikasi dan 650°C pada reaktor pembakaran. Media gasifikasi merupakan hal yang penting dalam DRFB karena dapat membantu proses konversi bahan bakar. Untuk media gasifikasi dalam penelitian ini menggunakan uap air (H<sub>2</sub>O) yang mengacu pada water gas reaction (C + H<sub>2</sub>O menjadi CO + H<sub>2</sub>) dengan variasi laju aliran media gasifikasi dipilih secara acak yaitu variasi I (tanpa media gasifikasi), II (5 l/m), III (10 l/m) dan IV (15 l/m) dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh media gasifikasi H<sub>2</sub>O terhadap Fuel Conversion Rate (FCR) bahan bakar sampah kota. Hasil dari pengujian menunjukkan FCR bahan bakar yang paling baik terjadi pada variasi IV (15 l/m) dimana hasil yang di dapat adalah 2,122 kg/jam

**kata kunci** : gasifikasi, DRFB, sampah kota, media gasifikasi H<sub>2</sub>O, FCR

## Abstract

Technology Gasification Dual Reaktor Fluidized Bed (DRFB) is one of the most thermochemical-compressed fuel-converting technologies for solid fuel that uses two reactors. The two reactors are made with a stainless steel pipe (SS304) with 4 inch (10,16 cm) for gasification reactors and 2 inch (5,08 cm) for combustion reactors. Municipal waste is a waste material that has a high heat value, so that it can be used as fuel for unit DRFB. In the research of the selected temperature is 550° C on gasification reactor and 650° C on combustion reactors. Gasification Media is important in DRFB because it can help fuel conversion process. For the gasification media in this study using water vapor (H<sub>2</sub>O) that refers to the water gas reaction (C + H<sub>2</sub>O to CO + H<sub>2</sub>) with a variation of the flow rate of selected media gasification randomly i.e. variation I (without media gasification), II (5 liter/ment), III (10 liter/ment) and IV (15 liter/ment) for the purpose of knowing the effect of the gasification of H<sub>2</sub>O against Fuel Conversion Rate (FCR) of the municipal waste fuel. The result of the test showed that the best fuel FCR occurred in the IV variation (15 liter/ment) where the result can be 2.122 kg/hr

**Keywords**: gasification, DRFB, municipal waste, media gasification of H<sub>2</sub>O, FCR

## 1. Pendahuluan

Bali merupakan pulau destinasi wisata kelas dunia, setiap tahun jumlah wisatawan yang berlibur ke Bali terus meningkat. Seiring dengan hal itu timbul permasalahan untuk pengolahan sampah di Bali, menurut data DLH pada tahun 2017 timbulan sampah di Bali mencapai 10.489,10 m<sup>3</sup>/hari yang terdiri dari 60% sampah organik, 30% sampah anorganik dan residunya 10% [1]. Oleh karena itu perlu adanya teknologi pengolahan sampah. Proses gasifikasi adalah proses termokimia bahan bakar padat menjadi gas mampu bakar (*syngas*) dimana udara yang di perlukan jauh lebih sedikit dari udara untuk pembakaran. Gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi terdiri dari gas yang mudah terbakar seperti, Karbon Moksida (CO), Hydrogen (H<sub>2</sub>), Metana (CH<sub>4</sub>) [2]. Salah satu teknik gasifikasi yang

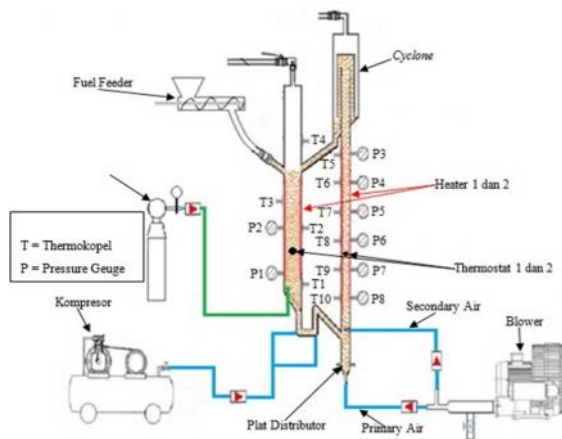
berkembang pesat saat ini adalah sistem *fluidized bed* dimana pada teknologi ini terjadi pencampuran antara hamparan (*bed material*) dan bahan bakar .

Pada sistem *fluidized bed* diperlukan reaktor untuk berlangsungnya proses termokimia, namun pada reaktor yang digunakan selama ini masih sering mengalami kendala yakni masih menyisakan arang atau *char*. Untuk mengatasi hal tersebut digunakan dua buah reaktor atau yang disebut *dual reaktor fluidized bed* (DRFB) dimana bahan bakar yang belum habis terkonversi akan disirkulasikan ke reaktor pembakaran. Kemudian akan disirkulasikan lagi oleh cyclone menuju reaktor gasifikasi hingga bahan bakar habis terkonversi dan menghasilkan gas yang maksimal[3]. Keunggulan lain dari sistem DRFB adalah tidak adanya ada udara luar yang digunakan sehingga tidak ada kandungan Nox dalam produksi gas.

Pada teknologi gasifikasi media gasifikasi memiliki peranan yang sangat penting untuk membantu proses konversi bahan bakar menjadi gas mampu bakar (*syngas*). Media gasifikasi biasanya menggunakan udara, oksigen, uap air atau campurannya. Pada penelitian ini menggunakan gas H<sub>2</sub>O sebagai media gasifikasi, penggunaan gas H<sub>2</sub>O pada proses gasifikasi mengacu pada *water gas reaction* ( $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ ) [4]. Pada penelitian ini akan dianalisis pengaruh laju aliran media gasifikasi H<sub>2</sub>O terhadap nilai FCR bahan bakar sampah kota.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Deskripsi Alat Penelitian



Gambar 1. Skema Alat DRFB

Penelitian ini dilakukan pada unit *dual reactor fluidized bed* (DRFB) seperti pada gambar 1. Dual Reactor Fluidized bed merupakan salah satu jenis reactor yang memiliki system sirkulasi ganda, dimana salah satu reactor berfungsi sebagai tempat proses gasifikasi sedangkan reactor lain berfungsi untuk proses pembakaran biomasa yang tidak terkonversi secara sempurna.

Prinsip kerja dari *dual reactor* adalah bahan bakar dimasukkan ke dalam fuel feeder pada reactor gasifikasi, kemudian akan dialirkan ke reactor pembakaran sehingga menghasilkan gas dan sisa biomasa yang belum terkonversi akan dialirkan kembali agar terkonversi menjadi gas. Pada reactor pembakaran bed material dan bahan bakar difluidisasikan,

Pada proses gasifikasi dual reactor diperlukan media gasifikasi dimana media gasifikasi ini berperan penting dalam proses konversi bahan bakar menjadi gas mampu bakar. Pada penelitian ini menggunakan Uap Air (H<sub>2</sub>O) sebagai media gasifikasi, uap air di peroleh dari penguapan air di dalam steam drum yang di panaskan dengan kompor. Media gasifikasi di

injeksikan melalui sisi bagian bawah reactor gasifikasi.

### 2.2 Variabel Penelitian

#### ❖ Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian dipilih secara acak yang di jelaskan sebagai berikut:

- Variasi I (tanpa media gasifikasi)
- Variasi II (laju aliran 5 liter/menit)
- Variasi III (laju aliran 10 liter/menit)
- Variasi IV (laju aliran 15 liter/menit)

#### ❖ Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian yaitu nilai FCR bahan bakar sampah kota.

## 3. Metode Pengolahan Data

Data yang diolah adalah hasil dari pengujian dengan mencatat berat bahan bakar awal, berat arang dan waktu oprasional. Nilai FCR dapat dihitung menggunakan rumus:

$$FCR = \frac{\text{berat bahan bakar tergasifikasi}}{\text{waktu operasional}} = \frac{\text{berat bahan bakar} - \text{berat arang}}{\text{waktu operasional}} \left( \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right) \quad (1)$$

## 4. Hasil Dan Pembahasan

### 4.1 Data Hasil Penelitian

Setelah melakukan penelitian seperti yang di jelaskan pada metode penelitian maka di dapat hasil berupa tabel sebagai berikut:

Table 1. Data Hasil Penelitian Variasi Laju Media Gasifikasi H<sub>2</sub>O

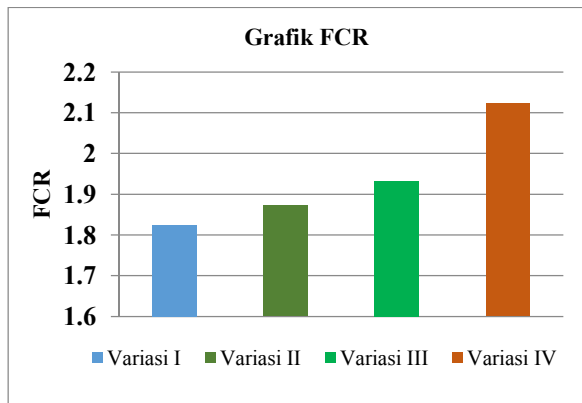
Variasi laju media gasifikasi (l/m)	Massa bahan bakar (gram)	Massa arang (gram)	Waktu oprasi (detik)
Variasi I (tanpa media gasifikasi)	600	263	665
Variasi II (5 liter/menit)	600	239	694
Variasi III (10 liter/menit)	600	221	706
Variasi IV (15 liter/menit)	600	195	687

Selanjutnya perhitungan nilai FCR di hitung menggunakan persamaan (1), sehingga diperoleh hasil seperti yang di ditampilkan pada tabel 2 dan gambar 2 dibawah:

Table 2. Data Hasil Perhitungan FCR

VARIASI MEDIA H <sub>2</sub> O	FCR
Variasi I (tanpa media gasifikasi)	1.824
Variasi II (5 liter/menit)	1.872

Variasi III (10 liter/menit)	1.932
Variasi IV (15 liter/menit)	2.122



Gambar 2. Perbandingan *Fuel Conversion Rate* Berdasarkan grafik perbandingan nilai fcr diatas, variasi yang memiliki nilai fcr paling tinggi terjadi pada variasi IV dengan laju alir media gasifikasi 15 liter/menit.

## 5. Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat di tarik kesimpulan yaitu, dengan variasi laju aliran media gasifikasi H<sub>2</sub>O 15 liter/menit mampu menghasilkan FCRA yang paling tinggi dibandingkan variasi lainnya, dimana pada variasi ini nilai FCR mencapai 2.122 kg/jam.

## Daftar Pustaka

- [1] Beritabali.com, 2018 **Produksi Sampah di Bali Capai 12.000 Kubik per Hari**, Minggu, 07 januari.d Denpasar
- [2] Basu, Prabir. 2010. "*Biomassa Gasification and Pyrolysis Practical Design*". Elsevier Inc, USA.
- [3] Basu, Prabir. 2006. "*Gasification And Combustion*", Halifax, Nova Scotia By Taylor and Francis Group, LLC.
- [4] Ran Prasad, 2016, *Study Of Water Gas Reaction*, Indian Institute of Technology (Banaras Hindu University)Varanasi.

	<p>I Nyoman Ari Putrawan Menyelesaikan studi program sarjana di teknik mesin, universitas Udayana dari tahun 2015 sampai 2019. Degan topic, Pengaruh variasi media gasifikasi h<sub>2</sub>o pada dual reaktor fluidized bed terhadap <i>fuel conversion rate</i> (fcr) bahan bakar sampah kota Area penelitian yang diminati adalah konversi energi</p>
---	--