

Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis Fixed Bed Terhadap *Fuel Conversion Rate (FCR)* Bahan Bakar Limbah Janur

I Putu Adi Budiastawan, I Nyoman Suprpta Winaya, Cok Istri Putri Kencanawati
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Kebutuhan akan sumber energi alternatif untuk menanggulangi krisis energi dalam hal ini energi terbarukan menggunakan biomassa kini menjadi pilihan. DKP Kabupaten Badung mencatat volume sampah upacara pasca hari raya galungan meningkat 20% dari 210 ton per harinya. Melalui teknologi pirolisis Fixed bed yang digunakan pada penelitian ini diharapkan limbah persembahyangan umat hindu di Bali dalam bentuk limbah padat biomassa janur dapat dikonversikan menjadi kondensat mampu bakar. Dimana penelitian ini dilakukan untuk mencari fuel conversion rate (FCR) terbaik dengan empat variasi temperatur yaitu variasi 1 (300° C), variasi 2 (400° C), variasi 3 (500° C), dan variasi 4 (600° C) dengan massa input bahan bakar konstan yaitu 1 kilogram. Hasil dari penelitian menunjukkan perlakuan yang menghasilkan FCR yang optimum terjadi pada temperatur 300 °C selama 45 menit yaitu pada variasi 1 dimana hasil yang di dapat adalah 2,122 kg/jam

Kata kunci: Pirolisis Fixed Bed, Biomassa Janur, Temperatur, FCR

Abstract

The need for alternative energy sources to overcome the energy crisis in this case renewable energy using biomass is now an option. The cleaning and gardening service of the Badung Regency noted that ritual waste volume after the galungan day increased by 20% from 210 tons per day. Through the Fixed bed pyrolysis technology used in this study, it is expected that the Hindu worship waste in Bali in the form of solid biomass waste can be converted into combustible condensate. Where this research was conducted to find the best fuel conversion rate (FCR) with four temperature variations, namely variation 1 (300° C), variation 2 (400° C), variation 3 (500° C), and variation 4 (600° C) with mass of material input Constant burning is 1 kilogram. The results of the study showed that the treatment that produced the optimum FCR occurred at a temperature of 300 OC for 45 minutes, namely in variation 1 where the results obtained were 2.122 kg/hour 9.17

Keywords: Pyrolysis of Fixed Bed, Fetal Biomass, Temperature, FCR

1. PENDAHULUAN

Bali merupakan salah satu propinsi di Indonesia dengan mayoritas agama Hindu. Hindu di Bali dikenal dengan prosesi upacara yang memanfaatkan sumber daya alam seperti tumbuh-tumbuhan sebagai persembahan kepada Tuhan Yang Maha Esa atau disebut upacara dewa yadnya. Sarana upacara dewa yadnya salah satunya dan yang paling sering digunakan adalah canang yang berbahan dasar daun janur atau daun kelapa muda. Selama ini canang yang sudah selesai digunakan terbuang dan menjadi kompos. Dinas kebersihan dan pertamanan Kabupaten Badung mencatat volume limbah upacara pasca hari raya galungan meningkat hingga 20% dari 210 ton per harinya [1]. Dengan jumlah sampah yang begitu besar dan cadangan minyak bumi semakin menipis, maka penggunaan sumber energi alternatif dalam hal ini energi terbarukan kini menjadi pilihan, termasuk di antaranya penggunaan biomassa dari limbah daun janur. Limbah Sampah organik dapat di olah menjadi bahan bakar alternatif sebagai

sumber energi alternatif bahan bakar minyak (BBM). Salah satu sumber energi alternatif yang besar peluangnya untuk dikembangkan pemanfaatannya di Indonesia khususnya di Bali ialah energi biomassa dengan menggunakan teknologi pirolisis limbah daun janur.

Pirolisis adalah proses konversi termal dimana material diperlakukan dalam kondisi atmosfer inert tanpa adanya udara atau oksigen. Pirolisis dapat berlangsung lambat atau cepat tergantung pada prosesnya [2]. Pirolisis terjadi pada empat tahapan, dimulai dengan penguapan air, diikuti dengan dekomposisi hemiselulosa, selulosa dan lignin. Pirolisis hemiselulosa dan selulosa terjadi diantara 180°C sampai 350°C hingga menghasilkan asam karboksilat dan senyawa karbonil. Sementara lignin terpirolisis pada suhu diantara 300°C sampai 500°C dan menghasilkan fenol. Pirolisis kayu sering menghasilkan senyawa yang tidak diinginkan seperti hidrokarbon polisiklik aromatik (HPA). Hidrokarbon polisiklik aromatik merupakan famili senyawa, beberapa diantaranya terbentuk secara alami, dan

yang lainnya merupakan hasil dari pembakaran tak sempurna dan umumnya terbentuk pada suhu pirolisis antara 500 °C dan 900 °C [3].

Pada proses pirolisis ada berbagai macam reaktor yang ada saat ini, jenis-jenis tersebut memiliki berbagai macam fungsinya dan memiliki keuntungannya masing-masing, tergantung produk seperti apa yang diinginkan seperti jenis produk cair atau gas yang ingin didapatkan. Pada penelitian ini, reaktor yang akan digunakan adalah *pyrolysis fixed bed* (FBD). *Pyrolysis fixed bed* (FBD) adalah jenis pirolisis yang banyak digunakan, umumnya beroperasi dalam mode batch dengan katalis atau tanpa katalis. Reaktor PFB sangat sesuai untuk proses pirolisis bahan bakar padat yang memerlukan kontak dan kontrol temperatur sedang. Pengoperasiannya sederhana dan kemungkinan terjadinya abrasi pada bodi reaktor sangat kecil. Reaktor PFB bisa dibuat dalam ukuran kecil dengan biaya rendah, yang merupakan salah satu keunggulannya. Inilah sebabnya sejumlah besar reaktor PFB skala kecil banyak digunakan di seluruh dunia [4]. Keunggulan lain dari reaktor *pyrolysis fixed bed* (FBD) adalah suhu yang dapat di kontrol dengan mudah dan panas yang dapat dipertahankan oleh jenis bed yang digunakan pada reaktor pirolisis.

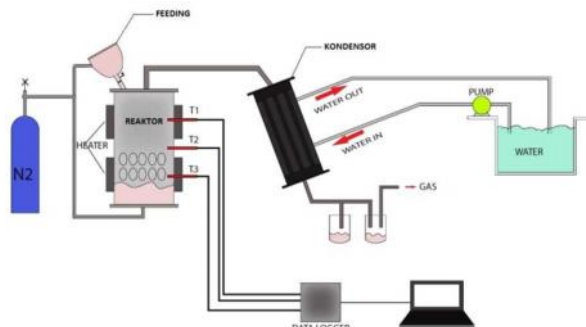
Beberapa penelitian tentang pirolisis sampah organik sudah pernah dilakukan sebelumnya, salah satunya dilakukan oleh Hidayat dan Qomarudin tentang pengaruh temperatur terhadap hasil kondensat dari proses pirolisis tempurung kelapa dan cangkang kopi dimana kenaikan temperatur dari 150°C sampai 250°C dapat menaikkan kapasitas asap cair/kondensat sampai 56% untuk tempurung kelapa dan 213% untuk cangkang kopi [5]. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan temperatur yang sesuai dapat menyebabkan pemanasan yang lebih sempurna sehingga hasil dapat naik secara signifikan. Dalam penelitian kali ini yang akan divariasikan adalah temperatur kerja dalam reaktor jenis fast pyrolysis, karena proses pirolisis ideal pada daun janur terjadi diantara temperatur 200°C sampai 650°C [6], maka variasi temperatur yang akan dilakukan diantara temperatur 200°C sampai 650°C. Pada penelitian kali ini yang akan dianalisis yaitu pengaruh variasi temperatur terhadap nilai FCR bahan bakarlimbah janur.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Deskripsi Alat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada unit Alat pirolisis fix-bed yang terdiri dari dua komponen utama yakni reaktor, dan unit pendinginan gas cair atau kondensor. Sebagian besar materialnya merupakan besi yang mampu menahan panas selama proses pirolisis berlangsung. Reaktor pirolisis memiliki ketinggian 62 cm dengan diameter inlet sebesar 15 cm sehingga

dapat menampung bahan bakar sebanyak +/- 3 kilogram dan berbahan plat *black steel*. Reaktor dipasangkan thermocontrol yang berguna untuk mengatur suhu di dalam reaktor agar tetap konstan. Gas yang keluar dari reactor akan menuju tabung pendingin berketinggian 60 cm dan diameter 12,7 cm terhubung oleh sambungan sepanjang 16,5 cm yang dialiri air dengan pompa untuk mendinginkan gas sehingga mengubah gas menjadi cair atau terjadinya kondensasi. Kondensat yang dihasilkan akan menuju penampung pirolisis cair.



Gambar 1. Skema Alat Pirolisis fixed bed

2.2 Variabel Penelitian

- ❖ Variabel Bebas
Variabel bebas pada penelitian di jelaskan sebagai berikut:
 - a. Variasi I (300 °C)
 - b. Variasi II (400 °C)
 - c. Variasi III (500 °C)
 - d. Variasi IV (600 °C)
- ❖ Variabel Terikat
Variabel terikat dalam penelitian yaitu nilai FCR bahan bakar limbah janur.

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:

$$FCR = \frac{\text{massa bahan bakar} - \text{massa arang}}{\text{volume kondensat}} \left(\frac{\text{kg}}{\text{l}} \right) \quad (1)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Setelah melakukan penelitian seperti yang dijelaskan pada metode penelitian maka di dapat hasil berupa tabel 1 sebagai berikut:

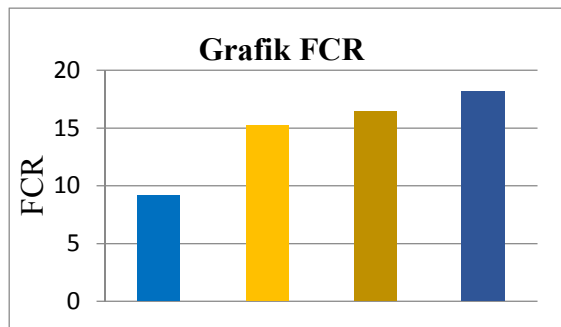
Table 1. Data Hasil Penelitian Variasi Temperatur

Variasi laju media gasifikasi (l/m)	Massa bahan bakar (gram)	Massa arang (gram)	Volume kondensat (ml)
Variasi I (300 °C)	1000	450	60
Variasi II (400 °C)	1000	390	40
Variasi III (500 °C)	1000	360	39
Variasi IV (600 °C)	1000	330	37

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

Table 2. Data Hasil Perhitungan FCR

VARIASI TEMPERATUR	FCR
Variasi I (300 °C)	9,17
Variasi II (400 °C)	15,25
Variasi III (500 °C)	16,42
Variasi IV (600 °C)	18,2



Gambar 2. Perbandingan Fuel Conversion Rate
Berdasarkan grafik 2 di atas perbandingan nilai fcr di atas, variasi yang memiliki nilai fcr paling tinggi terjadi pada variasi IV dengan temperatur 600 °C.

5. Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat di tarik kesimpulan yaitu, dengan variasi temperatur 300 °C untuk menghasilkan 1 liter kondensat maka membutuhkan massa bahan bakar sebesar 9,17 kg lebih sedikit dengan temperatur di atas 300 °C.

Daftar Pustaka

- [1] Ariani, 2017, *Skripsi Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia*, Yogyakarta
- [2] Basu, 2013, *32Jamestown Road*, London NW1 7BY, UK, 525 B Street, Suite 1800, San Diego, CA 92101-4495, USA, Published by Elsevier Inc.
- [3] Bridgwater, 2013, *Fast Pyrolysis of Biomass for The Production of Liquids*, Aston University
- [4] Hidayat, T. Dan Qomaruddin, 2015, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-6 di Universitas Wahid Hasyim*, Jombang
- [5] Pos Bali, 2016, *Volume Sampah Upakara*, <https://www.posbali.id/volume-sampahupakara/>, diakses pada tanggal 16 Oktober 2018.
- [6] Rajendra IM., Winaya INS., Ghurri A., and Wirawan IKG., 2018, Study Program of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering University of Udayana.

	<p>I Putu Adi Budiastrawan Menyelesaikan studi program sarjana di teknik mesin, universitas Udayana dari tahun 2015 sampai 2019. Degan topik. Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis Fixed Bed Terhadap Fuel Conversion Rate (FCR) Bahan Bakar Limbah Janur. Area penelitian yang diminati adalah konversi energi</p>
--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------