

Kaji Eksperimental Kehilangan Panas pada Dinding Ruang Bakar Fluidisasi Berbahan Bakar Biomassa

M. Faisal¹⁾, Ahmad Syuhada²⁾ dan Hamdani²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama Aceh
Jl. Blang bintang Lama Km 8,5 Lampoh Keudee –Aceh Besar 23372, INDONESIA
Phone/Fax.: +62-651-21255
E-mail: m_fai5al@yahoo.com

²⁾Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam – Banda Aceh 23111, INDONESIA

Abstract

Biomass has several advantages, especially as it is renewable in nature. The low energy content owned by biomass requires the use of effective techniques, such as gasification. This research was to determine the rate of heat transfer that occurs in the burning of fuel in the combustion chamber fluidized types. The benefit of this research is to identify the heat loss in biomass combustion system. The fuel used in this study are wood-planed chips, branches of dry wood and areca nut husk. The size of fuel was 2 to 3 mm. The fuel was weighed to 2 kgs for one testing/biomass. The combustion duration was 50 seconds. The heat loss in biomass combustors with wood-planed chips occurred in 30 seconds at T_f 724°C and T_w 203 °C, the heat loss was 26813.33 W/m. The heat loss in the combustion chamber with biomass wood-planed chips in 15 seconds at $T_{f-average}$ 334 °C and T_w 44 °C, the heat loss was 2947.03 W/m. The heat loss in biomass combustors with branches of dry wood in 30 seconds at T_f 713 °C and T_w 201 °C, the heat loss was 26350.15 W/m. The heat loss in the combustion chamber with branches of dry wood biomass in 20 seconds at $T_{f-average}$ 286 °C and T_w 42 °C, the heat loss was 2479.57 W/m. The heat loss in biomass combustors with areca nut husk occurred in 20 seconds at T_f 515 °C and T_w 137 °C, the heat loss was 19453.82 W/m. The heat loss in the combustion chamber with areca nut husk biomass occurred in 15 seconds at $T_{f-average}$ 118 °C and T_w 39 °C, the heat loss was 802.81 W/m.

Keywords: Fluidization , Biomass , Heat transfer rate , Combustor

1. Pendahuluan

Salah satu sumber energi alternatif yang besar peluangnya untuk dikembangkan pemanfaatannya di Indonesia adalah energi biomassa, keberadaannya berlimpah. Sebagai sumber energi, biomassa memiliki beberapa keunggulan yaitu, sifat terbarukan dan dari segi lingkungan penggunaan biomassa sebagai sumber energi memiliki dua pengaruh positif yaitu bersifat mendaur ulang CO₂, sehingga emisi CO₂ ke atmosfer secara netto berjumlah nol [1].

Rendahnya kandungan energi yang dimiliki oleh biomassa mengharuskan penggunaan teknik pemanfaatan energi biomassa yang tepat. Salah satu cara memanfaatkan energi biomassa secara efektif adalah dengan gasifikasi. Keuntungan dari proses gasifikasi adalah pembakaran menggunakan *producer gas* hasil gasifikasi menghasilkan asap yang lebih sedikit daripada pembakaran langsung bahan bakar, sehingga proses ini lebih ramah lingkungan dalam hal polusi udara [2].

Fluidized Bed Combustor (FBC) merupakan salah satu teknologi pembakaran yang mempunyai kemampuan mengkonversi berbagai jenis bahan bakar baik sampah, limbah, biomassa bahkan bahan bakar fosil berkalori rendah. Teknologi ini

menggunakan konsep turbulensi benda padat yang terjadi pada proses pembakaran, dimana dalam mekanisme pembakaran tersebut terjadi perpindahan panas dan massa yang tinggi. Teknologi ini telah diaplikasikan dalam banyak sektor industri dan beberapa tahun belakangan ini telah diproyeksikan sebagai salah satu teknologi yang memadai untuk mengkonversi biomassa [3].

Teknologi *fluidized bed combustor* juga lebih baik bila dibandingkan dengan teknologi pembakaran biomassa yang konvensional, karena selain laju pembakaran yang cukup tinggi juga dapat membakar limbah biomassa yang berkadar air tinggi. Kebutuhan udara yang sebenarnya dalam proses pembakaran harus melebihi kebutuhan udara teoritisnya. Hal ini diperlukan untuk mengantisipasi proses pembakaran yang tidak sempurna. Selisih antara jumlah udara aktual dan udara teoritis ini disebut juga sebagai *excess air*. Nilai *excess air* ini selalu merupakan persentase antara selisih jumlah udara aktual dengan udara teoritis, yang berbanding dengan jumlah udara aktual [2].

Pembakaran dengan *fluidized bed (FBC)* muncul sebagai alternatif yang memungkinkan dan memiliki kelebihan yang cukup berarti dibanding sistem pembakaran yang konvensional dan memberikan

banyak keuntungan, rancangan yang kompak, fleksibel terhadap bahan bakar, efisiensi pembakaran yang tinggi dan berkurangnya emisi polutan yang merugikan seperti SOx dan Nox [4].

Proses dekomposisi termal dari biomassa dapat digunakan sebagai salah satu cara dalam menghasilkan gas bakar atau *producer gas* atau *synthesis gas* (syngas). Selama ini proses gasifikasi agak sulit dikontrol parameter operasinya karena banyaknya jumlah tar yang terbentuk yang menjadi masalah ketika dibuang kelingkungan. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu cara yang akhir-akhir ini mulai mendapat perhatian adalah penggunaan reaktor *circulating fluidized bed* (CFB). CFB mempunyai efisiensi yang tinggi dan dapat menghilangkan pembentukan tar karena adanya proses pembakaran tar yang terbentuk [5].

Dengan terjadinya proses pembakaran di ruang bakar sehingga menghasilkan gas panas yang memiliki energi termal bertemperatur tinggi dibandingkan dengan temperatur udara luar disekeliling ruang bakar. Akibat adanya beda temperatur antara gas panas di dalam ruang bakar dengan temperatur udara lingkungan di luar ruang bakar terjadilah perpindahan panas dari dalam ruang bakar keluar ke udara lingkungan melalui dinding-dinding ruang bakar. Jika perpindahan panas keluar dari ruang bakar terlalu besar hal ini akan menyebabkan berkurangnya efisiensi termal konversi energi dari proses pembakaran biomassa yang dilakukan

Hal inilah yang menjadi latar belakang peneliti untuk mengkaji tingkat perpindahan panas pada proses pembakaran biomassa menjadi energi termal di ruang bakar dengan judul kajian Kaji Eksperimental Kehilangan Panas Pada Dinding Ruang Bakar Fluidisasi Berbahan Bakar Biomassa.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui tingkat kehilangan panas pada dinding combustor dan dinding ruang bakar saat pembakaran bahan bakar biomassa pada reaktor fluidisasi biomassa skala laboratorium.



Gambar 1. Ruang bakar tipe fluidisasi

2. Metode Penelitian

2.1. Peralatan Pengujian

Pada pengujian ini digunakan satu unit reaktor dengan ruang bakar tipe fluidisasi. Secara lengkap unit uji sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.

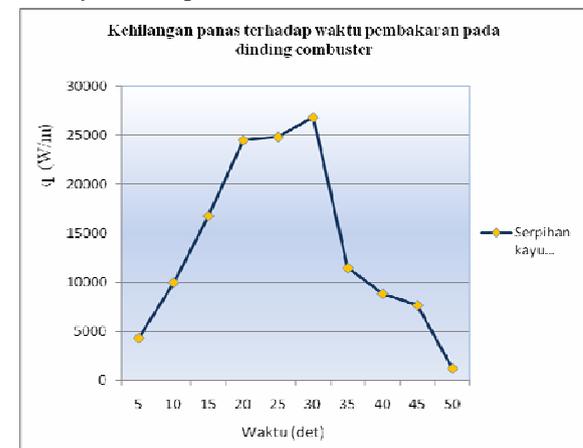
Adapun biomassa yang digunakan pada penelitian ini adalah serpihan kayu ketam, ranting kayu kering dan sabut pinang, seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Jenis biomassa

2.2. Metode Pengujian

Bahan bakar biomassa dihaluskan menjadi ukuran 2-3 mm. Masing-masing bahan bakar ditimbang menjadi 2 kg untuk sekali pengujian/biomassa, Bahan bakar dimasukkan ke ruang bakar melalui feeder. Setelah ruang bakar terisi oleh bahan bakar biomassa, maka dilakukan penyalaan awal dengan membuka katup udara dari blower yang dialirkan ke ruang bakar. Akibat adanya udara yang dihembuskan ke ruang bakar dari blower, maka pembakaran terjadi begitu cepat sehingga temperatur didalam ruang bakar semakin naik. Karena dalam tahap pengujian nya kita tidak melakukan feeding bahan bakar, maka perlahan-lahan temperatur di ruang bakar akan turun. Adapun lamanya waktu pembakaran adalah 50 detik.



Gambar 3. Grafik kehilangan panas terhadap waktu pembakaran pada dinding combustor menggunakan biomassa serpihan kayu ketam

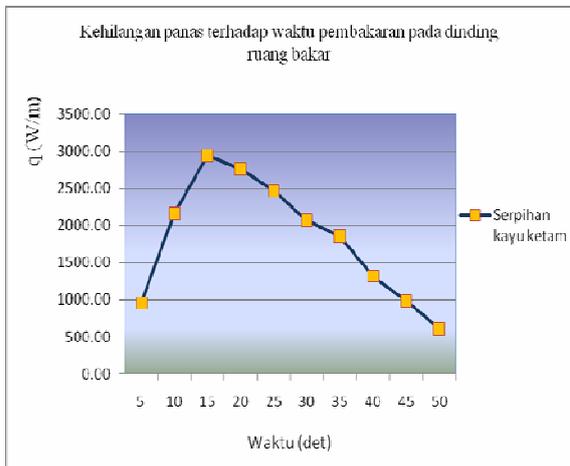
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kehilangan panas pada dinding combustor menggunakan biomassa serpihan kayu ketam

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa kehilangan panas terbesar yang terjadi pada dinding combustor dengan menggunakan bahan bakar biomassa serpihan kayu ketam terjadi pada 30 detik setelah pembakaran yaitu 26813,33 W/m.

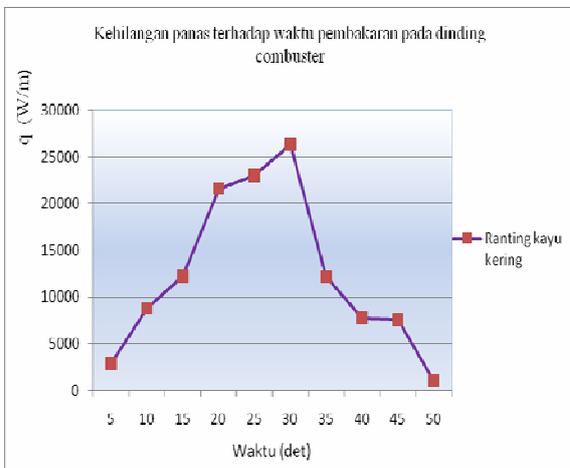
3.2. Kehilangan panas pada dinding ruang bakar menggunakan biomassa serpihan kayu ketam

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa kehilangan panas terbesar yang terjadi pada dinding ruang bakar dengan menggunakan bahan bakar biomassa serpihan kayu ketam terjadi pada 15 detik setelah pembakaran yaitu 2947,03 W/m.



Gambar 4. Grafik kehilangan panas terhadap waktu pembakaran pada dinding ruang bakar menggunakan biomassa serpihan kayu ketam

3.3. Kehilangan panas pada dinding combustor menggunakan biomassa ranting kayu kering



Gambar 5. Grafik kehilangan panas terhadap waktu pembakaran pada dinding ruang bakar menggunakan biomassa ranting kayu kering

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa kehilangan panas terbesar yang terjadi pada dinding combustor yang menggunakan biomassa ranting kayu kering terjadi pada 30 detik setelah pembakaran yaitu 26350,15 W/m.

3.4. Kehilangan panas pada dinding ruang bakar menggunakan biomassa ranting kayu kering

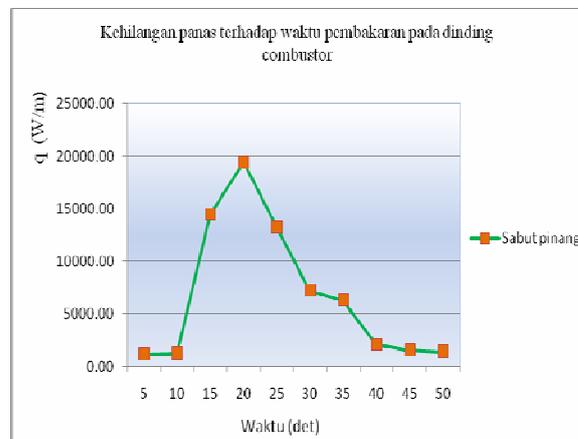
Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa kehilangan panas terbesar yang terjadi pada dinding ruang bakar dengan menggunakan bahan bakar biomassa ranting kayu kering terjadi pada 20 detik setelah pembakaran yaitu 2479,57 W/m.



Gambar 6. Grafik kehilangan panas terhadap waktu pembakaran pada dinding ruang bakar menggunakan biomassa ranting kayu kering

3.5. Kehilangan panas pada dinding combustor menggunakan biomassa sabut pinang

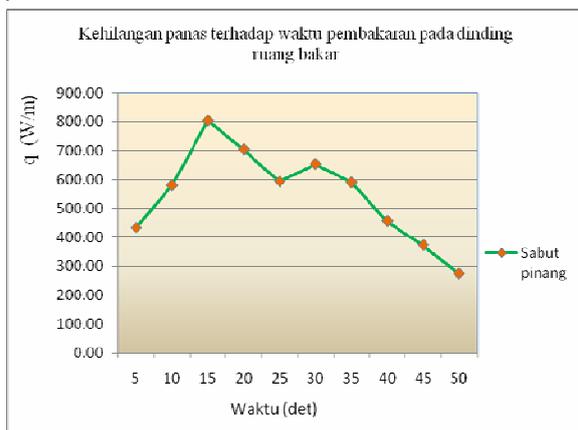
Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa kehilangan panas terbesar yang terjadi pada dinding combustor dengan menggunakan bahan bakar biomassa sabut pinang terjadi pada 20 detik setelah pembakaran yaitu 19453,82 W/m.



Gambar 7. Grafik kehilangan panas terhadap waktu pembakaran pada dinding combustor menggunakan biomassa sabut pinang

3.6. Kehilangan panas pada dinding ruang bakar menggunakan biomassa sabut pinang

Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa kehilangan panas terbesar yang terjadi pada dinding ruang bakar dengan menggunakan bahan bakar biomassa sabut pinang terjadi pada 15 detik setelah pembakaran yaitu 802.81 W/m.



Gambar 8. Grafik kehilangan panas terhadap waktu pembakaran pada dinding ruang bakar menggunakan biomassa sabut pinang

- [3] Satriawan W, 2011, Studi Karakteristik Bahan Bakar Biomassa Campuran Ranting dan Tempurung Kelapa Pada Fluidized Bed Combuster Universitas Indonesia, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Indonesia.
- [4] I Nyoman S.W, et. al, Co – Firing Sistem Fluidized Bed Berbahan Bakar Batu Bara dan Ampas Tebu, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 4 No.2. Oktober 2010 (180-188).
- [5] Haifa W, et. al, Perancangan dan Pengembangan Model Reaktor Circulating Fluidized Bed Untuk Gasifikasi Biomassa, Pusat Penelitian Fisika (Research Centre fo Physics), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Indonesian Institute of Sciences)

4. Kesimpulan

Tingkat kehilangan panas terbesar yang terjadi pada bagian dinding combustor yang menggunakan jenis biomassa serpihan kayu ketam pada 30 detik setelah pembakaran yaitu sebesar 26813,33 W/m. Untuk jenis biomassa ranting kayu kering, tingkat kehilangan panas terbesar terjadi pada 30 detik setelah dilakukan pembakaran yaitu sebesar 26350,15 W/m. Sedangkan untuk jenis biomassa sabut pinang laju perpindahan panas terbesar terjadi pada 20 detik setelah pembakaran yaitu sebesar 19453,82 W/m.

Tingkat Kehilangan panas terbesar yang terjadi pada bagian ruang bakar yang menggunakan jenis biomassa serpihan kayu ketam terjadi pada 15 detik setelah pembakaran yaitu sebesar 2947,03 W/m. Untuk jenis biomassa ranting kayu kering, laju perpindahan panas terbesar terjadi pada 20 detik setelah dilakukan pembakaran yaitu sebesar 2479,57 W/m. Sedangkan untuk jenis biomassa sabut pinang laju perpindahan panas terbesar terjadi pada 15 detik setelah pembakaran yaitu sebesar 802.81 W/m.

Daftar Pustaka

- [1] Wusana Agung W, et. al, Perancangan dan Uji Kinerja Reaktor Gasifikasi Sekam Padi Skala Kecil, *Equilibrium*, Vol. 9 No. 1 Halaman 29-33 ISSN: 1412-9124 Januari 2010
- [2] Eri Ferdian S, 2007, Perancangan dan Pembuatan Reaktor Gasifikasi Dengan Bahan Bakar Campuran Bonggol Jagung dan Sekam Padi, Fakultas Teknologi Industri ITB.