

Kajian Eksperimental Pembakaran Biomassa pada Ruang Bakar Fluidisasi

Muhtadin¹⁾, Ahmad Syuhada²⁾ dan Hamdani²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Universitas Abulyatama Aceh

Jl. Blang bintang Lama Km 8,5 Lampoh Keudee –Aceh Besar 23372, Phone/Fax.: +62-651-21255, INDONESIA
e-mail: adeenisme@gmail.com

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam – Banda Aceh 23111

Abstract

Combustion of biomass produces thermal energy that can be utilized of other energy utilities by conversion through fluidized combustion systems. Fluidized reactor with a system (fluidized bed) is an option to the existing conversion thermal energy in biomass. Fuel feed system on combustion chamber (combustor) and fluidized combustion reaction chamber (burner) at fluidization reactor unit integrated with utility boilers producing steam into the reactor performance targets, this is achieved by the provision of fuel to the prescribed amount and timeliness of feeder working system for supplying fuel to the combustion chamber (combustor). Maximum combustion temperature results obtained in between 20 to 30 seconds burning time for 2 (two) kg biomass. Combustion temperature is strongly influenced by the characteristics of biomass. Solid biomass character (wood chips and branches of dry wood planers) has a higher burning temperature of biomass fibers character (areca nut husk). The increase in temperature results for biomass combustion filamentous more quickly reach peak combustion temperature, the comparison is time for biomass burning wood character requires 30 seconds burning time, while for areca nut husk biomass only takes 20 seconds burning time for 2 kg of biomass.

Keywords: biomass combustion, fluidized bed, fluidized reactor, biomass characteristics

1. Pendahuluan

Pemanfaatan limbah biomassa hasil produksi pertanian, peternakan dan perkebunan menjadi pokok persoalan yang dipertimbangkan dan terus dikembangkan sebagai penghasil energi baru terbarukan yang berkelanjutan.

Percobaan dan pengembangan ruang pembakaran biomassa terus dilakukan oleh para ahli baik di lingkup akademisi ataupun ahli di industri. Variasi biomassa menjadikan penelitian pembakaran penghasil energi terus menjadi hal yang sangat menarik untuk dipertimbangkan pengembangannya secara analisis dan eksperimental.

Perencanaan model dan bangunan reaktor fluidisasi biomassa yang terintegrasi dengan boiler sebagai utilitas penghasil uap yang lebih baik, efektif dan efisien dengan pertimbangan kebutuhan dan pemanfaatan energi termal hasil pembakaran biomassa sampai dengan tingkatan pembakaran mencapai temperatur gasifikasi yang mungkin dihasilkan.

Agar proses pembakaran dapat berjalan sempurna, maka perlu adanya kelebihan udara (*excess air*). Banyaknya kelebihan udara tergantung pada macam bahan bakar dan jenis dapur pembakaran, Menurut Syamsir A. Muin [1], udara

lebih (*excess air*) yang di izinkan berkisar antara (25-50)%.

Tujuan utama penelitian ini adalah melihat kemampuan pembakaran jenis ampas padatan *biomassa lokal* pada ruang bakar reaktor fluidisasi biomassa untuk menghasilkan temperatur pembakaran yang maksimal dengan takaran bahan bakar tertentu.

Persiapan penelitian ini dimulai dari perencanaan dan pengembangan Unit Reaktor Fluidisasi Biomassa dengan melihat skala pembandingan dari model reaktor Fluidized Bed Boiler (FBB) yang digunakan pada pengujian karakteristik pembakaran campuran biomassa oleh Mahidin et.al (2009) [2].

Pemilihan dan klasifikasi dari ruang bakar reaktor merujuk dari penelitian Haifa Wahyu et.al, 2011 [3], Hidrodinamika dari unggun yang terfluidisasi menghasilkan klasifikasi sistem *fluidized* menjadi beberapa jenis. Berdasarkan pada proses kontak gas-padatan serta kecepatan gas didalam unggun, dibedakan dari kecepatan gas serta kemampuan untuk mempertahankan suhu yang merata (uniform) secara keseluruhan selama proses.

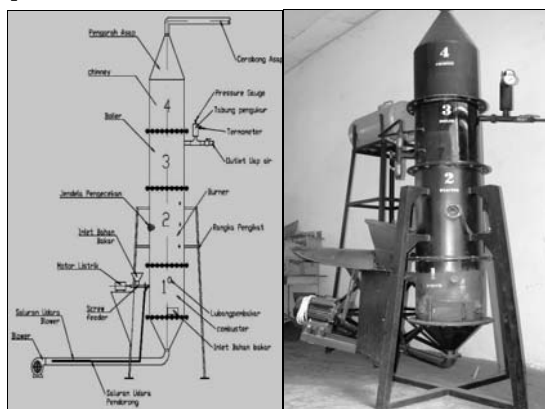
Sistem *fluidized bed* (unggun terfluidisasi) mempunyai hidrodinamika lebih baik dibandingkan tungku dengan unggun tetap. Yang dimaksud dengan hidrodinamika sistem *fluidized bed* adalah

efektifitas dari pergerakan dan interaksi gas dan partikel didalam ruang reaktor (Basu,2006) [4].

2. Metode Penelitian

2.1. Peralatan dan Biomassa Pengujian

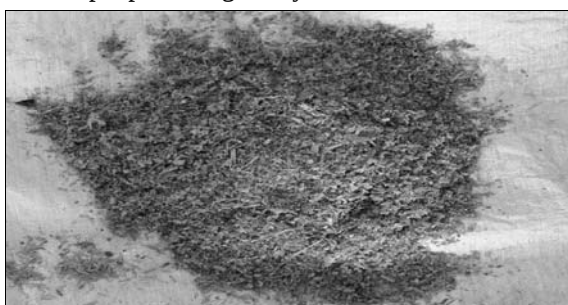
Pada pengujian ini digunakan satu unit Reaktor Fluidisasi Biomasa yang dilengkapi dengan sistem boiler penghasil uap dengan ruang bakar (combustor) fluidisasi. Secara lengkap unit peralatan uji diperlihatkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Reaktor Fluidisasi Biomasa.

Biomassa bahan uji yang digunakan dipilih berdasarkan variabel karakteristik persamaan dan perbedaannya (padatan dan serabut), Shinya Yokohama [5]. Biomassa lokal yang menjadi bahan uji adalah; Serpihan kayu ketam, kulit/sabut pinang dan ranting kayu kering, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

Biomassa Serpihan kayu ketam, adalah limbah dari tempat pertukangan kayu.



Gambar 2. Serpihan Kayu Ketam.



Gambar 3. Sabut/Kulit Pinang.

Serpihan kayu ketam, dengan berat 2 (dua) kg, untuk sekali pengujian pembakaran tanpa metode fuel feeding dan juga di persiapkan untuk metode fuel feeding sebanyak 1 (satu) kg.

Untuk biomassa kulit/sabut pinang, terlihat pada Gambar 3. Kulit/sabut pinang, ditimbang seberat 2 (dua) kg, untuk sekali pengujian pembakaran, tanpa perlakuan karakteristik.

Untuk biomassa ranting kayu kering, terlihat pada Gambar 4. Di timbang seberat 2 (dua) kg, untuk sekali pengujian pembakaran, tanpa perlakuan karakteristik.



Gambar 4. Ranting Kayu Kering.

2.2. Metode Pengujian

Bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini berupa bahan bakar *biomassa lokal* yang meliputi; serpihan kayu ketam, kulit sabut pinang dan ranting kayu kering.

Tahapan dalam penelitian ini di rencanakan dengan menentukan dan memilih serta menimbang berat yang sama 2 (dua) kg dari setiap jenis biomasa sebagai bahan bakar uji pada ruang bakar (combustor) pada unit reaktor.

Berat biomasa ditentukan dengan karakteristik biomassa dan volume ruang bakar, ukuran biomasa juga di perhatikan untuk dapat melalui screw feeder pada feeding sistem, untuk ini dipilih biomassa serpihan kayu ketam.

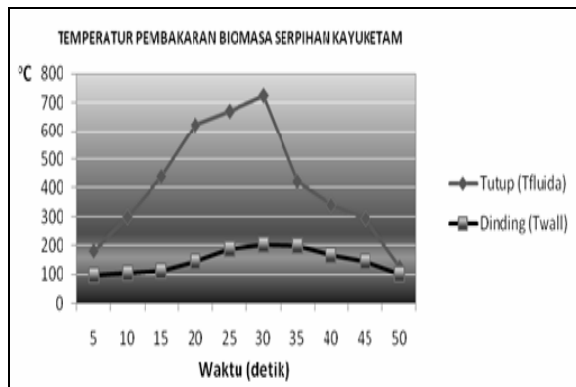
3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Biomassa Serpihan Kayu Ketam

Pada Gambar 5 dibawah dapat dilihat hasil temperatur pembakaran dari biomasa serpihan kayu ketam, grafik menunjukkan pola peningkatan temperatur pembakaran puncak pada detik ke-20 sampai dengan detik ke-30.

Karakteristik biomassa serpihan kayu ketam yang merupakan padatan cenderung membentuk garis konstan sebelum mencapai temperatur puncak pembakaran, hal tersebut dapat dilihat pada temperatur 600°C - 700°C.

Kondisi yang sama dapat dilihat juga pada grafik perubahan temperatur pada dinding ruang bakar (combustor) yang mengalami perubahan mengikuti temperatur pembakaran biomassa.

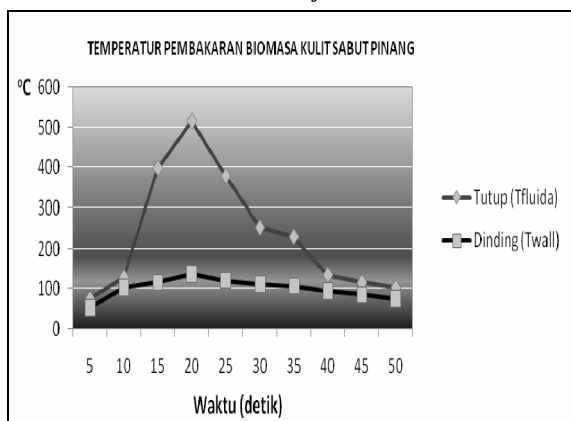


Gambar 5. Grafik Temperatur Pembakaran Biomasa Serpihan Kayu Ketam.

3.2. Biomassa Kulit/Sabut Pinang

Pada Gambar 6 menunjukkan temperatur hasil pembakaran biomassa kulit/sabut pinang, jenis biomassa ini berkarakter serabut sehingga perubahan temperatur pembakarannya lebih signifikan pada pola garis yang cenderung tegak mulai dari awal pembakaran sampai dengan temperatur puncak, pola ini terlihat pada temperatur pembakaran 150°C - 500°C.

Perubahan temperatur dinding ruang bakar tidak terlalu mencolok, dimungkinkan karena dibatasinya jumlah bahan bakar, (2 kg biomassa untuk sekali proses pembakaran) tanpa penambahan bahan bakar melalui feeder system.

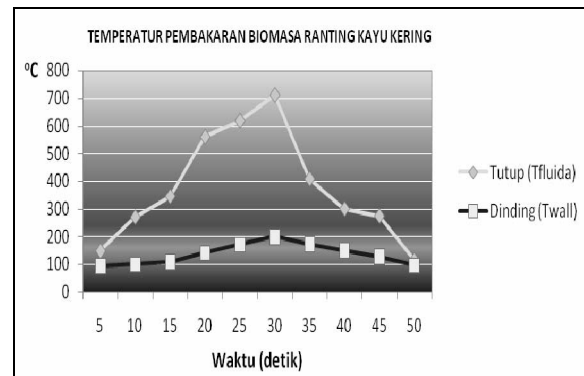


Gambar 6. Grafik Temperatur Pembakaran Biomasa Kulit Sabut Pinang.

3.3. Biomassa Ranting Kayu Kering

Pada Gambar 7 menunjukkan temperatur hasil pembakaran biomassa ranting kayu kering, pola ini hampir sama dengan pola temperatur pembakaran pada biomassa jenis serpihan kayu ketam yang memiliki karakteristik “padatan”.

Pola perubahan temperatur pembakaran terlihat pada detik ke-15 sampai dengan detik ke-30, demikian juga pola perubahan temperatur pada dinding ruang bakar (combustor).



Gambar 7. Grafik Temperatur Pembakaran Biomasa Ranting Kayu Kering.

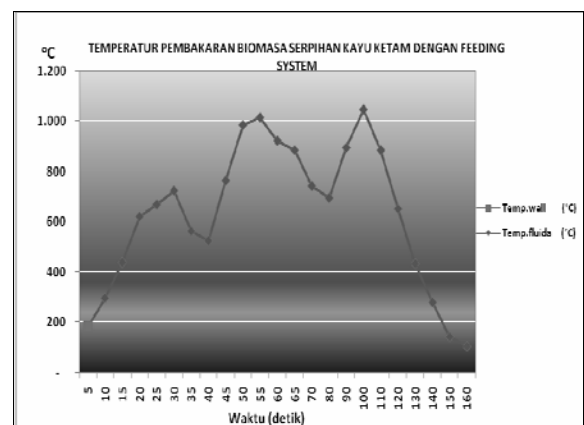
3.4. Temperatur Pembakaran Biomassa Dengan Metode Fuel Feeding System

Perubahan temperatur hasil pembakaran biomassa serpihan kayu ketam dengan metode feeding system dapat dilihat pada gambar grafik 8, metode ini diterapkan pada rektor fluidisasi biomassa yang digunakan sebagai alat uji penelitian ini.

Pola grafik temperatur pembakaran mengalami peningkatan sejalan dengan “fuel feeding”, kecepatan feeding bahan bakar biomassa berpengaruh pada penurunan temperatur saat proses pemasukan bahan bakar melalui feeder mekanisme, akan tetapi peningkatan temperatur pembakaran terus terjadi saat bahan bakar hasil feeding terbakar, dan pola ini terulang kembali pada tahap feeding berikutnya.

Pola fuel feeding system ini diuji dengan 3 (tiga) kg biomassa jenis serpihan kayu ketam yang di bagi 2 (dua) bagian yaitu, 2 kg biomassa di masukkan terlebih dahulu, kemudian 1 (satu) kg biomassa di feeding secara bertahap pada detik ke-40 seberat 0,5 kg dan pada detik-ke 80 biomassa kembali di feeding seberat 0,5 kg.

Metode ini mampu meningkatkan temperatur pembakaran biomassa jenis serpihan kayu ketam sampai dengan temperatur diatas 1000°C pada detik ke-100.



Gambar 8. Grafik Temperatur Pembakaran Biomassa Metode Feeding.

Pada Tabel 1 terlihat temperatur pembakaran biomassa dari metode fuel feeding pada proses pembakaran biomassa lokal jenis serpihan kayu ketam pada ruang bakar (combustor), yang menjadi variabel uji penelitian untuk melihat proses pembakaran dengan metode fuel feeding melalui mekanisme screw feeder yang menjadi kelengkapan reaktor ini.

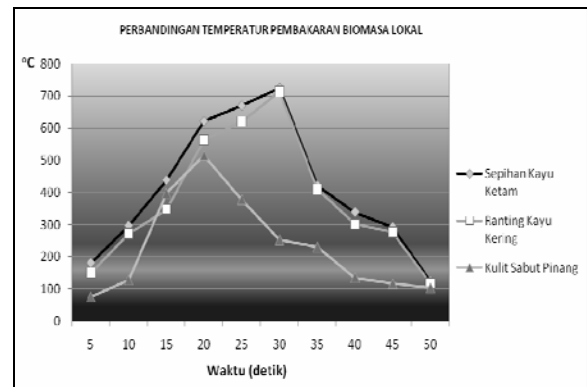
Tabel 1. Temperatur Pembakaran Biomassa Lokal Dengan Metode Fuel Feeding.

Biomasa (serpihan kayu Ketam)	Waktu (det)	Temp.fluida (°C)	Temp.wall (°C)
2 kg (load)	5	181	97
	10	297	103
	15	438	112
	20	621	145
	25	669	187
	30	724	203
	35	563	198
0,5 kg (feeding)	40	525	180
	45	764	208
	50	985	217
	55	1.015	245
	60	923	238
	65	885	226
	70	743	220
0,5 kg (feeding)	80	695	216
	90	895	256
	100	1.047	280
	110	885	277
0 kg	120	652	253
	130	433	236
	140	280	205
	150	142	117
	160	103	92

3.5. Perbandingan Temperatur Hasil Pembakaran Biomassa Lokal

Penelitian ini juga menghasilkan perbandingan temperatur pembakaran dari ke tiga jenis biomassa lokal, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik berikut ini.

Dari grafik perbandingan diatas dapat dilihat bahwa karakteristik biomassa sangat berpengaruh pada pola temperatur pembakaran, variabel biomassa yang memiliki karakteristik “padatan” cenderung membentuk pola yang sama walaupun jenis biomassa ranting kayu kering tidak dilakukan perlakuan karakteristik yaitu dibiarkan dalam kondisi eksisting (tidak di jadikan chip) seperti pada serpihan kayu ketam.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Temperatur Pembakaran Biomassa Lokal Pada Combustor.

4. Kesimpulan

Proses pembakaran mengikuti karakter dari sistem pembakaran yang di rancang pada unit reaktor dengan memperhatikan kapasitas ruang bakar, tentunya juga tidak terlepas dari karakter biomassa itu sendiri, untuk mendapatkan proses pembakaran yang diharapkan.

Pembakaran biomassa lokal (serpihan kayu ketam, kulit sabut pinang, ranting kayu kering) pada ruang bakar (combustor) di unit reaktor gasifikasi biomasa yang dipakai sebagai alat uji penelitian ini hanya membutuhkan waktu ± 50 (lima puluh) detik untuk takaran 2 (dua) kg bahan bakar biomasa.

Dari tabel pengukuran temperatur didapat bahwa temperatur maksimal pembakaran diperoleh pada waktu antara 20 sampai dengan 30 detik pada proses pembakaran untuk jumlah 2 kg bahan bakar biomassa

Metode fuel feeding pada ruang bakar reaktor fluidisasi biomassa adalah metode yang diterapkan, untuk mendapatkan temperatur bakar yang relatif konstan dari bahan bakar biomassa sehingga energi termal yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara komprehensif oleh utilitas boiler pipa api yang terintegrasi pada unit reaktor ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Syamsir A. Muin, 1988, *Pesawat-pesawat konversi energi I : Ketel Uap*. Rajawali Press, Jakarta.
- [2]. Mahidin, Khairil et.al, 2009, *Karakteristik Pembakaran Batubara Peringkat Rendah, Cangkang Sawit Dan Campurannya Dalam Fluidized Bed Boiler*,. Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.
- [3]. Haifa Wahyu et.al, 2011, *Perancangan dan Pengembangan Model Reaktor Circulating Fluidized Bed Untuk Gasifikasi Biomassa*,. Pusat Penelitian Fisika LIPI. Bandung, Indonesia.
- [4]. Basu, P., 2006 ; *Combustion and Gasification in Fluidized Beds*, CRC Taylor and Francis Group, USA
- [5]. Shinya Yokoyama, 2008, *Buku Panduan Biomassa Asia*.