



Uji Pembakaran Biomassa Padat Pada Tungku Rocket Tipe Silinder Dengan Asupan *Excess Air*

Muhammad Faisal^{1*}, Mohd. Isa. T. Ibrahim¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Abulyatama, Jl. Blang Bintang Lama Km.8,5 Lampoh Keudee Aceh Besar 23372, Indonesia.

*Email korespondensi : faisal_mesin@abulyatama.ac.id

Diterima 25 Mei 2020; Disetujui 30 Juni 2020; dipublikasi 31 Juli 2020

Abstract: *The increase in population and standard of living of the community results in an increase in the amount of energy needed. Biomass energy can be used repeatedly and is unlimited based on the basic cycle of carbon through the process of photosynthesis. There are various conversion technologies that can be used to change the quality of biomass according to their use, one of them is through rocket furnaces. The purpose of this study was to look at the characteristics of each biomass that affects the performance and ability of rocket stoves. Temperature measurements are carried out in the combustion chamber, flames and rocket furnace walls. From the testing process of combustion of solid biomass in the form of acid wood, mahony wood and laban wood each of 4 kg obtained temperatures and different lengths of burning time. For acid wood the maximum temperature in the combustion chamber is in the range of ≥ 900 °C in the 40th minute and the length of the burning time is ± 50 minutes, the maximum temperature in the mahony wood is in the range of ≥ 850 °C in the 16th minute with a burning time of ± 20 minutes while for wood Laban the maximum temperature in the combustion chamber in the range of ≥ 850 °C in the 16th minute with a length of time of burning ± 32 minutes. From the test results obtained that the difference in temperature and length of time of combustion is strongly influenced by fuel characteristics and percentage of water content. For more stable combustion obtained from acid wood type biomass.*

Keywords: *Rocket stove, biomass, cylinder, combustion, blower*

Abstrak : Meningkatnya jumlah penduduk dan taraf hidup masyarakat mengakibatkan bertambahnya jumlah energi yang dibutuhkan. Energi biomassa dapat digunakan berulang kali dan bersifat tidak terbatas berdasarkan siklus dasar karbon melalui proses fotosintesis. Ada berbagai teknologi konversi yang bisa digunakan untuk merubah kualitas biomassa sesuai penggunaannya, salah satunya melalui tungku rocket. Tujuan penelitian ini untuk melihat karakteristik masing-masing biomassa yang berpengaruh terhadap unjuk kerja dan kemampuan tungku rocket. Pengukuran temperatur dilakukan di Ruang bakar, lidah api dan dinding tungku rocket. Dari proses pengujian pembakaran biomassa padat berupa kayu asam, kayu mahoni dan kayu laban masing-masing 4 kg diperoleh temperatur dan lamanya waktu pembakaran yang berbeda-beda. Untuk kayu asam temperatur maksimum pada ruang bakar pada kisaran ≥ 900 °C pada menit ke-40 dan lamanya waktu pembakaran ± 50 menit, kayu mahoni temperatur maksimum pada ruang pada kisaran ≥ 850 °C pada menit ke-16 dengan lamanya waktu pembakaran ± 20 menit sedangkan untuk kayu laban temperatur maksimum pada ruang bakar pada kisaran ≥ 850 °C pada menit ke-16 dengan lamanya waktu pembakaran ± 32 menit. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa terjadinya perbedaan temperatur dan lamanya waktu pembakaran

sangat dipengaruhi oleh karakteristik bahan bakar serta persentase kandungan air. Untuk pembakaran yang lebih stabil diperoleh dari biomassa jenis kayu asam.

Kata kunci : Tungku rocket, biomassa, silinder, pembakaran, blower

Meningkatnya jumlah penduduk dan taraf hidup masyarakat mengakibatkan bertambahnya jumlah energi yang dibutuhkan. Berbagai bentuk sumber energi telah digunakan manusia, antara lain minyak bumi, batubara, gas alam, panas bumi dan sebagainya. Penggunaan bahan bakar yang berasal dari hasil tambang saat ini masih lebih besar daripada bahan bakar lainnya seperti biomassa.

Indonesia memiliki bahan bakar biomassa yang melimpah seperti limbah pertanian, limbah peternakan dan sebagainya, walaupun banyak digunakan oleh masyarakat pedesaan sebagai bahan bakar, namun pemanfaatannya belum optimal. Bahan bakar limbah pertanian masih berkisar pada kayu dan sekam padi, sedangkan jerami, daun kering dan limbah peternakan belum banyak digunakan. Sebab rendahnya penggunaan biomassa dalam hal ini limbah pertanian dan limbah peternakan, sebagai bahan bakar adalah karena rendahnya informasi yang berkaitan dengan nilai kalor dan karakteristik pembakaran [1]. Sumber daya biomassa dapat digunakan berulang kali dan bersifat tidak terbatas berdasarkan siklus dasar karbon melalui proses fotosintesis.

Sebaliknya, sumber daya fosil secara prinsip bersifat terbatas dan hanya untuk sementara. Selain itu, emisi CO₂ yang takterbalikkan dari pembakaran fosil akan memberikan efek serius terhadap iklim global. Bahan bakar biomassa juga menghasilkan CO₂ melalui pembakaran, akan tetapi CO₂ akan diserap oleh tumbuhan semasa proses

pertumbuhan. Ada berbagai teknologi konversi yang bisa digunakan untuk merubah kualitas biomassa sesuai penggunaannya, salah satunya melalui konversi secara kimia. Konversi kimia meliputi hidrolisis, oksidasi parsial, pembakaran, karbonisasi, pirolisis, reaksi hidrotermal untuk penguraian biomassa serta sintesis, polimerisasi, hidrogenasi untuk membangun molekul baru atau pembentukan kembali biomassa [2]

Pada penelitian ini, penulis melakukan teknologi konversi biomassa padat (kayu) melalui proses pembakaran dengan menggunakan tungku rocket tipe silinder dengan memanfaatkan excess air dari blower yang bertujuan untuk melihat karakteristik masing-masing biomassa yang berpengaruh terhadap unjuk kerja dan kemampuan tungku rocket. Penelitian yang dilakukan pada Laboratorium Teknik Mesin Bidang Konversi Energi Fakultas Teknik Universitas Abulyatama ini mengembangkan tungku rocket jenis silinder berbahan bakar biomassa padat.

Peralatan dan Bahan

Pada pengujian ini digunakan satu unit tungku rocket yang sudah dipasang alat ukur temperatur dan terhubung dengan blower untuk mendapatkan pasokan udara berlebih (excess air). Tungku Rocket terdiri dari nozel, tempat penampung bahan bakar dan ruang bakar. Adapun unit tungku rocket secara utuh seperti terlihat pada gambar 1 berikut;



Gambar 1. Tungku Rocket

Biomassa yang digunakan berupa bahan bakar padat, yang terdiri dari jenis kayu asam jawa, kayu mahoni dan kayu laban, seperti terlihat pada gambar berikut;

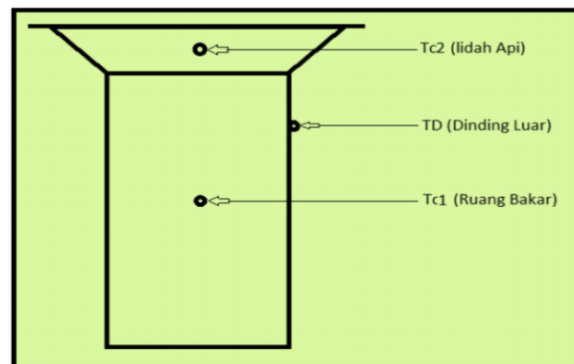


Kayu asam jawa Kayu Mahoni Kayu Laban

Gambar 2. Jenis-jenis kayu sebagai bahan bakar

METODE PENGUJIAN

Bahan bakar padat yang terdiri dari kayu asam jawa, kayu mahoni dan kayu laban ditimbang masing-masing 4 kg. Sedangkan kandungan kadar air pada masing-masing bahan bakar yaitu; kayu asam jawa sebesar 5,5 %, kayu mahoni sebesar 5 % dan kayu laban sebesar 4%. Pengukuran temperatur pembakaran dilakukan setiap 2 menit sekali untuk ketiga jenis bahan bakar tersebut. Adapun penempatan alat ukur temperatur seperti diperlihatkan pada gambar berikut.



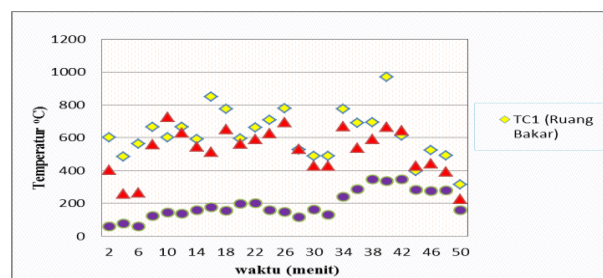
Gambar 3. Penempatan Alat Ukur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian pembakaran yang dilakukan pada Tungku Rocket dengan menggunakan bahan bakar biomassa padat yang terdiri dari kayu asam jawa, kayu laban dan kayu mahoni diperoleh hasil dan waktu pembakaran yang berbeda-beda. Ini dipengaruhi oleh karakteristik biomassa padat dan nilai kalor yang dikandung oleh masing-masing bahan bakar biomassa tersebut. Berikut hasil uji pembakaran untuk masing-masing bahan bakar biomassa padat yang terdiri dari kayu asam jawa, kayu mahoni maupun kayu laban.

Pembakaran Kayu Asam Jawa

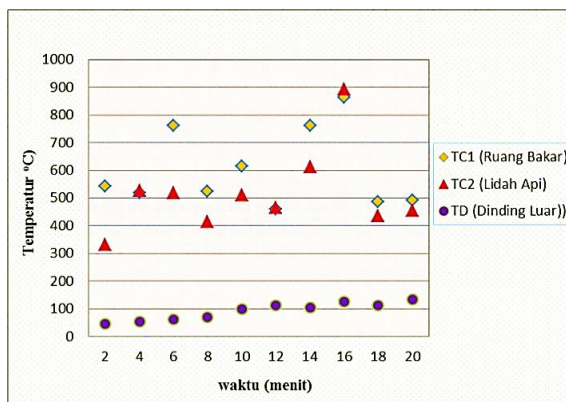
Adapun profil temperatur pembakaran untuk jenis biomassa kayu asam jawa seperti terlihat pada gambar 4 berikut;



Gambar 4. Profil temperatur pembakaran kayu asam jawa

Dari gambar 4 terlihat bahwa temperatur pembakaran tertinggi terdapat di ruang bakar dengan temperatur diperoleh diatas ≥ 969 °C pada waktu pembakaran berjalan 40 menit. Sedangkan pada lidah api terlihat temperatur tertinggi ± 726 °C pada menit ke-10 dan pada bagian dinding luar temperatur tertinggi diperoleh sebesar ± 348 °C pada menit ke-42. Tingginya temperatur pada bagian dinding luar dikarenakan tungku rocket ini tidak diisolasi, sehingga semakin tinggi temperatur pada ruang pembakaran maka semakin besar pula tingkat laju konduksi pada dinding bagian luar dari tungku rocket.

Pembakaran Kayu Mahoni



Gambar 5. Profil temperatur pembakaran kayu mahoni

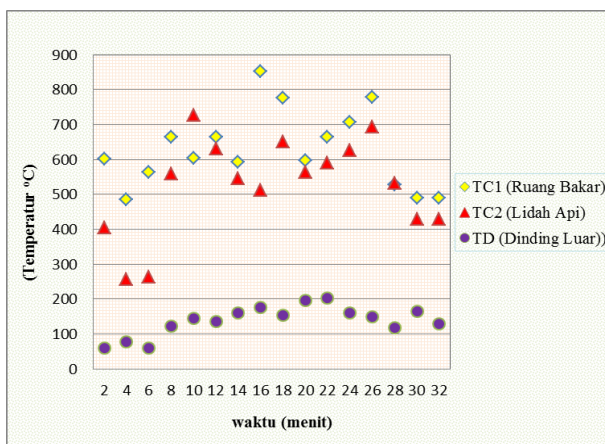
Gambar 5 memperlihatkan profil temperatur pembakaran dengan menggunakan bahan bakar biomassa pada berupa kayu mahoni. Temperatur maksimum di ruang bakar diperoleh pada menit ke-16 yaitu sebesar ± 864 °C, pada bagian lidah api diperoleh temperatur maksimum pada menit ke-10 yaitu sebesar ± 726 °C, sedangkan pada bagian dinding luar temperatur maksimum diperoleh pada menit ke-20 yaitu sebesar ± 133 °C. Pada uji

pembakaran kayu mahoni, temperatur maksimum pada bagian luar dinding tungku rocket lebih rendah jika dibandingkan dengan pembakaran kayu asam jawa, hal ini dipengaruhi oleh lamanya proses pembakaran yang berbeda dimana pada pembakaran kayu mahoni waktunya lebih singkat dibandingkan dengan pembakaran kayu asam jawa. Peningkatan temperatur pada bagian luar dinding tungku rocket pada pembakaran kayu mahoni juga disebabkan belum adanya isolasi pada bagian dinding tungku rocket. Proses pembakaran kayu mahoni ini lebih cepat dibandingkan dengan pembakaran biomassa kayu asam jawa. Untuk kayu asam jawa, lamanya waktu pembakaran untuk 4 kg bahan bakar bisa mencapai waktu ± 50 menit, sedangkan untuk biomassa kayu mahoni hanya membutuhkan waktu ± 20 menit. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik dari kayu mahoni itu sendiri, juga tingkat kandungan air yang lebih rendah dibanding dengan kayu asam jawa.

Pembakaran Kayu Laban

Gambar 6 berikut ini, memperlihatkan profil temperatur pembakaran kayu laban. Dari gambar terlihat bahwa lamanya waktu pembakaran untuk 4 kg kayu laban yaitu sekitar ± 32 menit. Temperatur maksimum di ruang bakar diperoleh pada menit ke 16 yaitu sebesar ± 851 °C, sedangkan pada bagian lidah api diperoleh temperatur maksimum pada menit ke-10 yaitu sebesar ± 726 °C, dan pada bagian luar dinding diperoleh temperatur maksimum pada menit ke-22 yaitu sebesar ± 203 °C. Dari

proses pembakaran yang dilakukan pada tungku rocket menggunakan kayu laban, masih terlihat temperatur pada bagian luar dinding masih tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh lamanya proses dan waktu yang dibutuhkan serta belum adanya isolasi pada bagian luar dinding tungku rocket. Dilihat dari proses pembakaran antara kayu mahoni dan kayu laban hampir ada kemiripan dari capaian temperatur pembakaran yaitu temperatur maksimum di ruang bakar adalah sama-sama diperoleh pada menit ke-16 yang berada diatas 850 °C. Hal ini diakibatkan oleh karakteristik dari kayu mahoni dan kayu laban hampir berdekatan sedangkan untuk kandungan airnya lebih rendah kayu laban dibandingkan dengan kayu mahoni dan kayu asam jawa.

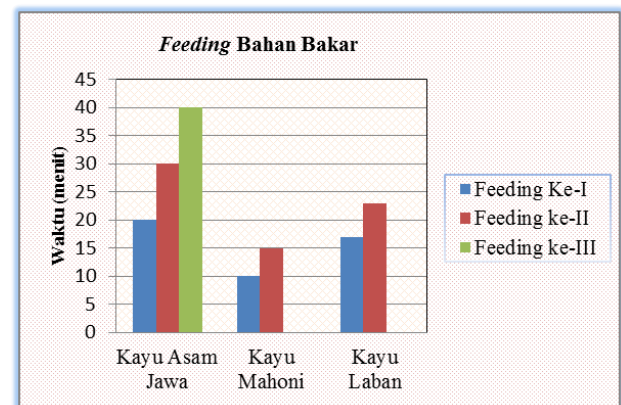


Gambar 6. Profil temperatur pembakaran kayu laban

Sistem Feeding Bahan Bakar

Sistem *Feeding* bahan bakar pada tungku roket ini dilakukan secara manual. Adapun lamanya waktu yang dibutuhkan untuk sekali pemasukan bahan bakar pada masing-masing biomassa berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik

dan tingkat kandungan air dalam bahan bakar tersebut sehingga membuat bahan bakar tersebut cepat atau lama terbakar. Pada pengujian ini, proses *feeding* bakar untuk masing-masing biomassa seperti terlihat pada gambar 7 berikut;



Gambar 7. Sistem feeding bahan bakar

Dari gambar 7 diatas, terlihat bahwa untuk jenis kayu asam jawa, pada proses awal pembakaran dimasukkan bahan bakar sebanyak 1 kg. *Feeding* bahan bakar dilakukan pada menit ke-20, menit ke-30 dan menit ke-40 masing-masing sebesar 1 kg. Sehingga total bahan bakar yang digunakan adalah sebanyak 4 kg dengan lamanya waktu pembakaran adalah ± 50 menit. Pada proses pembakaran dengan menggunakan jenis kayu mahoni, pemasukan bahan bakar awal sebanyak 2 kg. *Feeding* bahan bakar dilakukan pada menit ke-10 dan pada menit ke-15 masing-masing sebanyak 1 kg, sehingga jumlah bahan bakar yang digunakan selama proses pembakaran adalah 4 kg dengan lamanya waktu ± 20 menit. Sedangkan untuk jenis kayu laban, pemasukan bahan bakar awal sebanyak 2 kg. Adapun *feeding* bahan bakar dilakukan pada menit ke-17 dan pada menit ke-23 masing-masing sebanyak 1 kg, sehingga jumlah bahan bakar yang

digunakan selama proses pembakaran adalah 4 kg dengan lamanya waktu \pm 32 menit.

Excess Air

Pada pengujian ini, excess air diperoleh dari blower dengan *output* 75 m³/h dan *pressure* 14,7 kPa melalui pipa \varnothing 2 inch yang dihubungkan langsung ke nozzle pada ruang bakar. Untuk mengatur pemasukan excess air yang akan dimasukkan ke ruang bakar dipasang sebuah katup yang dapat diatur besarnya bukaan yang diinginkan, mulai dari bukaan katup \pm 25 %, \pm 50 % dan bukaan 100% (*full*). Pada pengujian pembakaran pada tungku rocket ini, bukaan katup diletakkan pada posisi bukaan 100 % (*full*) untuk ketiga jenis bahan bakar padat, baik pada proses pembakaran menggunakan bahan bakar jenis kayu asam jawa, bahan bakar jenis kayu mahoni maupun bahan bakar jenis kayu laban.

Laju Perpindahan Panas

Untuk mengetahui laju perpindahan panas secara konveksi yang terjadi pada tungku rocket selama proses pembakaran biomassa padat dengan melihat perbandingan temperatur pembakaran masing-masing biomassa. Dari gambar 6, 7 dan 8, terlihat bahwa kurva profil temperatur dari proses pembakaran menggunakan kayu asam jawa, kayu mahoni dan kayu laban yang berlangsung pada tungku rocket baik pada bagian ruang bakar maupun pada bagian lidah api memiliki kemiripan. Hal ini menunjukkan bahwa dalam proses perpindahan panas juga memiliki kemiripan, hanya saja tergantung pada besar kecilnya dari laju perpindahan panas yang dalam hal ini sangat

dipengaruhi oleh besarnya energi per satuan masing-masing biomassa. Hal ini dapat dilihat dari fluktuasinya temperatur pembakaran yang dihasilkan oleh masing-masing biomassa mengikuti karakteristik biomassa itu sendiri.

KESIMPULAN

Dari data dan pembahasan yang telah diuraikan diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembakaran yang dihasilkan oleh masing-masing biomassa berbeda-beda, sangat tergantung pada karakteristik masing-masing bahan bakar biomassa padat dan persentase kandungan air dalam bahan bakar tersebut.
2. Profil temperatur pembakaran yang lebih stabil diperoleh pada bahan bakar biomassa pada jenis kayu asam jawa, walaupun tingkat kandungan air sebesar 5,5 %, namun memiliki temperatur pembakaran yang lebih stabil dan waktu pembakaran yang lebih lama.
3. Waktu *feeding* bahan bakar berbeda beda untuk masing-masing biomassa, disesuaikan dengan karakteristik bahan bakar itu sendiri. Feeding bahan bakar ini sangat membantu dalam menstabilkan temperatur pembakaran sehingga dapat menjaga dan mempertahankan temperatur ruang bakar.
4. Masih tingginya temperatur pada dinding bagian luar tungku rocket, hal ini disebabkan bagian dinding tungku rocket tidak diisolasi, sehingga menyebabkan aliran panas secara konduksi semakin besar yang juga akan berpengaruh pada temperatur di ruang bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wahyudi (2006), *Penelitian Nilai Kalor Biomassa: Perbandingan antara Hasil Pengujian Dengan Hasil Perhitungan*, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, No. 9 Vol 2, 208-220. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [2]. Shinya Yokoyama, et-all (2008), *Buku Panduan Biomassa Asia: Panduan untuk Produksi dan Pemanfaatan Biomassa*, The Japan Institute of Energy
- [3]. Mahidin, et-all (2014), *Karakteristik Pembakaran Beberapa Jenis Biomassa dalam Fluidized Bed Boiler*, *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan Universitas Syiah Kuala*, Volume 10 No,1 Tahun I, No. 1, Juni 2014. E-ISSN 1412-5064 hal 7-14.
- [4]. Faisal M, et-all (2014), *Kaji Eksperimental Kehilangan Panas Pada Dinding Ruang Bakar Fluidisasi Berbahan Bakar Biomassa*, *Jurnal Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala*, Volume 2 No.2 Tahun 2014, Banda Aceh.
- [5]. Muhtadin, et-all (2014), *Kajian Eksperimental Pembakaran Biomassa Pada Ruang Bakar Fluidisasi*, *Jurnal Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala*, Volume 2 No.2 Tahun 2014, Banda Aceh.
- [6]. Holman, J.P (1997), *Perpindahan Kalor*, alih bahasa Jasjfi E. Erlangga, Jakarta