

UJI KINERJA KOMPOR BIOMASSA “PREME SEHAT ENERGI” BERBAHAN BAKAR PELLET KAYU

Fajar Tri Aryanto^{1*}, Roy Waluyo¹, Rudi Irawan¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

^{1*}e-mail: fajaryanto68@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan bahan bakar fosil terus meningkat seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu untuk mengatasi kebutuhan yang tinggi bahan bakar biomassa dapat menjadi alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil disebabkan karena biomassa merupakan sumber energi terbarukan. Pada penelitian ini menggunakan kompor biomassa dengan variasi lubang yang berbeda yaitu adalah 84 lubang, 98 lubang, 112 lubang. Sedangkan bahan bakar kayu yang digunakan adalah briket kayu yang mempunyai massa seberat 500 g. Metode penelitian yang digunakan adalah water boiling test (WBT). Dari hasil penelitian kompor biomassa ini diperoleh waktu yang dibutuhkan untuk penyalaan atau Startup adalah 2,52 menit untuk variasi 84 lubang, 2,55 menit untuk variasi 98 lubang dan 3,07 menit untuk variasi 112 lubang. Sedangkan waktu api menyala paling lama adalah 30,36 menit untuk variasi 84 lubang, kemudian waktu 28,43 menit untuk variasi 98 lubang dan 26,20 menit untuk variasi 112 lubang. Untuk efisiensi termal dengan presentase paling tinggi adalah 51% untuk variasi 84 lubang, 49% untuk variasi 98 lubang dan 48% untuk variasi 112 lubang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplai udara yang lebih dalam proses pembakaran dapat menyebabkan nilai efisiensi termal rendah.

Kata kunci : Efisiensi Termal; Kompor Biomassa; Pellet Kayu;

ABSTRACT

The need for fossil fuels continues to increase over time. Therefore, to overcome the high demand for biomass fuels, it can be an alternative to reduce the use of fossil fuels because biomass is a renewable energy source. While the wood fuel used is a wooden briquette that has a mass of 500 g. The research method used is the water boiling test (WBT). From the results of this research on biomass stoves, the time required for ignition or startup is 2.52 minutes for the variation of 84 holes, 2.55 minutes for the variation of 98 holes and 3.07 minutes for the variation of 112 holes. Meanwhile, the longest fire time was 30.36 minutes for the variation of 84 holes, then 28.43 minutes for the variation of 98 holes and 26.20 minutes for the variation of 112 holes. For thermal efficiency, the highest percentage is 51% for the 84 holes variation, 49% for the 98 holes variation and 48% for the 112 holes variation. The results showed that more air supply in the combustion process can cause low thermal efficiency values.

Keywords : Thermal Efficiency; Biomass Stove; Wood Pellet

1. PENDAHULUAN

Bahan bakar konvensional seperti minyak tanah dan gas yang terus meningkat kegunaannya. Bahan bakar konvensional terus mengalami penurunan produksi dalam beberapa tahun terakhir. Capaian tertinggi dimiliki oleh indikator Persentase Realisasi PNBPN Subsektor Migas dengan perolehan 155% pada tahun 2020¹.

Rumah tangga yang menggunakan kayu sedikit menurun dalam beberapa tahun terakhir, dari 49 persen pada tahun 2007 menjadi 40 persen pada tahun 2010 yaitu sekitar 24,5 juta rumah tangga di Indonesia masih mengandalkan kayu sebagai bahan bakar utama untuk memasak. Sekitar 11,7 juta rumah tangga tinggal di Jawa Timur, Jawa Tengah dan Jawa Barat².

Salah satu bentuk energi alternatif yang jumlahnya melimpah dengan kandungan energi yang besar adalah biomassa. Hampir 2 milyar penduduk negara berkembang termasuk Indonesia terutama yang bermukim di pedesaan sudah sejak lama mengandalkan bahan bakar biomassa dan teknologi tradisional untuk kepentingan memasak dan pemanasan³. Biomassa merupakan salah satu jenis bahan bakar sebagai sumber energi terbarukan yang berasal dari turunan (derivat) ternak atau tumbuhan berupa bahan organik padat yang dapat terbiodegradasi. Biomassa yang sering digunakan antara lain kayu bakar, batok kelapa, serbuk gergaji, ampas tebu, sekam padi dl⁴.

Kompur Biomassa merupakan sistem yang membakar bahan biomassa untuk memproduksi kalor melalui pembakaran⁴. Pada saat ini kompor yang sudah ada di pasaran masih kurang diminati

2. Biomassa

Biomassa sebagai sumber daya terbarukan dapat dikonversi menjadi suatu energi terbarukan dengan beberapa teknik konversi energi. Konversi biomassa sebagai salah satu cara memanfaatkan sumber energi dapat mereduksi limbah hasil pertanian, perkebunan, hutan, dan sebagainya. Ketersediannya yang terus-menerus juga menjadi keunggulan bagi biomassa untuk dapat dimanfaatkan, khususnya sebagai bahan bakar yang dibutuhkan secara berkelanjutan

2.1 Pellet kayu (Wood Pellet)

Biomassa pellet kayu (Wood Pellet) yang digunakan dalam pengujian kompor biomassa perlu ditimbang terlebih dahulu massanya sesuai dengan kapasitas gasifier yang digunakan. Massa pellet kayu yang digunakan adalah 500 g. Penentuan jumlah massa pellet kayu yang digunakan berdasarkan kapasitas gasifier dari dasar hingga minimal 1 cm dibawah lubang udara sekunder. Hal tersebut dilakukan agar udara hasil pembakaran gas pirolisis dapat terdistribusi tanpa ada penghalang dari bahan bakar.



Gambar 1. Pellet Kayu

2.2 Kompur Biomassa

Merupakan sistem yang membakar bahan biomassa untuk memproduksi kalor melalui pembakaran. Hasil pembakaran biomassa dapat digunakan untuk keperluan memasak atau kebutuhan lain sesuai dengan perancangannya. Berdasarkan teorinya adalah untuk menunjukkan bahwa suplai udara yang kurang dalam proses pembakaran dapat menyebabkan nilai efisiensi termal rendah.



Gambar 1 Kompur Biomassa

2.3 Gasifikasi

Gasifikasi merupakan salah satu teknik pembakaran atau konversi material cair maupun padat menjadi bahan bakar gas dengan udara yang terbatas. Gas yang dihasilkan dari teknik pembakaran ini memiliki nilai bakar, sehingga dapat menghasilkan energi. Proses gasifikasi pada biomassa akan menghasilkan gas yang utama, yaitu H₂, CO, dan CH₄, emisi CO₂ dan NO₃, bahan padat (char dan abu), dan bahan cair (steam char)⁹.

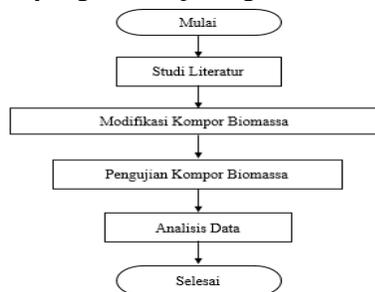
2.4 Water Boiling Test (WBT) dan SNI Tungku Biomassa

Metode WBT merupakan simulasi dari proses memasak. WBT dapat menghitung efisiensi pada kompor dengan cara memasak (mendidihkan) air serta mengetahui kuantitas emisi yang dihasilkan selama memasak. Secara garis besar, metode WBT menghasilkan perbandingan kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar terhadap kalor yang diterima oleh air untuk menaikkan suhunya dan menguapkannya.

3. METODE PENELITIAN

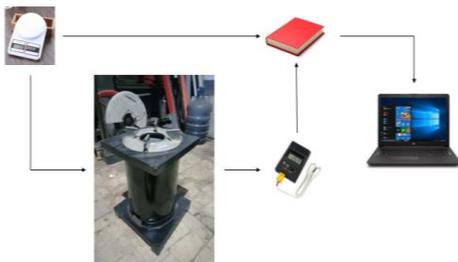
Tempat dan waktu penelitian dilakukan di lab Energi program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik & Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor, dengan menggunakan tungku yang terdiri dari beberapa variasi lubang. Alat yang digunakan meliputi kompor biomassa, panci, termocouple type k, timbangan digital dengan ketelitian 1 gram, stopwatch dan korek api. Bahan penelitian yang digunakan adalah pellet kayu dari limbah instruksi kayu, air dan minyak tanah.

Tahapan yang dilakukan yang dilakukan untuk melakukan uji kinerja juga terlihat pada diagram alir seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar 2 Diagram alir

Adapun prosedur penelitiannya adalah :



Gambar 3 Prosedur Pelaksanaan

1. Menyiapkan air sebanyak 1 kg, massa inisial (M), kalor jenis air (c_{p1}), dan temperatur awal air (T_a).

2. Menggunakan sebuah panci yang sudah diketahui kalor jenisnya (c_{p2}), dan massanya (M_1)
3. Menentukan sejumlah bahan bakar pelet biomassa dengan massa 0.5 kg (W) dan kalor pembakaran yang sudah diketahui (H_c).
4. Menghitung waktu Star Up hingga api menyala dengan stabil.
5. Menentukan kenaikan suhu air setiap 30 detik sekali menggunakan thermocouple.
6. Menentukan waktu nyala api pada dengan menggunakan stopwatch.
7. Menggunakan efisiensi termal menggunakan rumus.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang kompor biomassa dengan beberapa variasi jenis tabung bakar didapatkan data sebagai berikut :

4.1. Waktu Start Up

Waktu *start up* adalah dimana waktu untuk memulai nyalakan api hingga api dapat menyala dengan stabil. Hasil pengukuran waktu *start up* dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Waktu Start Up tiap variasi lubang udara

No.	Variasi Lubang	Waktu <i>Start Up</i> (menit)
1.	84 lubang	2.52 mnt
2.	98 lubang	2.55 mnt
3.	112 lubang	3.07 mnt

Dari hasil dari pengambilan waktu yang telah dilakukan untuk waktu star up dapat diketahui bahwa variasi 84 lubang memiliki waktu 2.52 menit, kemudian variasi 98 lubang memiliki waktu 2.55 menit dan waktu yang dibutuhkan untuk variasi 112 lubang adalah 3.07 menit.

4.2. Kenaikan temperatur air

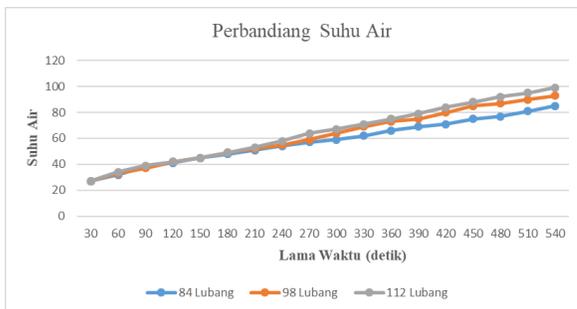
Data kenaikan temperatur air yang dipanaskan setiap 30 detik sekali, dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut :

No.	Variasi Lubang	Kenaikan Temperatur air pada proses pembakaran																	
		30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540
1	84	27	32	38	41	45	48	51	54	57	59	62	66	69	71	75	77	81	85
2	98	27	33	37	42	45	49	52	55	59	64	69	73	75	80	85	87	90	93
3	112	27	34	39	42	45	49	53	58	64	67	71	75	79	84	88	92	95	99

Gambar 4 Kenaikan temperatur air pada proses pembakaran

Dari kedua hasil di atas menunjukkan suhu yang didapatkan pada semua variasi. Variasi 112 lubang mencapai suhu air tertinggi yaitu 99°C sedangkan tabung 98 suhu tertingginya adalah 93°C dan variasi 84 suhu tertingginya adalah 85°C. Hasil ini dilakukan dimana waktu tercepat mendidih adalah 9.30 menit dimana terjadi ini terjadi pada variasi 112 lubang, waktu tersebut menjadi patokan agar ketikasudah mencapai batas tersebut pada variasi yang lain mencapai titik didih pada suhu berapa.

Dari Gambar 4 diatas didapatkan perbandingan kenaikan temperature dari 3 jenis varian tabung bakar yang dapat dilihat pada gambar 5. berikut :



Gambar 5 Perbandingan suhu air

3. Lama api menyala waktu api menyala dari masing-masing variasi lubang dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut :

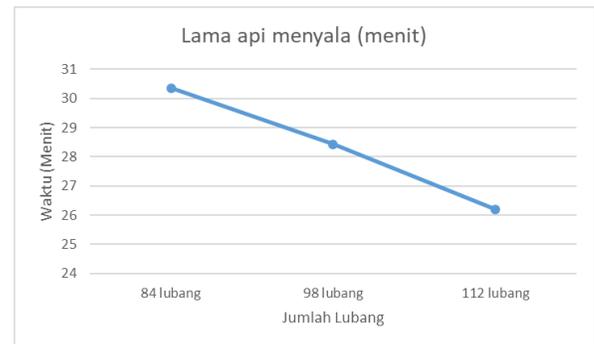
Tabel 2 Lama api menyala

No.	Variasi Lubang	Lama api menyala (menit)
1.	84 lubang	30.36 mnt

2.	98 lubang	28.43 mnt
3.	112 lubang	26.20 mnt

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa semakin jumlah lubang maka semakin tinggi tekanan udara yang dihasilkan. Kompor dengan tabung bakar variasi 84 lubang yang dapat bertahan hingga 30.36. Sedangkan nyala api dari tabung dengan variasi 98 lubang mampu bertahan selama 28.43 menit Sedangkan dengan variasi 112 lubang yang mempunyai waktu lebih cepat dibandingkan dengan tabung bakar yang lain yaitu 26.30 menit.

Dari Tabel 2 diatas didapatkan perbandingan kenaikan temperature dari 3 jenis varian tabung bakar yang dapat dilihat pada gambar 6. berikut :



Gambar 6 Lama nyala api

4. Efisiensi termal

Efisiensi tungku adalah perbandingan antara energi yang digunakan pada pemanas air (Pout) dan energi panas yang dikandung bahan bakar (Pin). Dari hasil pengujian variasi jumlah lubang udara dapat diperoleh data untuk mencari nilai efisiensi termal yang dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut :

No.	Variasi Lubang	Tair awal (°C)	Tair akhir (°C)	mair awal (kg)	mair akhir (kg)	m _k awal (kg)	m _k akhir (kg)	LHV (kal/gr)
1	84 lubang	27	88	0,977	675	0.5	0.96	4.5×10 ⁶
2	98 lubang	27	93	0,977	697	0.5	0.92	4.5×10 ⁶
3	112 lubang	27	99	0,977	710	0.5	0.90	4.5×10 ⁶

Gambar 7 Data Pengujian Kompor Biomassa

Perhitungan untuk menentukan besar nilai efisiensi termal menurut BSNI (2013) didefinisikan sebagai berikut :

$$\eta_t = \frac{m_a C_p \Delta T + \Delta m_a L}{\Delta m_k LHV} \times 100$$

dimana :

- η_t = Efisiensi termal (%)
- m_a = Massa air (kg)
- C_p = Kalor jenis air (4180 J/kg°C)
- ΔT = Selisih suhu (°C)
- Δm_a = Massa air yang menguap (kg)
- L = Kalor penguapan air (2.268.000 J/kg)
- Δm_k = Massa bahan bakar yang telah dibakar (kg)
- LHV = Nilai kalor bahan bakar (kal/gr)

Dari data pengujian diatas didapatkan hasil perhitungan efisiensi termal yang dapat dilihat pada gambar 7 Berikut :

No.	Variasi Lubang	T _{air} (°C)	m _a (kg)	m _k (kg)	Efisiensi Termal (%)
1.	84 lubang	58	0.302	0.404	51
2.	98 lubang	66	0.280	0.408	49
3.	112 lubang	72	0.267	0.410	48

Gambar 8 Nilai efisiensi termal

Dari tabel 4.5 terlihat bahwa efisiensi tungku pada pemanasan air untuk masing-masing jumlah lubang udara menunjukkan bahwa hasil dengan presentase paling rendah adalah kompor biomassa dengan variasi 112 lubang dengan nilai 48%, sedangkan kompor biomassa dengan variasi 98 lubang nilai efesiensi termalnya adalah 49% dan variasi 84 lubang 51%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian pengaruh variasi jumlah lubang udara terhadap efisiensi kompor biomassa adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian menunjukkan variasi jumlah lubang udara tidak berpengaruh secara signifikan terhadap lama waktu

penyalaaan. Waktu yang diperlukan dalam penyalaaan api hingga menyala sempurna pada kompor biomassa dengan variasi lubang udara adalah 2,52 menit untuk variasi 84 lubang sedangkan pada variasi 98 lubang dengan waktu 2,55 menit dan untuk variasi 112 lubang dengan waktu 3.07 menit.

2. Variasi lubang udara berpengaruh pada lama waktu nyala api. Hasil pengujian menunjukkan hasil dari tiap variasi lubang udara adalah 30.36 menit untuk variasi 84 lubang, 28.43 menit untuk variasi 98 lubang dan 26.20 menit untuk variasi 112 lubang.
3. Nilai efisiensi termal kompor biomassa paling baik adalah dengan variasi 84 lubang yang mempunyai presentase 51% , kemudian diikuti variasi 98 lubang dengan presentase 49% dan variasi 112 lubang dengan presentase 48%.

5.2 Saran

Saran yang didapat dari penelitian pengaruh variasi jumlah lubang udara terhadap efisiensi kompor biomassa adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk bisa mempercepat kenaikan suhu pada kompor agar dapat mempercepat proses pemasakanan.
2. Direkomendasikan kedepannya bahwa penelitian ini dapat dilanjutkan dengan analisis dan pengukuran unsur-unsur gas dari proses gasifikasi.
3. Direkomendasikan kedepannya bahwa penelitian ini dapat dilanjutkan dengan analisis dan pengukuran unsur-unsur gas dari proses gasifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Purnomo RH, Kuncoro EA, Wahyuni D. Rancang bangun dan uji teknik kompor berbahan bakar limbah biomasa pertanian. 2014;14(2):71–78.
2. Anam A. Pengaruh Dimensi Kompor Biomasa Terhadap Performansinya. *Pist J Tech Eng.* 2017;1(1):19–24. doi:10.32493/pjte.v1i1.545
3. Mulyanto A, Mirmanto M, Athar M. Pengaruh Ketinggian Lubang Udara Pada Tungku Pembakaran Biomassa Terhadap

- Unjuk Kerjanya. *Din Tek Mesin*. 2016;6(1). doi:10.29303/d.v6i1.22
4. Idji L, Haluti S, Antu ES. Rancang Bangun Kompor Biomassa Berbahan Bakar Kayu. *J Teknol Pertan Gorontalo*. 2020;5(1):17–21. doi:10.30869/jtpg.v5i1.543
 5. Pambudi P, Widodo S, Suharno K, Teknik F, Tidar U. Pengaruh variasi jumlah lubang udara terhadap efisiensi kompor biomassa. 2019;2(1).
 6. Franky Sutrisno B. Pengaruh Laju Aliran Udara Terhadap Kinerja Kompor Biomassa Menggunakan Bahan Bakar Limbah Kayu Mahoni Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Saintek ITM*. 2019;32(2):29–36. doi:10.37369/si.v32i2.59
 7. Hunta CFMLY. Bahan Bakar Untuk Menguji Kerja Prototype Kompor Biomassa. 2012;12(1):75–82.
 8. Djafar R, Darise F. Pengaruh Jumlah Aliran Udara Terhadap Nyala Api Efektif Dari Reaktor Gasifikasi Biomassa Tipe Fixed Bed Downdraft Menggunakan Bahan Bakar Tongkol Jagung. *J Technopreneur*. 2018;6(2):94–100. doi:10.30869/jtech.v6i2.211
 9. Fajriansyah, Mukhammad Nurrisa (Teknik Mesin UMM 2017). Skripsi pengaruh jumlah lubang udara primer kompor kayu biomassa menggunakan metode rsm. 2017.