

PENGARUH DESAIN *BURNER CONE* DENGAN VARIASI SUDUT TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN PADA *WOOD PELLET STOVE*

Ahmad Muslikhin¹, Ena Marlina², Artono Raharjo³

¹Universitas Islam Malang
e-mail :21901052053@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang
e-mail :ena.marlina@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang
e-mail : artonor@unisma.ac.id

ABSTRAK

Bahan bakar seperti gas alam, minyak bumi sangat sedikit membuat energi alternatif banyak diteliti, biomassa dari pelet kayu adalah salah satu biomassa yang dapat diperbaharui, efisien dan murah karena terbuat dari limbah kayu. Proses menyiapkan kompor biomassa dengan dimensi diameter *combustion chamber* 17 cm, tinggi 14 cm, diameter luar kompor 21 cm, tinggi 26 cm. Serta pembuatan desain 3 buah *burner* geometri *cone*, diameter atas 13,5 cm, diameter bawah 16 cm dan tinggi 3,5 cm, diameter atas 14,1 cm, diameter bawah 16 cm dan tinggi 3,5 cm; diameter atas 14,8 cm, diameter bawah 16 cm dan tinggi 3,5 cm dengan jumlah lubang ada 90 lubang. Nilai *specific fuel consumption* paling besar pada variasi sudut 80° sebanyak 251,923 gram *wood pellet*/kg air dan sudut 70° sebesar 173,027 gram *wood pellet*/kg air. *Burner cone* dengan variasi sudut yang semakin besar terdapat kenaikan konsumsi bahan bakar yang cukup signifikan. Sudut 70° menuju sudut 75°, terdapat kenaikan kebutuhan bahan bakar sebesar 25%, sudut 70° menuju sudut 80°, kenaikan kebutuhan bahan bakar sebesar 31%. Pada sudut 70°C lebih efisien daripada variasi lainnya.

Kata Kunci : Biomassa, Pelet kayu, *Burner*, Kompor, dan Energi

ABSTRACT

Depleting fossil fuels make alternative energy widely researched, biomass from wood pellets is one of the renewable, efficient and cheap biomass because it is made from wood waste. The process of preparing a biomass stove with dimensions of combustion chamber diameter 17 cm, height 14 cm, outside diameter of stove 21 cm, height 26 cm. As well as making a design of 3 burners with cone geometry, top diameter 13.5 cm, bottom diameter 16 cm and height 3.5 cm, top diameter 14.1 cm, bottom diameter 16 cm and height 3.5 cm; The top diameter is 14.8 cm, the bottom diameter is 16 cm and the height is 3.5 cm with the number of holes there are 90 holes. Highest Specific Fuel Consumption Value is at an 80° angle variation of 251.923 grams of wood pellet/kg of water and the lowest value is with a 70° angle variation of 173.027 grams of wood pellet/kg water. Burner cones with greater angle variations have a significant increase in fuel consumption. 70° angle to 75° angle, there is a 25% increase in fuel demand, 70° angle to 80° angle, 31% increase in fuel demand. At an angle of 70°C it is more efficient than other variations.

Keywords : Biomass, Wood pellet,, *Burner*, Stove, and Energy

PENDAHULUAN

Indonesia membutuhkan energi yang cukup setiap harinya diikuti dengan berkembangnya jumlah penduduk dan energi yang dibutuhkan Indonesia[1]. Energi yang dibutuhkan meningkat terus menerus disebabkan peningkatan jumlah penduduk, peraturan

pemerintah dan harga bahan bakar. Pertumbuhan PDB berjumlah 4,9%/tahun dan pertumbuhan penduduk 0,73%/tahun dari tahun 2017 sampai 2050, energi yang dikonsumsi mengalami kenaikan 843 juta BOE tahun 2017 menghasilkan 3438 juta BOE di tahun 2050 dan memiliki rata-rata 4,4%/tahun[2]. Bahan

bakar menjadi kebutuhan sehari-hari terutama bahan bakar dari fosil[3]. Energi alternatif menjadi solusi sebagai pengganti bahan bakar fosil karena bahan bakar fosil tidak dapat diperbaharui dan terus menerus berkurang[4]. Energi baru terbarukan sedang dalam masa pengembangan karena bahan bakar fosil yang semakin berkurang dan tidak terbaharukan dan diprediksi di masa depan akan habis[5]. Banyak negara sedang membuat energi alternatif modern menggunakan kayu dan bahan bakar biomassa sebagai bahan bakar industri yang membuat panas dan listrik, utilitas, komunitas dan rumah tangga bisa menggunakan bahan bakar biomassa[6].

Biomassa merupakan bahan bakar alternatif yang sedang dikembangkan dengan menerapkan menggunakan kayu dan bahan bakar biomassa[7]. Biomassa selain instalasi yang mudah, tidak mahal dan tidak mencemari lingkungan[8]. Sampah organik dan ampas kayu yang menumpuk memiliki potensi menjadi sumber energi terbaharukan, pelet kayu adalah pemanfaatan sampah kayu[9].

Wood pellet adalah kompor biomassa hasil dari pemanfaatan biomassa kayu dengan memasang *burner* yang berfungsi sebagai tempat bersatunya stok bahan bakar dan udara sehingga dapat menghasilkan api dan sangat dibutuhkan di pembuatan biomassa *wood pellet*[10]. Kompor pelet kayu juga dipasang oleh konektor api *cone* yang berfungsi menaikkan panas, efisiensi termal dan mengurangi panas yang hilang[11].

METODE

Penelitian ini menggunakan variasi *cone* sudut 70°, 75° dan 80°. Massa air 2,5 kg, massa *wood pellet* yang digunakan 1 kg, *wood pellet* adalah kayu sengon, kecepatan aliran udara 10 m/s.



Gambar 1. Instalasi pengujian WBT + visualisasi nyala api

Pengujian *water boiling test*, ruang pembakaran diberikan kecepatan 10 m/s aliran udara, yang diukur dengan anemometer. Setelah panci diletakkan di atas kompor, termokopel dipasang pada

jarak 5 cm dari bagian bawah panci yang dikonversikan. Data disimpan pada laptop. *Burner cone* dengan tiga variasi sudut digunakan dalam pengujian ini.

Nyala api visualisasi, aliran udara pembakaran diberikan ke ruang pembakaran dengan kecepatan 10 m/s, yang diukur menggunakan anemometer. Penggaris diletakkan di samping kompor untuk mengukur tinggi api, dan kamera digunakan untuk mengambil gambar. Untuk mengukur temperatur nyala api, termokopel digunakan pada jarak 0 cm dari ruang pembakaran. Kemudian, data ini diubah dengan *data logger* dan disimpan di laptop.

Proses menyiapkan kompor biomassa dengan dimensi diameter combustion chamber 17 cm, tinggi 14 cm, diameter luar kompor 21 cm, tinggi 26 cm. Serta pembuatan desain 3 buah *burner* dengan geometri *cone*, diameter atas 13,5 cm, diameter bawah 16 cm dan tinggi 3,5 cm; diameter atas 14,1 cm, diameter bawah 16 cm dan tinggi 3,5 cm; diameter atas 14,8 cm, diameter bawah 16 cm dan tinggi 3,5 cm dengan jumlah lubang ada 90 lubang.

1. Proses pengambilan data

a. Uji *local boiling point temperature*

Local boiling point temperature adalah nilai suhu konstan walaupun dipanaskan dalam waktu lama. Ketinggian lokasi dapat mempengaruhi *Local boiling point temperature*, kondisi cuaca saat pengujian dan ketidakakuratan kecil. Nilai *local boiling point temperature* didapat dengan dilakukan percobaan langsung. Tahap pertama menyiapkan air seberat 2,5 kg.

Pasang termokopel yang telah dihubungkan dengan *data logger* pada jarak dari dasar panci 5 cm, kemudian dididihkan air. Ketika air sudah mendidih maka temperatur akan tetap konstan dan mungkin hanya akan berubah sekian persepuluh. Amati temperatur maksimum dan minimum selama 5 menit kemudian rekam hasil dengan laptop, lalu diambil rata-rata sebagai nilai *Local boiling point temperature*.

b. *Moisture content wood pellet*

Dalam mencari nilai *moisture content wood pellet*, sepuluh sampel dari bahan bakar *wood pellet* lalu diukur nilai kadar airnya dengan alat *moisture analyzer*. Dari sepuluh sampel tersebut kemudian diambil nilai rata-rata kadar air sebagai nilai *moisture content wood pellet*.

c. Pengujian *water boiling test*

Masukkan bahan bakar *wood pellet* yang sudah ditimbang sebanyak 2,5 kg kedalam ruang pembakaran. Lalu tuang spirtus diatas *wood pellet* secara merata dan nyalakan api dengan menggunakan korek api. Pasang *burner* diatas *combustion chamber* lalu atur laju aliran udara pembakaran sebesar 10 m/s pada kipas yang diukur menggunakan anemometer.

Tahap selanjutnya isi air kedalam panci sebanyak 2,5 kg dan temperatur awal air diukur menggunakan termokopel yang diletakkan didalam panci dan telah dihubungkan dengan *data logger* dari dasar panci sepanjang 5 cm dan catat suhu yang didapat menggunakan laptop. Kemudian letakkan panci diatas kompor biomassa (*wood pellet stove*) dan hitung waktu menggunakan *stopwatch* hingga air dalam panci mendidih untuk memperoleh data waktu pendidihan. Waktu pendidihan mulai dihitung dari awal panci diletakkan diatas kompor sampai mencapai nilai *local boiling point temperature*.

Setelah selesai letakkan panci dari kompor biomassa lalu lepaskan *burner*. *Wood pellet* yang belum dibakar disisihkan, kemudian gunakan pasir untuk memadamkan api. Tahap terakhir timbang berat akhir air, arang (*char*) dan sisa *wood pellet* utuh. Lakukan pengujian menggunakan *burner cone* dengan variasi sudut dan sebagai pembanding lakukan tanpa menggunakan *burner*.

d. Pengujian visualisasi nyala api

Pastikan kamera lurus dengan atas ruang pembakaran. Selanjutnya pasang penggaris pada samping kompor. Masukkan bahan bakar *wood pellet* yang sudah ditimbang sebanyak 2,5 kg kedalam ruang pembakaran. Lalu tuang spirtus diatas *wood pellet* secara merata dan nyalakan api dengan menggunakan korek api. Atur laju aliran udara pembakaran sebesar 10 m/s pada kipas yang diukur menggunakan anemometer, kemudian ukur temperatur api menggunakan termokopel dan menggunakan *stopwach* untuk memulai perhitungan. Setelah 5 menit, lakukan pengambilan gambar dengan kamera. Lalu catat ketinggian nyala api dengan penggaris yang telah dipasang disamping kompor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian *Water Boiling Test* (WBT)

Tabel 1. Data Hasil Pengujian WBT

Parameter	<i>Burner Cone</i>		
	Sudut 70°	Sudut 75°	Sudut 80°
Massa <i>wood pellet</i> sebelum uji (gram)	1000	1000	1000
Massa <i>wood pellet</i> setelah uji (gram)	387	245	200
Massa panci berisi air sebelum uji (gram)	2500	2500	2500
Massa panci berisi air setelah uji (gram)	2295	2240	2227
Lama waktu pengujian (menit)	10,867	14,667	16,233
Massa <i>char</i> (gram)	165	153	135
Temperatur air diawal pengujian (°C)	26,980	26,811	26,755
Temperatur air diakhir pengujian (°C)	96,689	96,724	96,871

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan WBT

Parameter	<i>Variasi Burner Cone</i>		
	Sudut 70°	Sudut 75°	Sudut 80°
Konsumsi <i>moist fuel</i> (gram)	613	755	800
Total <i>char</i> yang berubah selama pengujian (gram)	165	153	135
Massa air yang menguap (kg)	205	260	273
Lama waktu pendidihan (menit)	10,867	14,667	16,233
<i>Temperature corrected time to boil</i> (menit)	11,693	15,734	17,364
<i>Equivalent dry fuel consumed</i> (gram)	432,566	573,584	629,808
<i>Thermal efficiency</i> (%)	24,688	23,621	22,596
<i>Burning rate</i> (gram/menit)	39,807	39,108	38,797

Parameter	Variasi <i>Burner Cone</i>		
	Sudut 70°	Sudut 75°	Sudut 80°
<i>Specific fuel consumption</i> (gram wood pellet/kg air)	173,027	229,434	251,923
<i>Evaporated corrected specific fuel consumption</i> (gram wood pellet/kg air)	55,923	74,371	81,896
<i>Temperature corrected specific fuel consumption</i> (gram wood pellet/liter air)	186,158	246,126	269,474
<i>Temperature corrected specific energy consumption</i> (kJ/liter air)	911,731	1205,660	1320,035
<i>Firepower</i> (watt)	3249,925	3192,880	3167,503

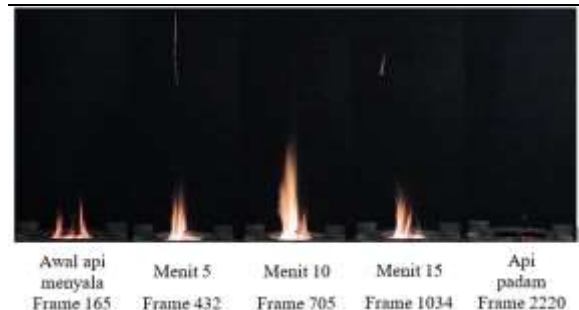
2. Pengujian Visualisasi Nyala Api

Tabel 3. Waktu dan Dimensi Nyala Api

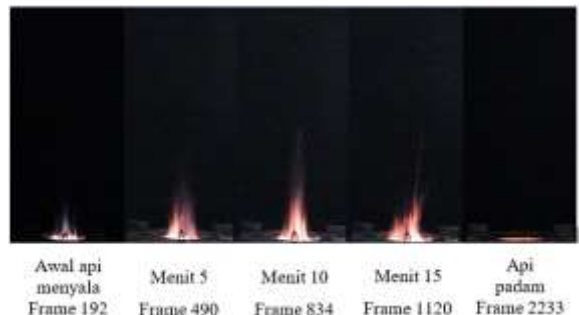
Parameter	Tinggi api (mm)				
	Awal api menyala	Menit 5	Menit 10	Menit 15	Api padam
<i>Burner cone sudut 70°</i>	Frame ke-165 17,2	Frame ke-432 40,2	Frame ke-705 63,7	Frame ke-1034 50,6	Frame ke-2220 0
<i>Burner cone sudut 75°</i>	Frame ke-192 42,1	Frame ke-490 52,9	Frame ke-834 89,6	Frame ke-1120 57,4	Frame ke-2233 0
<i>Burner cone sudut 80°</i>	Frame ke-100 27,3	Frame ke-402 66,8	Frame ke-725 68,1	Frame ke-998 44,1	Frame ke-2150 0

Tabel 4. Waktu dan Dimensi Nyala Api

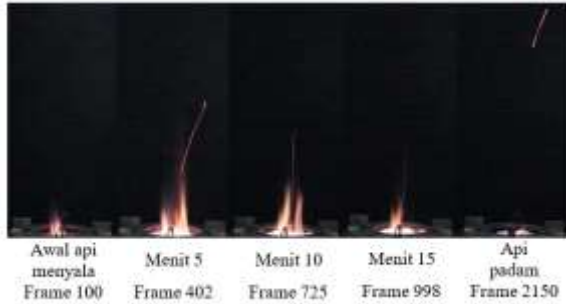
Parameter	Lebar api (mm)					Lama api menyala (menit)
	Awal api menyala	5	10	15	Api padam	
<i>Burner cone sudut 70°</i>	Frame ke-165 17,2	Frame ke-432 40,2	Frame ke-705 63,7	Frame ke-1034 50,6	Frame ke-2220 0	- 37
<i>Burner cone sudut 75°</i>	Frame ke-192 42,1	Frame ke-490 52,9	Frame ke-834 89,6	Frame ke-1120 57,4	Frame ke-2233 0	- 37,2
<i>Burner cone sudut 80°</i>	Frame ke-100 27,3	Frame ke-402 66,8	Frame ke-725 68,1	Frame ke-998 44,1	Frame ke-2150 0	- 35,8



Gambar 2. Visualisasi nyala api *burner cone* 70°



Gambar 3. Visualisasi nyala api *burner cone* 75°



Gambar 4. Visualisasi nyala api *burner cone* 80°

Pengaruh desain *burner cone* membantu menstabilkan nyala api berwarna biru oranye selama pengujian karena api melewati lubang *burner* membuat nyala api lebih stabil tetapi menggunakan sudut pada *burner cone* menghasilkan dimensi api lebih kecil[12].

Specific Fuel Consumption pada *burner cone* sudut 80° lebih tinggi daripada variasi sudut *burner cone* lainnya karena bahan bakar yang digunakan akan menghasilkan uap air yang tinggi. Sudut 80°C memiliki perpindahan kalor ke badan panci lebih rendah karena campuran udara dan api yang dihasilkan dari ruang bakar terhambat oleh permukaan *burner* membuat air mendidih membutuhkan waktu lebih lama dan bahan bakar yang banyak[13][14]. Tekanan udara yang tinggi mempengaruhi visualisasi api dan temperatur api[15][16].

KESIMPULAN

Penelitian dari desain *burner cone* dengan variasi sudut didapat disimpulkan bahwa desain *burner cone* dengan variasi sudut 80° cenderung memiliki nilai *specific fuel consumption*, *evaporated corrected specific fuel consumption*, dan *boiling time* yang lebih besar. Sebaliknya, *burner cone* dengan variasi sudut 70° memiliki nilai *burning rate*, *fire power*, dan *thermal efficiency* yang lebih besar. Oleh karena itu, pengaruh desain *burner cone* dengan variasi sudut 70° tampaknya lebih menguntungkan dalam mencapai karakteristik pembakaran yang lebih efisien pada kompor biomassa *wood pellet* dibandingkan dengan sudut 75, dan sudut 80°.

Saran dari penelitian pengaruh desain *burner cone* dengan variasi sudut terhadap karakteristik pembakaran kompor biomassa *wood pellet* ini adalah Bagi penelitian lebih lanjut mengenai kompor biomassa *wood pellet*, diharapkan bahan bakar dasar pelet menggunakan campuran batu bara dan jenis kayu lainnya untuk mencapai karakteristik kompor biomassa yang lebih optimal. Untuk penelitian lebih lanjut maka diperlukan penelitian mengenai pengaruh bahan material dari *burner cone* yang lain sebagai perbandingan penelitian. Penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh desain *burner cone* dengan perubahan sudut kurang dari 70° diperlukan untuk

menentukan karakteristik pembakaran terbaik pada kompor biomassa *wood pellet*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Kartikasari and D. Chairul, "POTENSI TUMBUHAN PIONIR UNTUK WOOD PELLET SEBAGAI BIOENERGI TERBARUKAN Potential Pioneer Plants for Wood Pellet as Renewable Bioenergy," vol. 18, no. 2, 2022.
- [2] A. Sugiyono, I. F. Anindhita, and L. Wahid, Adiarso, "Outlook Energi Indonesia 2019: Dampak Peningkatan Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Terhadap Perekonomian Nasional," no. December. 2019.
- [3] N. Febrianti, F. Filiana, and P. Hasanah, "Potential of Renewable Energy Resources from Biomass Derived by Natural Resources In Balikpapan," *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, vol. 17, no. 3, pp. 316–323, 2020, doi: 10.14710/presipitasi.v17i3.316-323.
- [4] L. Yuliati, N. Hamidi, M. N. Sasongko, and I. A. Ibadurrohman, "Karakteristik Pembakaran Wood Pellet Stove dengan Variasi Geometri dan Blockage Ratio Flame Connector," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 10, no. 3, pp. 327–338, 2019, doi: 10.21776/ub.jrm.2019.010.03.13.
- [5] S. van Loo and J. Koppejan, "The handbook of biomass combustion and co-firing," *Handb. Biomass Combust. Co-Firing*, pp. 1–442, 2012, doi: 10.4324/9781849773041.
- [6] E. Marlina, W. Wijayanti, L. Yuliati, and I. N. G. Wardana, "The role of pole and molecular geometry of fatty acids in vegetable oils droplet on ignition and boiling characteristics," *Renew. Energy*, vol. 145, pp. 596–603, 2020, doi: 10.1016/j.renene.2019.06.064.
- [7] B. Ub-, "Studi Variasi Bentuk Sudut Reflektor Pada Burner Kompor Biomassa Ub-03," *Pros. Semin. Nas. NCIET*, vol. 1, no. 1, pp. 89–98, 2020, doi: 10.32497/nciet.v1i1.34.
- [8] Igboanugo and M. Ajieh, "Design and Construction of a Biomass Stove for Cooking in Rural Settlements in Nigeria," *Niger. Res. J. Eng. Environ. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 351–359, 2017, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/323119833>
- [9] V. T. P. Sidabutar, "Kajian Peningkatan Potensi Ekspor Pelet Kayu Indonesia sebagai Sumber Energi Biomassa yang Terbarukan," *J. Ilmu Kehutan.*, vol. 12, no. 1, p. 99, 2018, doi: 10.22146/jik.34125.
- [10] V. G. Dan and I. Ahmad, "Wood Pellet Stove

- Dengan,” no. December, pp. 327–338, 2019.
- [11] P. Tahu, D. I. Ukm, and K. A. B. Kediri, “PENGUNAAN WOOD PELLET UNTUK BAHAN BAKAR,” vol. 02, no. 02, pp. 22–28, 2021.
 - [12] P. Efisiensi and K. Biomassa, “Prosiding NCIET Vol. 2 (2021) B26-B34 2,” vol. 2, pp. 26–34, 2021.
 - [13] W. Wijayanti, “Identifikasi Komposisi Kimia Tar Kayu Mahoni untuk Biofuel pada Berbagai Temperatur Pirolisis,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 3, pp. 183–190, 2018, doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.03.5.
 - [14] W. Najibullah, A. Wahab, and E. Marlina, “Pengaruh Penambahan Bahan Bakar Minyak Jarak (*Jatropha Oil*) dan Bioaditif Terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel,” *J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, 2017.
 - [15] E. Marlina, M. Basjir, and R. D. Purwati, “The Response of Adding Nanocarbon to the Combustion Characteristic of Crude Coconut Oil (CCO) Droplets,” *Automot. Exp.*, vol. 5, no. 1, pp. 68–74, 2022, doi: 10.31603/ae.4954.
 - [16] E. Marlina, W. Wijayanti, L. Yuliati, and I. N. G. Wardana, “The role of 1.8-cineole addition on the change in triglyceride geometry and combustion characteristics of vegetable oils droplets,” *Fuel*, vol. 314, no. April, p. 122721, 2022, doi: 10.1016/j.fuel.2021.122721.