



Available online at www.jurnal.untidar.ac.id

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

Journal homepage: <http://jurnal.untidar.ac.id/index.php/mechanical/index>



Studi Eksperimental Performa *Burner* Biomassa Berbahan Bakar Arang Kayu dan Batok Kelapa sebagai Tungku Hemat Energi Ramah Lingkungan

Prabuditya Bhisma Wisnu Wardhana^a, Agung Fauzi Hanafi^a, Asmar Finali^a,
Mega Lazuardi Umar^a

^aProgram Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi, Email: prabuditya@poliwangi.ac.id

Keyword:

Burner, wood charcoal, coconut shell

ABSTRACT

High population growth has resulted in increased demand for energy supply. This need is not in line with the depleting reserves of oil and gas energy sources. For this reason, it is necessary to develop alternative energy sources that are renewable and environmentally friendly. The fuel used is wood charcoal and coconut shell waste. This type of fuel was chosen because of its abundant availability, economical price and high calorific value. The furnace material uses low carbon steel plate with a thickness of 3 mm. Air supply to the burner using the help of a 2 inch blower. The test is carried out by varying the intake blower opening to find the effect of air flow on combustion characteristics. Burning on a wood charcoal burner produces the highest flame temperature of 675°C at an air flow rate of 0.020 m³/s. Meanwhile, wood charcoal and coconut shell burners produce the highest flame temperature of 700°C at an air flow rate of 0.020 m³/s. The amount of air supply affects the combustion process and flame temperature. The higher the air supply, the flame temperature tends to decrease.

Kata Kunci:

Burner, arang kayu, tempurung kelapa

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan penyediaan energi. Kebutuhan ini tidak sejalan dengan cadangan sumber energi minyak bumi dan gas yang semakin menipis. Untuk itu perlu dikembangkan sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan. Bahan bakar yang digunakan adalah arang kayu dan limbah tempurung kelapa. Jenis bahan bakar ini dipilih karena ketersediaanya yang melimpah, harga yang ekonomis dan nilai kalor yang cukup tinggi. Material tungku menggunakan pelat baja karbon rendah dengan ketebalan 3 mm. Suplai udara pada burner menggunakan bantuan blower ukuran 2 inchi. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan bukaan intake blower untuk mencari pengaruh debit udara terhadap karakteristik pembakaran. Pembakaran pada burner arang kayu menghasilkan temperatur flame tertinggi 675°C pada debit udara 0,020 m³/s. Sedangkan burner arang kayu dan batok kelapa menghasilkan temperatur flame tertinggi 700°C pada debit udara 0,020 m³/s. Jumlah suplai udara mempengaruhi proses pembakaran dan temperatur nyala api. Semakin tinggi suplai udara, temperatur nyala api cenderung menurun.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang sangat masif mengakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan akan penyediaan energi untuk produktivitas masyarakat. Jenis energi yang saat ini masih digemari adalah minyak bumi dan gas alam. Seiring semakin tingginya permintaan akan jumlah energi yang dibutuhkan, maka akan mengakibatkan ketersediaan sumber energi minyak bumi dan gas alam yang semakin menipis. Kita harus segera mencari solusi dari permasalahan ini agar supaya anak cucu penerus bangsa ini masih bisa menikmati kekayaan kandungan energi di bumi pertiwi ini. Oleh karena itu, perlu dikembangkan teknologi dan sumber energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Saat ini pemanfaatan biomassa jenis arang kayu masih belum banyak dilakukan walaupun kita tahu ketersediaannya sangat melimpah dan bahan bakar ini termasuk jenis energi terbarukan. Limbah tempurung kelapa juga banyak yang masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Kedua jenis bahan bakar ini memiliki potensi kandungan energi yang cukup untuk dijadikan bahan bakar alternatif. Selain untuk melakukan konservasi sumber energi, penerapan tungku hemat energi ini dilakukan untuk mendukung pergerakan ekonomi pada usaha kecil menengah sembari ikut melestarikan lingkungan. Burner merupakan salah satu jenis tungku pembakaran yang menggunakan bantuan blower untuk penyediaan suplai udara. Penggunaan blower ini untuk diharapkan dapat menjamin proses pembakaran terjadi secara sempurna dan tanpa menimbulkan polusi udara serta lebih menghemat bahan bakar. Temperatur nyala api yang tinggi dari burner ini bisa digunakan sebagai tungku rumah tangga dan tungku untuk peleburan aluminium.

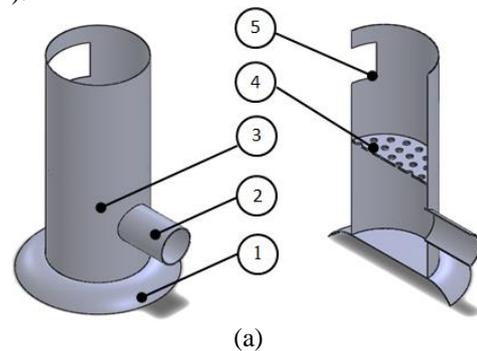
METODE

Skema peralatan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini. Peralatan pengujian terdiri atas burner biomassa, blower sebagai penyedia suplai udara dan thermometer untuk mengukur temperatur ruang bakar. Suplai udara untuk proses pembakaran dibantu dengan blower ukuran 2 inchi dengan pertimbangan harga yang ekonomis dan daya input listrik yang kecil sehingga menurunkan biaya operasional. Bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini adalah biomassa dari arang kayu dan limbah tempurung kelapa. Nilai kalor tempurung kelapa menurut beberapa referensi sebesar 17 MJ/kg atau sekitar 4155 kalori/gram [1].

Tabel 1. Nilai kalori bahan bakar [2] [3]

No	Jenis Bahan Bakar	Nilai Kalor (cal/gram)
1.	Arang kayu	7200
2.	Tempurung kelapa	4155

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menentukan nilai kalor dari berbagai macam jenis kayu dengan hasil rata-rata nilai kalor sebesar 6700 kalori/gram [4]. Tiap jenis bahan bakar yang digunakan adalah sebesar 2 kg untuk setiap pengujian. Kedua bahan bakar ini digunakan dengan pertimbangan mudah didapatkan dan kandungan nilai kalor yang cukup tinggi. Material pelat yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan ketebalan 3 mm. Dimensi material ini dipilih dengan pertimbangan mudah dalam fabrikasi dan harga yang ekonomis serta sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan dalam perencanaan. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan bukaan intake blower dengan harapan bisa mendapatkan nilai laju udara yang optimal untuk mendapatkan nilai temperatur tertinggi pada proses pembakaran. Nilai debit udara blower didapatkan dari pengukuran kecepatan angin blower dikalikan dengan luasan area saluran output blower. Pengukuran ini dilakukan untuk setiap bukaan lubang intake blower, mulai dari intake tertutup penuh (0°) hingga terbuka penuh (60°).



Keterangan:

1. Dudukan Burner.
2. Pipa Sambungan Ke Blower
3. Ruang Bakar
4. Sekat Bahan Bakar
5. Pintu Masuk Bahan Bakar



Gambar 1 (a) Skema burner berbahan bakar biomassa, (b) Hasil fabrikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

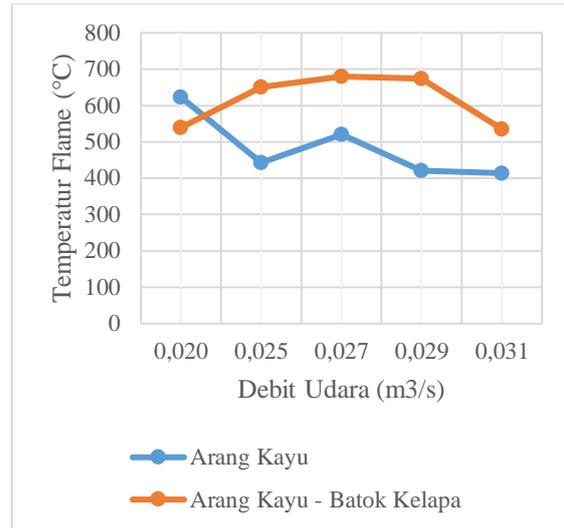
Proses pembakaran pada *burner* ini dibantu dengan *blower* dan diharapkan kita dapat mengatur jumlah pasokan udara dalam ruang bakar. Pembakaran bahan bakar padat pada umumnya membutuhkan suplai udara berlebih untuk menjamin seluruh bahan bakar terbakar sempurna dan mengurangi polusi udara. Namun perlu diperhatikan juga bahwa terkadang suplai udara berlebih juga bisa menurunkan temperatur pembakaran. Hal ini dikarenakan panas pada burner ikut terbuang bersama udara berlebih yang disuplai dari blower. Jika hal ini tidak diatur, maka efisiensi pembakaran akan menurun dan boros dalam penggunaan bahan bakar.



Gambar 2 Pengujian burner berbahan bakar biomassa

Tabel 2 Hasil pada pengujian 1

Bahan Bakar	Bukaan Blower (°)	Debit Udara Blower (m ³ /s)	Debit Udara Blower (L/s)	Temp. Flame (°C)
Arang Kayu	0	0,020	19,66	623
	15	0,025	25,34	442
	30	0,027	27,16	521
	45	0,029	28,58	421
	60	0,031	31,01	414
Arang Kayu - Batok Kelapa	0	0,020	19,66	540
	15	0,025	25,34	650
	30	0,027	27,16	680
	45	0,029	28,58	674
	60	0,031	31,01	535



Gambar 2 Temperatur *flame* untuk berbagai debit udara pada pengujian 1

Data pengujian 1 menunjukkan bahwa pada burner dengan bahan bakar arang kayu menghasilkan temperatur *flame* tertinggi sebesar 632°C pada bukaan *intake blower* sebesar 0° atau tertutup penuh dengan debit udara sebesar 0,020 m³/s. Nilai temperatur *flame* terendah sebesar 414°C pada bukaan *intake blower* 60° atau terbuka penuh dengan debit udara sebesar 0,031 m³/s. Data pengujian tersebut memberikan informasi berupa data bahwa semakin besar suplai udara pada pembakaran maka akan semakin menurunkan temperatur *flame*. Pembakaran pada bahan bakar padat pada umumnya berlangsung pada kondisi *excess air* atau udara berlebih untuk menjamin semua bagian bahan bakar mendapatkan udara yang diperlukan supaya terjadi pembakaran yang sempurna. Namun pada kondisi dimana udara yang digunakan pada pembakaran sangat berlebih justru mengakibatkan temperatur pembakaran akan menurun.

Hal ini kemungkinan besar disebabkan karena panas pembakaran ikut terbawa keluar bersama udara sehingga mengakibatkan penurunan temperatur pembakaran. Udara yang terlalu berlebih ini juga mengakibatkan efisiensi pembakaran menurun yang berakibat pada penggunaan bahan bakar yang tidak efisien demi menjaga burner tetap pada temperatur operasinya. Hasil yang serupa juga pernah dilakukan oleh peneliti lain dimana pada laju udara semakin besar menghasilkan temperatur pembakaran yang cenderung semakin menurun, hal ini diindikasikan bahwa proses yang terjadi adalah pembakaran yang tidak sempurna [5]. Pengujian pembakaran biomassa menggunakan tungku jenis *rocket stove* juga pernah dilakukan dengan bahan bakar kayu mahoni yang menghasilkan temperatur tertinggi pada 864°C [6]. Hal ini mengindikasikan bahwa potensi bahan bakar biomassa masih sangat besar untuk dijadikan sebagai bahan bakar pengganti minyak bumi.

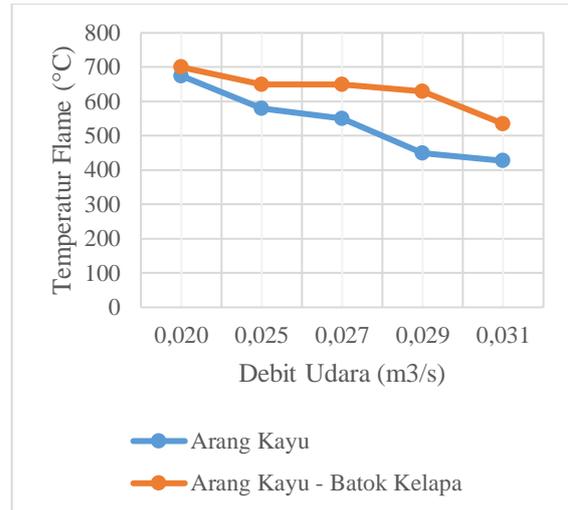
Sedangkan pada burner dengan bahan bakar campuran arang kayu dan batok kelapa menghasilkan

temperatur *flame* tertinggi sebesar 680°C pada bukaan *intake blower* sebesar 30° dengan debit udara sebesar 0,027 m³/s. Nilai temperatur *flame* terendah sebesar 535°C pada bukaan *intake blower* 60° atau terbuka penuh dengan debit udara sebesar 0,031 m³/s. Pengujian dengan bahan bakar campuran ini memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan bahan bakar tunggal. Fenomena ini kemungkinan besar disebabkan karena perpaduan nilai kalor antara kedua bahan bakar sehingga mengakibatkan peningkatan pada temperatur pembakaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan paduan bahan bakar arang kayu dan batok kelapa bisa meningkatkan temperatur pembakaran.

Karakteristik perpaduan kedua bahan bakar ini ternyata sesuai dengan kondisi *excess air* dimana semakin banyak suplai udara yang diberikan semakin meningkatkan temperatur pembakaran. Hal ini kemungkinan besar juga disebabkan karena kedua bahan bakar padat ini memiliki densitas, nilai kalor dan komposisi kimia yang berbeda sehingga membutuhkan suplai udara yang berbeda juga untuk bereaksi pada pembakaran. Peneliti lain juga melakukan pengujian performa tungku dengan bahan bakar tempurung kelapa dimana bisa menghasilkan temperatur nyala api sebesar ± 950°C [7]. Pengujian burner biomassa juga pernah dilakukan oleh peneliti lain dan menghasilkan temperatur *flame* tertinggi pada 975°C pada aliran udara 14 m/s untuk bahan bakar biji nyamplung dan temperatur *flame* tertinggi pada 991°C pada aliran udara 10,5 m/s untuk bahan bakar pellet kayu [8].

Tabel 3 Hasil pada pengujian 2

Bahan Bakar	Bukaan Blower (°)	Debit Udara Blower (m ³ /s)	Debit Udara Blower (L/s)	Temp. Flame (°C)
Arang Kayu	0	0,020	19,66	675
	15	0,025	25,34	580
	30	0,027	27,16	550
	45	0,029	28,58	450
	60	0,031	31,01	427
Arang Kayu - Batok Kelapa	0	0,020	19,66	700
	15	0,025	25,34	650
	30	0,027	27,16	650
	45	0,029	28,58	630
	60	0,031	31,01	535



Gambar 3 Temperatur *flame* untuk berbagai debit udara pada pengujian 2

Data pada pengujian kedua ini juga masih menunjukkan bahwa paduan bahan bakar arang kayu dan batok kelapa mampu menghasilkan nilai temperatur pembakaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar arang kayu saja. Data tersebut juga menunjukkan bahwa suplai udara berlebih atau *excess air* ternyata malah menurunkan temperatur pembakaran. Data pengujian 2 ini menunjukkan bahwa pada *burner* dengan bahan bakar arang kayu menghasilkan temperatur *flame* tertinggi sebesar 675°C pada bukaan *intake blower* sebesar 0° atau tertutup penuh dengan debit udara sebesar 0,020 m³/s. Nilai temperatur *flame* terendah sebesar 427°C pada bukaan *intake blower* 60° atau terbuka penuh dengan debit udara sebesar 0,031 m³/s. Sedangkan pada *burner* dengan bahan bakar campuran arang kayu dan batok kelapa menghasilkan temperatur *flame* tertinggi sebesar 700°C pada bukaan *intake blower* sebesar 0° dengan debit udara sebesar 0,020 m³/s. Nilai temperatur *flame* terendah sebesar 535°C pada bukaan *intake blower* 60° atau terbuka penuh dengan debit udara sebesar 0,031 m³/s.

SIMPULAN

Penggunaan bahan bakar campuran arang kayu dan batok kelapa mampu menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi untuk tiap pengujian dengan nilai 680°C dan 700°C dibandingkan dengan bahan bakar arang kayu saja dengan temperatur 623°C dan 675°C. Penggunaan udara berlebih atau *excess air* pada pembakaran mampu meningkatkan temperatur pembakaran pada kondisi tertentu, namun jika udara terlalu berlebih malah akan menurunkan temperatur pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Said, G. John, C. Mhilu and S. Manyele, "The Study of Kinetic Properties and Analytical Pyrolysis of Coconut Shells," *Journal of Renewable Energy*, pp. 1-8, 2015.

- [2] A. I. d. Suryadi, "Sistem Peleburan Logam Berbahan Bakar Gas untuk Industri Kecil dan Menengah," *ELEKTRA*, vol. Vol 2, p. 50 – 57, 2017.
- [3] G. Amoako and P. Mensah-Amoah, "Determination of Calorific Values of Coconut Shells and Coconut Husks," *Journal of Materials Science Research and Reviews*, vol. 2, no. 2, pp. 1-7, 2019.
- [4] N. Hastuti, G. Pari, D. Setiawan, Mahpudin and Saepuloh, "Kualitas Arang Enam Jenis Kayu asal Jawa Barat sebagai Produk Destilasi Kering," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 33, no. 4, pp. 337-346, 2015.
- [5] Barita and F. Sutrisno, "Pengaruh Laju Aliran Udara terhadap Kinerja Kompor Biomassa menggunakan Bahan Bakar Limbah Kayu Mahoni sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Saintek ITM*, vol. 32, no. 2, pp. 29-36, 2019.
- [6] M. Faisal and M. I. T. Ibrahim, "Uji Pembakaran Biomassa Padat Pada Tungku Rocket Tipe Silinder dengan Asupan Excess Air," *Jurnal Ristech (Jurnal Riset, Sains dan Teknologi)*, vol. 2, no. 2, pp. 9-15, 2020.
- [7] Suhartono, F. Gasela and A. Khoirunnisa, "Kajian Kinerja Kompor Limbah Biomassa Padat Skala Industri Rumah Tangga," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, Yogyakarta, 2018.
- [8] M. Syamsiro, N. A. Putra, J. Winarno and S. R. Ika, "Development and application of a biomass burner using nyamplung seed cake as feedstock for pyrolysis process," in *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2019.