

UJI KINERJA *PROTOTYPE* KOMPOR BIOBRIKET DITINJAU DARI VARIASI KETINGGIAN ALAS RUANG BAKAR DAN PEMANFAATAN PANAS BUANGAN MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC GENERATOR*

PERFORMANCE TEST OF BIOBRIQUETTE STOVE PROTOTYPE REVIEWING FROM VARIATIONS OF HEIGHT OF THE COMBUSTION CHAMBER MAT AND THE UTILIZATION OF WASTE HEAT USING THERMOELECTRIC GENERATOR

Arif Zakiatul Fikri¹, Anisa Rahmawati², Agus Manggala³, Zurohaina⁴, Jaksen⁵

^{1,2}Program Studi DIV Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Lama, Bukit Besar, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30139, Telp 0711353414
*e-mail : arifzakiatulfikri13@gmail.com ; anisa.rahmawati957@gmail.com ; Agus.manggala@polsri.ac.id ;
zurohaina@polsri.ac.id ; jaksenmamin@gmail.com

ABSTRACT

Biobriquette stove is one type of stove that can be developed as a renewable energy source. This bio briquette stove is also one of the best solutions for improving the briquette combustion system, which is still less desirable and the treatment is still traditional. The prototype of this bio-briquette stove was carried out to test its performance using the hot start water boiling test (WBT) method. In this study, primary air is supplied by a blower with a speed of 6.8 m/s, and the use of heat from the combustion chamber which can be converted into electrical energy by a thermoelectric generator component with the largest voltage obtained is 10 Volts. Performance testing of this biobriquette stove prototype refers to SNI 7926:2013, this prototype is included in the medium-size stove category because it has a maximum capacity of 3 kg with an operating time of 2 hours 58 minutes. The best thermal efficiency obtained is 28,27% with specific fuel consumption (Sc) of 0.61 kg/h, the greater the efficiency value, the smaller the fuel consumption, and for the best combustion efficiency, the value is 0.9927.

Keywords : *bio briquette stove, Water boiling test, thermoelectric generator.*

1. PENDAHULUAN

Seiring bertambahnya populasi manusia menyebabkan peningkatannya laju pertumbuhan ekonomi dimasyarakat hal menyebabkan kebutuhan dan konsumsi energi menjadi semakin meningkat. Cadangan bahan bakar fosil yang menipis dan masalah harga yang semakin mahal, maka diperlukan usaha untuk mencari alternatif bahan bakar lainnya, salah satunya dengan memanfaatkan energi biomassa (Kamba dan Romi, 2019).

Ketersediaan biomassa yang melimpah menjadikannya salah satu energi terbarukan yang banyak dimanfaatkan. Pemanfaatan energi biomassa dapat diolah dan dijadikan energi alternatif yaitu berupa pembuatan briket. Briket merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang merupakan bahan bakar dengan kandungan nilai karbon dan kalori yang tinggi, serta untuk konsumsi energi, briket memiliki waktu penyalaan api yang lama. Bahan baku pembuatan briket

dapat berupa limbah seperti batok kelapa, serbuk gergaji dan sekam padi. Proses pembakaran briket dapat dibakar secara langsung atau menggunakan media pembantu seperti kompor (Arrahma dkk, 2021).

Sosialisasi kompor briket telah berlangsung di kecamatan Plaju kota Palembang, dengan kompor besi setinggi 80 cm dan beberapa kantong briket. Berdasarkan sosialisasi yang dilakukan, pengguna yang telah mengetahui keunggulan kompor briket merasa bahwa kompor briket baik digunakan untuk memasak dalam jumlah besar. Bahan bakar ricket akan didistribusikan untuk memenuhi kebutuhan usaha kecil, restoran, peternakan unggas dan industri makanan (KESDM, 2012).

Kompor biomassa dapat ikut berperan dalam menjaga terjadinya pencemaran lingkungan (Zakariya dkk, 2020). Kompor biomassa dapat

meningkatkan efisiensi pembakaran, yaitu mengurangi pencemaran udara dari polusi asap yang berbahaya bagi kesehatan (Arrahma dkk, 2021). Desain kompor biobriket secara teoritis telah banyak dikembangkan pada penelitian sebelumnya, akan tetapi kebanyakan peneliti lebih menganalisis komposisi dan jumlah udara terhadap bahan bakar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suwarsono, dkk (2017). Modifikasi pada saluran pembakaran sekunder telah berhasil meningkatkan kualitas pembakaran, yaitu : peningkatan temperatur dalam pembakaran, lama waktu operasi pembakaran, dan berkurangnya emisi gas karbon monoksida.

Pada rancangan kompor biobriket terbaru telah menggunakan blower pada bagian pemasok udara sehingga terjadi aliran udara dari atas menekan kebawah dalam tungku yang memberikan asupan udara yang lebih untuk memanaskan pembakaran briket sehingga panas yang dihasilkan lebih optimal (Wibisono, 2018). Blower akan berfungsi mensuplai udara pada briket supaya mempercepat pembakaran briket dan memberikan panas yang sempurna. Proses pembakaran yang sempurna pada kompor biobriket tersebut dilihat dari waktu proses pembakaran suhu yang dihasilkan oleh pembakaran tersebut dan kualitas suplai udara yang masuk ke kompor briket tersebut.

Pada saat proses pembakaran bahan bakar pada kompor biomassa terdapat energi termal (energi panas) pada dinding ruang bakar kompor biomassa dan asap hasil dari pembakaran bahan bakar yang tidak dimanfaatkan. Salah satu inovasi yang dapat digunakan untuk pemanfaatan energi panas ini yaitu dengan mengkonversinya menjadi energi listrik. Teknologi yang dapat digunakan untuk mengkonversi energi panas menjadi energi listrik dapat menggunakan komponen *thermoelectric generator* yang sumber energinya dengan memanfaatkan panas buangan, dimana perkembangannya dapat menjadi salah satu inovasi teknologi dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif terbarukan dimasa

depan (Andrapica dkk, 2015). Komponen TEG ini cukup ditempatkan pada dinding tungku untuk menerima panas buangan dari tungku dan untuk menghubungkan sumber daya sisi panas dan dingin yang memungkinkan mekanisme ini menghasilkan daya dari perbedaan suhu yang dihasilkan. (khalid dkk, 2016). *Thermoelectric generator* merupakan komponen yang memiliki prinsip fisika (*seeback*) dalam kerjanya untuk mengkonversi energi listrik menjadi energi panas, namun komponen ini juga memiliki fungsi lain yang dapat dimanfaatkan pada kompone *thermoelectric generator* yang jarang diketahui masyarakat yaitu kebalikannya dengan mengkonversi energi panas menjadi energi listrik (Huda dan Kumala, 2020).

Water Boiling Test (WBT) adalah metode pengujian untuk mengetahui kinerja pada kompor biobriket, dimana kondisi iklim, jenis bahan bakar (kelembaban, spesies, bentuk), jenis alat masak, termasuk metode dalam mengoperasikan tungku dipertahankan sama disepanjang proses pengujian (Mulyanto dkk, 2016). Penggunaan air berfungsi sebagai media transfer panas untuk mengetahui besarnya energi yang dihasilkan oleh kompor. Dengan menggunakan metode *Water Boiling Test* (WBT).

Pada dasarnya, pengujian WBT dibagi menjadi tiga bagian: Pengujian WBT *start* dingin, WBT *start* panas dan WBT *simmering*. Penjelasannya sebagai berikut:

- a. WBT *start* dingin: Berjalan saat kompor dingin atau dimatikan. Selanjutnya memanaskan air dalam panci sampai mendidih, mematikan kompor ketika air mendidih, dan melakukan pengamatan selama pengujian, dia mencatat waktu yang dibutuhkan untuk merebus air, massa air menguap, Perhatikan suhu air saat mendidih, massa bahan bakar yang tersisa dan jumlah abu (abu) yang terbentuk.
- b. Metode WBT *start* panas : Metode ini hampir sama dengan metode WBT cold

start, tetapi pengujian dilakukan saat tungku berada pada suhu tinggi atau nyala api stabil.

- c. *WBT simmering*: Hal ini dilakukan dengan menjaga suhu air mendidih konstan selama 45 menit, dan suhu tidak boleh naik atau turun lebih dari 3 ° C dari suhu air mendidih. Langkah selanjutnya adalah Mengamati dan mencatat waktu waktu yang dibutuhkan air untuk mendidih, massa air yang menguap, suhu air saat mendidih, massa bahan bakar yang tersisa, dan jumlah abu yang terbentuk.

2. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian rancang bangun dan uji kinerja dari *prototype* kompor biobriket dengan menggunakan bahan bakar biobriket tempurung kelapa

Pendekatan Desain Struktural

a. Kompor Bioberiket

Secara struktural *prototype* kompor biobriket ini terbuat dari plat besi yang memiliki ketebalan 1,2 inch. Bagian isolator menggunakan glasswool yang direkatkan pada plat besi mengikuti diameter bagian dalam kompor. Spesifikasi Kompor briket dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2. Spesifikasi *Prototype* Kompor Biobriket

Keterangan	Ukuran			
	Tinggi (cm)	Diameter	Ketebalan (cm)	Volume (L)
a. <i>Chimney</i> (Cerobong Asap)	5	2 cm	0,03	0,035
b. <i>Hopper/Storage</i> BB	18	12 cm	-	3
c. <i>Feed flow</i> (Aliran Bahan Bakar)	38	1,5 inch	0,03	-
d. <i>Stack gas</i> (Aliran Gas Buang)	32	0,5 inch	0,03	-
e. Tungku	2	-	-	-
f. <i>Glasswool</i> (dinding terluar)	42	-	5	-
g. <i>Air flow</i> (Aliran Udara)	42	-	2,5	-
h. <i>Ruang bakar</i> (Ruang Bakar)	30	22 cm	-	7,6
<i>Stage 1</i>	5	22 cm	-	1,9
<i>Stage 2</i>	5	22 cm	-	1,9
<i>Stage 3</i>	5	22 cm	-	1,9
<i>Stage 4</i>	5	22 cm	-	1,9
i. <i>Primary feed air flow</i>	5	0,5 inch	-	-
j. <i>Ash Storage</i> (Wadah Abu)	15 x 10,5 x 7,5	-	-	1,5

b. *Blower*

Digunakan sebagai penyuplai udara pembakaran ke dalam ruang bakar. Spesifikasi blower dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3 Spesifikasi *Blower*

Tegangan (Volt)	Kuat Arus (A)	Daya (Watt)	Kecepatan udara (m/s)
12	1,20	15	8,7

c. *Thermoelectric Generator* (TEG)

Komponen Ini menggunakan fenomena yang disebut efek *Seebeck* untuk mengubah energi panas (perbedaan suhu) secara langsung menjadi energi listrik. *Thermoelectric generator* ini disusun seri bertujuan agar dapat menghemat daya yang dikeluarkan pada komponen ini. Kelebihan lainnya yang dimiliki susunan seri terletak pada pengerjaan yang mudah,

serta tidak memerlukan banyak penghubung pada penyambung jalur listrik. Bentuk Rangkaian seri pada *thermoelectric generator* dapat dilihat pada Gambar 1 seperti yang terlampir:



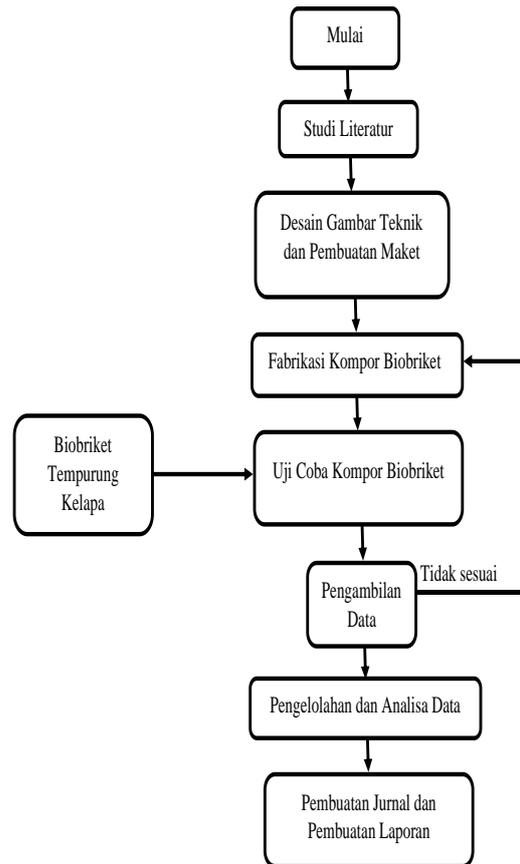
Gambar 1. Rangkaian TEG

Komponen ini memiliki ukuran 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 3,4 mm. Spesifikasi *Thermoelectric Generator* dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4 Spesifikasi *Thermoelectric Generator*

ΔT_{max} (°C)	Perbedaan Temperatur (°C)	Tegangan (V)	Kuat Arus (mA)
150	20	0,97	225
	40	1,8	368
	60	2,4	469
	80	3,6	558
	100	4,8	669

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 4 (empat) bulan yaitu pada bulan Maret sampai Juli 2022. Tempat penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia dan Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Uji kinerja pada *Prototype* Kompor Biobriket ini menggunakan metode *water boiling test* (WBT) *Start Panas* yaitu pengujian dilakukan pada saat kompor dalam keadaan panas atau nyala api sudah stabil, kemudian air dengan basis 1 L air yang terdapat di dalam panci dipanaskan sampai airnya mendidih dengan basis bahan bakar yang digunakan yaitu 1 kg biobriket tempurung kelapa, setelah air mendidih kemudian kompor dimatikan, kemudian dilakukan pengamatan dan mencatat waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air, massa air yang terevaporasi, temperatur air pada saat mendidih, massa bahan bakar tersisa, dan jumlah abu yang terbentuk. Data-data tersebut dipakai untuk menghitung *heat input*, *heat output*, *heat loss*, efisiensi termal, konsumsi spesifik bahan bakar (Sc), dan efisiensi pembakaran. Tahapan perhitungan seperti yang terlampir dibawah ini :

1. Efisiensi Termal (η_T)

Efisiensi termal menurut Pambudi, dkk (2019) merupakan rasio perbandingan nilai kalor bahan bakar terhadap kalor yang diterima oleh air untuk menaikkan temperatur dan evaporasinya. Seperti yang dinyatakan pada SNI 7498:2008 efisiensi thermal, minimum pada kompor briket yaitu sebesar 35%. Nilai ini dapat dicari dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$\eta_T = \frac{ma.Cp.\Delta T + \Delta ma.L}{\Delta m_k.LHV} \times 100\%$$

(Sumber :SNI 7926:2013)

Dimana :

η_T = Efisiensi termal (%)

ma = Massa air (kg)

C_p = Kalor jenis air bernilai 4.1866 J/kg°C

ΔT = Perbedaan temperatur air (°C)

Δma = Massa air yang menguap (kg)

L = Kalor penguapan air bernilai 2.268.000 J/kg

Δm_k = Massa bahan bakar terpakai (kg),

LHV = *Lower Heating Value* (J/kg).

2. Konsumsi Spesifik Bahan Bakar (Sc)

Sc adalah perbandingan antara jumlah bahan bakar yang dikonsumsi selama proses pengujian dan waktu yang diperlukan untuk memanaskan air sampai mencapai titik didihnya. Nilai ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus

berikut:

$$Sc = \frac{\Delta m_k}{t}$$

(Sumber :SNI 7926:2013)

Dimana:

Sc = Konsumsi Spesifik Bahan Bakar (kg/jam)

Δm_{bt} = Massa bahan bakar terpakai (kg)

t = waktu untuk mendidihkan air (jam)

3. Efisiensi Pembakaran (η_c)

Merupakan nilai yang menyatakan kesempurnaan dalam proses pembakaran ditandai dengan minimnya kandungan gas karbon monoksida dalam gas hasil pembakaran. Efisiensi pembakaran ini dapat dihitung dari perbandingan konsentrasi karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) yang terkandung dalam gas pembakaran, dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.:

$$\eta_c = 1 - \frac{N_{CO}}{N_{CO_2}}$$

(Sumber :SNI 7926:2013)

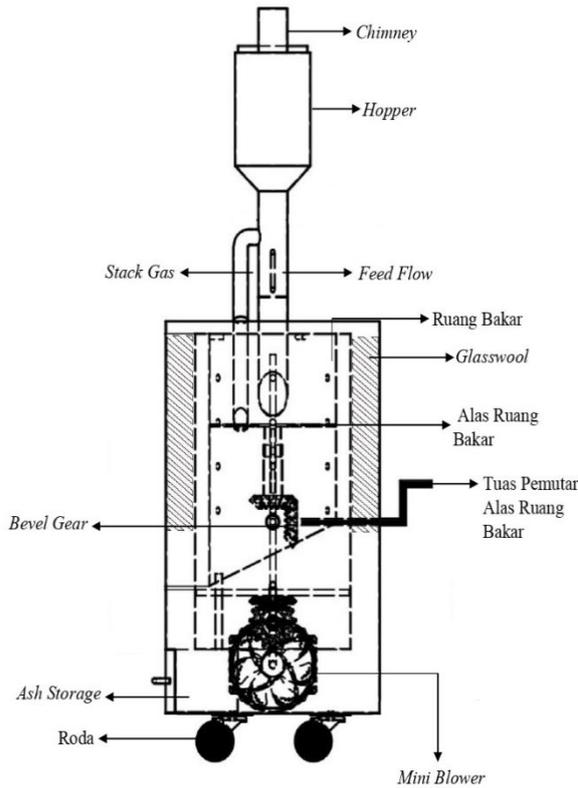
Dimana :

η_c = Efisiensi pembakaran

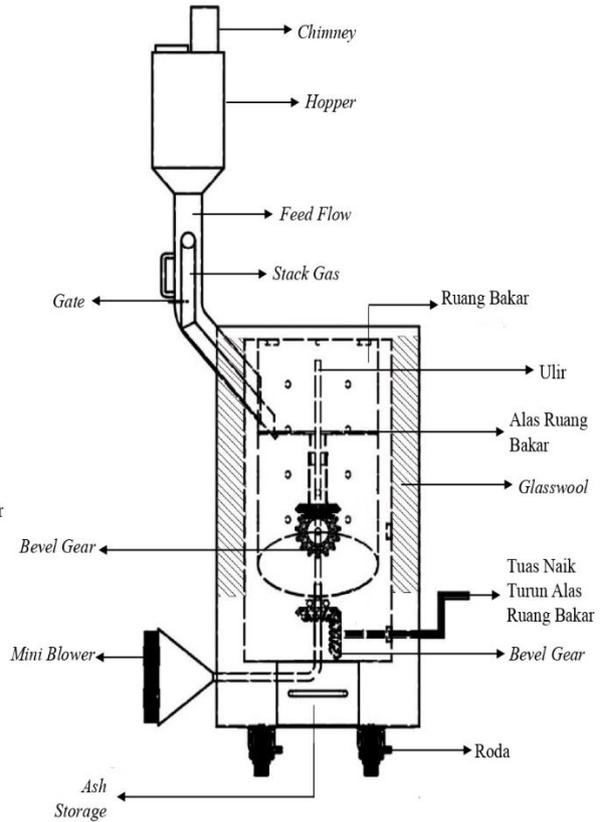
N_{CO} = Konsentrasi CO gas buang (%)

N_{CO_2} = Konsentrasi CO₂ gas buang (%)

Desain dari *Prototype* Kompor Biobriket ini dapat dilihat pada gambar seperti yang terlampir di bawah ini :



Gambar 2. Tampak Depan Kompor Biobriket



Gambar 3. Tampak Samping Kompor Biobriket

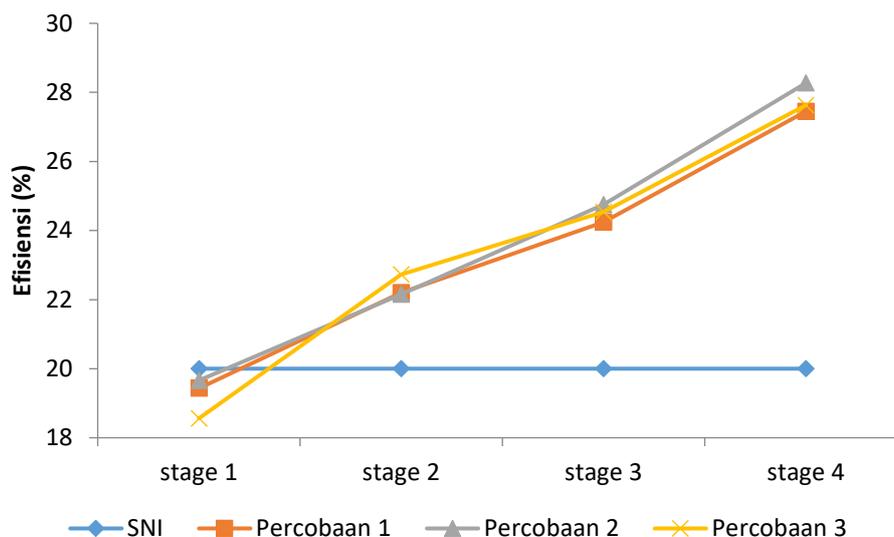
3. Hasil dan Pembahasan

Bahan bakar biobriket tempurung kelapa yang kandungannya sudah dianalisa di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik

Negeri Sriwijaya dengan hasil Analisa yang didapatkan dapat dilihat pada tabel yang terlampir sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisa Biobriket

Parameter	Nilai (%)
<i>Fixed Carbon</i>	75
<i>Moisture ash</i>	8
<i>Volatile Matter</i>	6
<i>Gross Heating Value (cal/gr)</i>	6.232,9183



Gambar 3. Diagram Efisiensi Termal Briket Tempurung Kelapa

Gambar 3 menunjukkan adanya kenaikan efisiensi yang berbanding lurus dengan *stage*, dimana semakin tinggi efisiensi maka semakin jauh jarak alas ruang bakar terhadap tungku. Hal tersebut disebabkan oleh jarak sumber udara primer yang berasal dari *fan* semakin mendekati alas ruang bakar sehingga membuat api lebih cepat stabil. Udara lebih banyak masuk melalui lubang udara pada alas ruang bakar dibandingkan dengan lubang udara pada dinding ruang bakar melalui jalur udara yang mengelilingi ruang bakar. Semakin jauh jarak alas ruang bakar/semakin tinggi *stage* dari sumber udara primer menyebabkan menurunnya efisiensi, hal tersebut disebabkan oleh sulitnya membuat api nyala dengan stabil. Mengutip Susastriawan, dkk (2019) meskipun daya api yang dihasilkan lebih besar memungkinkan efisiensi termal rendah, hal ini dikarenakan banyak panas yang hilang melalui badan kompor

daripada jumlah panas yang diperlukan untuk keperluan pemanasan.

Mengutip Charisma (2021) semakin besar atau tinggi nilai efisiensi termal yang di dapatkan maka kinerja kompor tersebut akan semakin baik karena dapat mendidihkan air dengan waktu yang cepat dengan penggunaan bahan bakar seminimal mungkin. Efisiensi termal kompor meningkat dengan meningkatnya *moisture content* di dalam briket ketika karakteristik kinerja kompor sangat bergantung pada kualitas bahan bakar (Bello R.S & Onilude M.A., 2020). Bedanya nyata efisiensi termal per-*stage* menggunakan bahan bakar briket tempurung kelapa dapat dilihat dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), dimana nilai F hitung yang lebih besar dibandingkan dengan F kritis menunjukkan bahwa adanya pengaruh efisiensi termal yang signifikan pada setiap *stage*.

Tabel 5. ANNOVA Konsumsi Spesifik Bahan Bakar

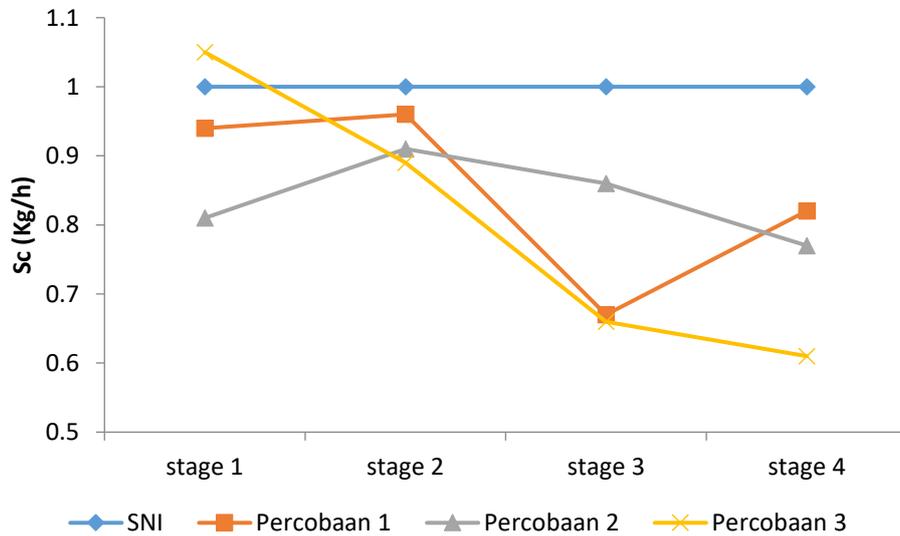
SUMMARY				
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Stage 1	3	57,65	19,22	0,34

Stage 2	3	67,05	22,35	0,11
Stage 3	3	73,54	24,51	0,07
Stage 4	3	83,35	27,78	0,19

ANOVA Efisiensi Termal Tempurung Kelapa 1

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Stage	117,15	3	39,05	222,11	4,85E-08	4,07
Galat	1,41	8	0,18			
Total	118,55	11				

Tinjauan konsumsi spesifik bahan bakar ditampilkan pada gambar 4 yang terlampir sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Konsumsi Spesifik Bahan Bakar

Tinjauan konsumsi bahan bakar dilakukan untuk menentukan jarak terbaik antara bahan bakar dengan tungku untuk mendapatkan efisiensi terbaik yang memenuhi standar SNI dan konsumsi bahan bakar yang tidak terlalu tinggi. Hasil tinjauan menunjukkan adanya perbedaan konsumsi bahan bakar per-stage, dimana konsumsi bahan bakar terendah berada pada stage 3 dan 4 pada percobaan ke 2 dan 3. Kenaikan konsumsi spesifik bahan bakar pada stage 4 percobaan pertama disebabkan oleh suplai udara primer yang kurang dikarenakan daya baterai untuk menggerakkan fan telah berkurang. Hasil menunjukkan konsumsi bahan bakar berbanding terbalik dengan efisiensi

termal, dimana semakin dekat alas ruang bakar dengan udara primer maka semakin sedikit konsumsi bahan bakar. Hal tersebut disebabkan oleh cepatnya api untuk menyala dengan stabil sehingga menyebabkan waktu *boiling test* lebih singkat. Jumlah bahan bakar biobriket yang tersisa setelah proses pembakaran dapat dipengaruhi oleh lamanya waktu dalam pendidihan dan lamanya *start-up time* bahan bakar biobriket (Arrahma, 2019). Benda nyata konsumsi spesifik bahan bakar dapat diketahui dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), dimana dapat dilihat nilai F hitung yang lebih kecil dibandingkan dengan F kritis yang menunjukkan bahwa

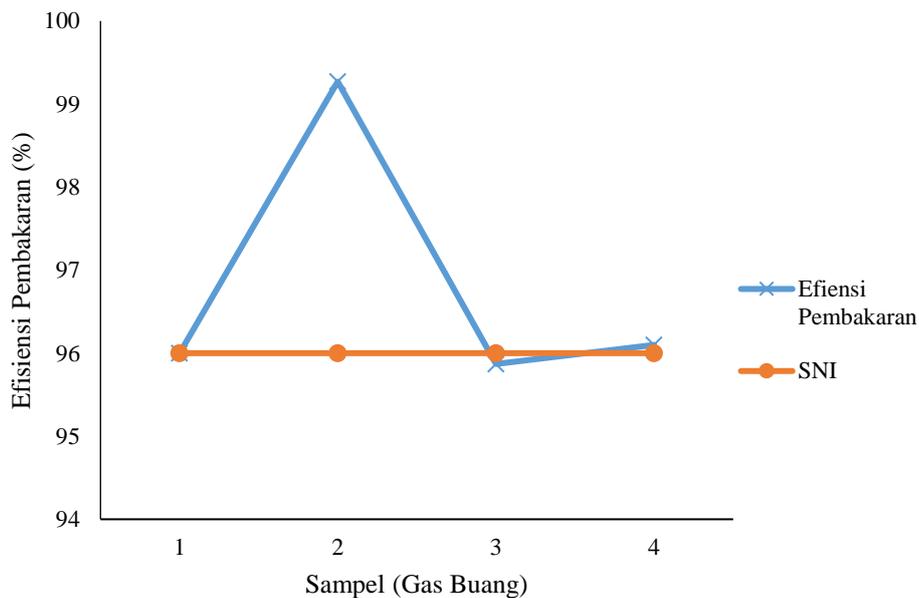
tidak adanya beda nyata dari pengaruh konsumsi spesifik bahan bakar yang signifikan pada setiap *stage*.

Tabel 6. ANNOVA Konsumsi Spesifik Bahan Bakar

SUMMARY					
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>	
<i>Stage 1</i>	3	2,79	0,93	0,01	
<i>Stage 2</i>	3	2,76	0,92	0,00	
<i>Stage 3</i>	3	2,20	0,73	0,01	
<i>Stage 4</i>	3	2,20	0,73	0,01	

ANOVA Konsumsi Spesifik Bahan Bakar Tempurung Kelapa 1						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
<i>Stage</i>	0,111	3	0,037	3,770	0,059	4,066
<i>Galat</i>	0,079	8	0,010			
Total	0,190	11				

Telah dilakukan tinjauan terhadap efisiensi pembakaran yang ditampilkan pada gambar 5 berikut :



Gambar 5. Grafik Efisiensi Pembakaran

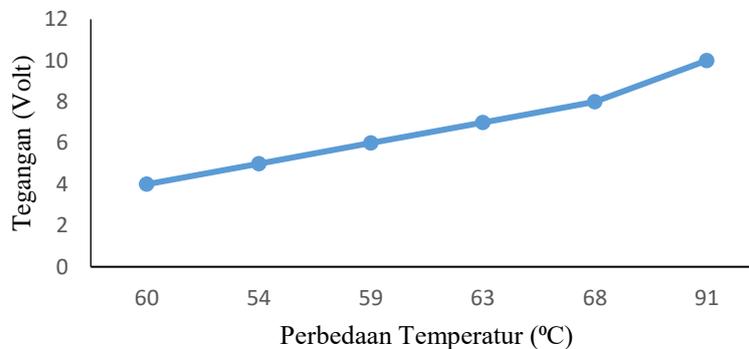
Efisiensi pembakaran merupakan nilai yang menyatakan kualitas kesempurnaan dari suatu proses pembakaran yang ditandai dengan minimnya kandungan CO dan CO₂ dalam gas hasil pembakaran. Efisiensi pembakaran didapatkan dari perhitungan

konsentrasi karbon monoksida dan karbon dioksida dengan nilai efisiensi minimal yaitu 0,96 untuk dinyatakan lulus SNI. Mengutip Roy (2012) temperatur pembakaran yang rendah, oksigen yang tidak mencukupi, pencampuran bahan bakar dengan udara pembakaran yang

buruk, atau waktu tinggal gas pembakaran yang terlalu singkat di zona pembakaran dapat mengakibatkan konsentrasi CO yang tinggi dalam gas buang. Meningkatkan laju aliran udara primer dapat mengurangi kandungan CO/CO₂ rasio emisi gas buang menurut Meng X dkk (2018). Peningkatan laju aliran udara primer mengurangi rasio CO/CO₂ dalam emisi gas buang (Susastriawan, dkk, 2012). Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan menggunakan data hasil analisa menggunakan 4 sampel didapatkan

efisiensi memenuhi standar SNI.

Pada *prototype* kompor biobriket ini terdapat panas buang yang bisa dimanfaatkan sebagai salah satu energi alternatif pembangkit listrik sederhana, dengan menggunakan bantuan komponen *thermoelectric generator* yang memiliki prinsip kerja mengkonversi energi panas langsung menjadi energi listrik, data pengatan pada komponen *thermoelectric generator* ini dapat dilihat pada gambar 4.5 yang terlampir seperti di bawah ini



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Perbedaan Temperatur Terhadap Tegangan

Dari grafik diatas dapat kita lihat bahwa perbedaan temperatur antara sisi panas dan sisi dingin, atau semakin besar perbedaan temperatur maka semakin tinggi nilai tegangan yang dihasilkan. Nilai tegangan yang dihasilkan pada sisi panas dan dingin berbanding lurus. Pada *prototype* ini telah berhasil memanfaatkan energi panas buang yang dihasilkan oleh pembakaran didalam kompor biobriket dan dikonversi menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk menggerakkan kipas 12 Volt. Menurut Wiranda (2021) perbedaan temperatur yang di dapat menunjukkan kenaikan yang cukup signifikan seiring dengan lamanya waktu proses pembakaran, kinerja dari *thermoelectric generator* ini menunjukkan potensi yang cukup menjanjikan untuk dijadikan sumber energi alternatif terbarukan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Mengacu pada SNI 7926:2013, untuk efisiensi termal yaitu sebesar 20% didapatkan nilai efisiensi terendah yaitu pada *stage* 1 sebesar 18,56% untuk efisiensi termal tertinggi yaitu pada *stage* 4 sebesar 28,27%. Untuk efisiensi pembakaran standar yaitu sebesar 0,96 dari pengamatan telah didapatkan efisiensi pembakaran terbesar pada sampel 2 sebesar 0,9927. Untuk nilai konsumsi spesifik bahan bakar (Sc) standar yaitu sebesar 1 Kg/h, pada hasil pengamatan nilai Sc tertinggi didapat pada *stage* 1 sebesar 1,05 Kg/h untuk nilai Sc terendah yaitu pada *stage* 4 yaitu sebesar 0,61 Kg/h.
2. Tegangan terbesar yang berhasil didapatkan dengan menggunakan

thermoelectric generator yaitu sebesar 10 Volt pada perbedaan temperatur 91°C, Semakin besar perbedaan suhu panas-dingin atau ΔT maka nilai tegangannya semakin tinggi, karena pengaruh perbedaan suhu panas-dingin terhadap nilai tegangan berbanding lurus.

4.2 Saran

1. Memperbaiki desain jalur bahan bakar dari hopper ke dalam ruang bakar agar tidak terjadi hambatan pada saat penyaluran bahan bakar
2. Memperbaiki posisi sistem saluran udara, saluran abu dan mesin di dalam kompor agar mendapatkan sistem yang lebih baik dan efisien penggunaannya.
3. Memvariasikan posisi termoelektrik generator agar mendapatkan posisi yang baik untuk memanfaatkan sumber panas dari ruang bakar agar didapatkan tegangan yang lebih tinggi dan lebih stabil

DAFTAR PUSTAKA

Andrapica, G., Mainil, R. I., & Aziz, A. 2015. *Pengujian thermoelectric generator sebagai pembangkit listrik dengan sisi dingin menggunakan air bertemperatur 10°C*. J. Sains dan Teknol, vol. 14, no. 2, pp. 45–50.

Arrahma. Defy Zuni., Nuria Aryani Tasya, Ida Febriana, Yohandri Bow, Aisyah Suci Ningsih, 2021, *Analisis Kinerja Kompor Briket Ditinjau Dari Variasi Udara Masuk Dan Jumlah Lubang Pada Ruang Bakar*, Jurnal Pendidikan dan teknologi Indonesia, Vol. 1, No. 11, Hal. 439-446.

Bello R. S dan Onilude M.A. 2020. *Combustion Characteristics of High-*

Density Briquettes Produced from Sawdust Admixture and its Performance in Briquette Stove. London Journals Press. University of Ibadan, Nigeria.

Charisma, C. J., Suwandi, D., Si, M., Nurwulan, F., Pfi, M., Prodi, S., Fisika, T., Elektro, F. T., & Telkom, U. 2021. *Pengaruh Variasi Jumlah Lubang Udara Pada Ruang Bakar Tungku Gasifikasi Tipe Downdraft Terhadap Kinerja Kompor Gasifikasi the Influence of Variation of Hole on the Gasifier Against the Performance of the Downdraft Type of Gasification Stoves*. 8(2), 1877–1883.

Huda, D., N., & Kumala, S. A. 2020. *Identifikasi termoelektrik generator sebagai pembangkit tenaga listrik*. Prosiding Seminar Nasional Sains, vol. 1, no. 1, pp. 6–13

Kamba, Mustakim dan Romi Djafar, 2019, *Kompor Biomassa Sistem Batch Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi*, Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo, Vol. 4, No.1, Hal 15-25

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jendral Mineral dan Batubara. 2012. *Briket Batubara Mahal*.<https://www.minerba.esdm.go.id/berita/minerba/detil/20121013-briket-batu-bara-mahal>, Diakses Pada 28 Juli 2022 Pukul 12.30.

Khalid, M., Syukri, M., & Gapy, M. 2016. *Pemanfaatan energi panas sebagai pembangkit listrik alternatif berskala kecil dengan menggunakan termoelektrik*. J. Karya Ilm. Tek. Elektro, vol. 1, no. 3, pp. 57–62.

- Meng X, Sun R, Ismail TM, Zhou W, Ren X 2018. *Parametric studies on corn straw combustion characteristics in a fixed bed: ash and moisture content*. Energy 158:192–203
- Mulyanto, A., Mirmanto, M., dan Athar, M. 2016. *Pengaruh Ketinggian Lubang Udara Pada Tungku Pembakaran Biomassa Terhadap Unjuk Kerjanya*. Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin, (6)1.
- Roy MM, Corcadden KW. 2012. *An experimental study of combustion and emissions of biomass briquettes in a domestic wood stove*. Appl Energy 99:206–212
- SNI 7926:2013. *Kinerja Tungku Biomassa SNI (Standar Nasional Indonesia)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Susastriawan, A. A. P., Badrawada, I. G. G., & Budi, D. P. 2020. *An effect of primary air draft and flow rate on thermal performance and CO/CO2 emission of the domestic stove fed with the briquette of coconut shell*. Biomass Conversion and Biorefinery, 10(4), 1099–1104.
- Suwarsono, Sudarman, Budiono, Hendrayati, R.H, Fajriansyah, MH., Setiawan, E., Hadi, K. 2017. *Pengaruh Modifikasi Lubang Udara Primer Pada Kompor Biomassa*. Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA).
- Wibisono, Arifin Nur. 2020. *Desain Kompor Biopellet Emisi Rendah Berbasis Tekanan Putaran Angin*. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember.
- Wiranda, M., Kamaludin. 2021. *Analisis Performa Kinerja Termoelektrik Generator Pada Kompor Sebagai Pembangkit Listrik*. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makasar.
- Zakariya, Muhammad afif., Mochamad Arif Irfa, dan Mohammad Munib Rosadi. 2020. *Analisis Pengaruh Variasi Bahan bakar Terhadap Uji Efektivitas Kompor Biomassa*. ARMATUR. Vol. 1, No. 2, Hal. 55-60