

Uji Performasi Kompor Biomassa Konvensional UB-03 dan Kompor Biomassa Berbahan Dasar Semen dengan Campuran Tanah Liat dan Perlit Menggunakan Metode WBT

1st Nabiela Ika Salsa
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
nabelamansonsalsa@gmail.com

2nd M. Ramdhan K., S.Si., M.Si.
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
mramdankirom@telkomuniversity.ac.id

line 1; 3rd Tri Ayodha A., S.T., M.Eng.,
Ph.D.
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
triayodha@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Indonesia, sebagai negara agraris dengan banyak limbah pertanian, masih bergantung pada bahan bakar fosil, terutama gas LPG, untuk memasak. Data Badan Pusat Statistik (BPS) 2021 menunjukkan bahwa 82,78% rumah tangga di Indonesia menggunakan gas LPG, dengan angka yang lebih tinggi di perkotaan (88,93%) dibandingkan pedesaan (74,68%). Dengan menipisnya energi fosil, biomassa, yang berasal dari limbah pertanian dan perkebunan, menjadi alternatif bahan bakar yang semakin relevan. Biomassa tidak hanya dapat menggantikan bahan bakar fosil, tetapi juga bermanfaat untuk pangan dan pakan ternak. Penelitian ini mengevaluasi performa kompor biomassa konvensional dibandingkan dengan kompor biomassa berbahan dasar semen yang dicampur tanah liat dan perlit menggunakan metode Water Boiling Test (WBT). Hasil uji menunjukkan bahwa kompor biomassa berbahan dasar semen lebih cepat dalam mendidihkan air dibandingkan dengan kompor biomassa konvensional. Ini menunjukkan bahwa kompor semen lebih efisien dalam mentransfer panas dan mengurangi rugi kalor selama pembakaran. Namun, efisiensi termal kompor semen sedikit lebih rendah, yaitu 22,98%, dibandingkan kompor konvensional yang mencapai 24,61%. Perbedaan ini disebabkan oleh penggunaan biomassa yang lebih banyak pada kompor semen.

Kata kunci— Biomassa, Efisiensi Termal, Kompor Biomassa Konvensional, Kompor Biomassa Semen, LPG, WBT

I. PENDAHULUAN

Meskipun Indonesia adalah negara agraris yang memiliki banyak limbah pertanian yang dapat digunakan sebagai bahan bakar, masyarakat di Indonesia masih bergantung pada bahan bakar fosil sebagai sumber energi mereka. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), 82,78% rumah tangga Indonesia menggunakan gas LPG untuk memasak pada tahun 2021. Dibandingkan dengan jenis bahan bakar lainnya, angka ini adalah yang tertinggi. Jumlah rumah tangga di Indonesia yang menggunakan gas LPG untuk

memasak lebih tinggi di daerah perkotaan daripada di pedesaan. Sebagai contoh, 88,93% rumah tangga di kota menggunakannya untuk memasak, sementara 74,68% rumah tangga di pedesaan [3]. Energi fosil semakin menipis karena penggunaan gas petroleum cair (LPG) yang meningkat di masyarakat. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah penggunaan bahan bakar fosil khususnya LPG adalah dengan menggunakan energi biomassa.

Biomassa adalah bahan bakar yang berasal dari limbah pertanian dan perkebunan, dan saat ini menjadi salah satu energi alternatif yang sedang dikembangkan. Beberapa contoh biomassa yang sering digunakan antara lain tanaman, pohon, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, dan kotoran hewan. Selain sebagai bahan bakar, biomassa juga memiliki berbagai manfaat lain seperti untuk pangan dan pakan ternak. Energi biomassa termasuk sumber energi terbarukan, sehingga dapat diakses secara terus-menerus dan mudah diperoleh. Biomassa dalam bentuk padat bisa digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar fosil pada kompor, di mana biomassa diubah menjadi gas melalui proses pirolisis dan gasifikasi. Penggunaan biomassa sebagai pengganti bahan bakar fosil dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, khususnya di daerah pedesaan. Ini karena desa-desa memiliki potensi biomassa yang melimpah, diperoleh dari limbah pertanian, perkebunan, serta sisa-sisa tanaman dan pepohonan yang mudah ditemukan. Dengan begitu, masyarakat pedesaan dapat lebih mudah memanfaatkan biomassa sebagai bahan bakar alternatif pengganti LPG yang jumlahnya terbatas.

Sebagai negara tropis dengan sektor agrikultur yang terus berkembang, Indonesia memiliki ketersediaan sumber daya biomassa dan bioenergi yang melimpah. Berdasarkan data dari Layanan Informasi dan Informasi Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi (LINTAS EBTKE) tahun 2023, dari 38 provinsi di Indonesia, 28 provinsi diketahui memiliki potensi energi biomassa yang berasal dari limbah agroindustri dengan total kapasitas mencapai 14.289 MW [2]. Penggunaan kompor biomassa dapat menjadi salah satu

upaya untuk menekan penggunaan gas LPG dan pemanfaatan ketersediaan biomassa yang melimpah di Indonesia.

II. KAJIAN TEORI

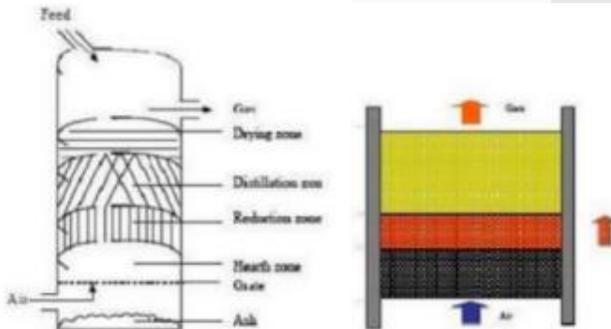
A. Biomassa

Biomassa adalah bahan bakar yang berasal dari limbah pertanian dan perkebunan, dan saat ini menjadi salah satu energi alternatif yang sedang dikembangkan. Beberapa contoh biomassa yang sering digunakan antara lain tanaman, pohon, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, dan kotoran hewan. Selain sebagai bahan bakar, biomassa juga memiliki berbagai manfaat lain seperti untuk pangan dan pakan ternak. Energi biomassa termasuk sumber energi terbarukan, sehingga dapat diakses secara terus-menerus dan mudah diperoleh. Biomassa dalam bentuk padat bisa digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar fosil pada kompor, di mana biomassa diubah menjadi gas melalui proses pirolisis dan gasifikasi.

B. Gasifikasi Updraft

Pada Kompor berbahan dasar semen ini, digunakan sistem tungku gasifikasi updraft, di mana udara dari kipas masuk melalui bagian bawah reaktor dan melewati grate, sedangkan bahan bakar dimasukkan dari bagian atas reaktor. Aliran udara dan bahan bakar bergerak dalam arah berlawanan (counter current). Gasifikasi secara sederhana dapat diartikan sebagai proses pembakaran bertahap, di mana biomassa padat dibakar dengan jumlah oksigen terbatas, sehingga gas yang dihasilkan masih memiliki potensi untuk dibakar lebih lanjut. Tujuan gasifikasi adalah memecah molekul kompleks menjadi gas sederhana seperti H₂ dan CO yang dapat dimanfaatkan untuk pembakaran. Proses gasifikasi terdiri dari beberapa tahap, yaitu pengeringan, pirolisis, oksidasi, dan reduksi.

Kompor biomassa berbahan semen adalah sebuah sistem pembakaran yang dirancang untuk menghasilkan gas buang yang kaya akan karbon monoksida (CO) dan hidrogen (H₂) melalui reaksi termokimia dengan bahan bakar padat seperti biomassa. Cara kerja tersebut merupakan referensi dari mushilin riadi (2023) menjelaskan cara kerja sistem kompor biomassa.



GAMBAR 1
(Skema Tungku Gasifikasi Updraft)

III. METODE

Pada percobaan ini dilakukan uji performansi kompor biomassa konvensional UB-03 dengan kompor biomassa semen berbahan dasar semen dengan campuran tanah liat dan perlit. Pengujian ini berfungsi untuk melihat performansi

masing-masing tungku dalam mentransfer panas dan menaruh rugi kalor yang terjadi pada proses pembakaran. Pengujian ini menggunakan metode *Water Boiling Test* (WBT).

A. *Water Boiling Test* (WBT)

Water boiling test adalah sebuah metode suatu proses pemasakan yang digunakan untuk menilai seberapa efektif energi panas berpindah melalui alat masak. Dengan menggunakan metode ini, tujuan utamanya ialah untuk mengukur jumlah energi yang digunakan, mengevaluasi efisiensi performa tungku, dan menilai sejauh mana panas yang dihasilkan oleh bahan bakar dipindahkan ke dalam panci. Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya untuk mengukur berbagai parameter performa kompor gasifikasi, termasuk laju pembakaran, konsumsi bahan bakar spesifik, efisiensi pembakaran, dan penghematan bahan bakar. Metode WBT terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu:

1. *Cold Start*

Cold start adalah langkah pertama dalam metode WBT, di mana pengujian dilakukan pada suhu ruangan dengan memanaskan air di atas kompor dan mengukur suhu air dari kondisi awal hingga mencapai titik didih.

2. *Hot Start*

Hot Start adalah langkah kedua dalam metode WBT, dimana pengujian dilakukan dengan mengganti air di dalam panci yang sudah mencapai titik didih dengan panci baru yang berisi air pada suhu normal. Tujuan dari langkah ini adalah untuk membandingkan dan mengukur waktu yang dibutuhkan untuk memasak saat kompor dinyalakan hingga mencapai kondisi yang diinginkan.

3. *Simmering*

Simmering adalah langkah ketiga dalam metode WBT, dimana pengujian dilakukan dengan memasak air pada panci kedua yang telah mencapai titik didih selama 45 menit. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menilai kemampuan kompor dalam memasak menggunakan jumlah bahan bakar yang minimal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Uji Performansi Kompor Biomassa Konvensional dengan Kompor Biomassa Berbahan Dasar Semen

Parameter yang diukur dalam pengujian ini adalah air, bahan bakar, waktu, dan parameter pendukung.

1. Air

TABEL 1
(Parameter air yang diukur)

Pengujian	Tahapan WBT	Air					Perubahan Suhu Air
		Jumlah Awal Air (Kg)	Massa Akhir Air	Air yang menguap (Kg)	Suhu Awal Air	Suhu Akhir Air	
Kompor Biomassa Konvensional	Cold Start	3	2,694	0,306	25,6	97	71,40
	Hot Start	3	2,841	0,159	27	97	70,00
	Simmering	2,841	1,805	1,036	85	97	12,00
Kompor Biomassa Semen	Cold Start	3	2,721	0,279	25,3	97	71,70
	Hot Start	3	2,739	0,261	25,1	97	71,90
	Simmering	2,739	1,626	1,113	68,7	97	28,30

Pada tabel 1, menunjukkan hasil pengujian *Water Boiling Test* (WBT) pada kompor biomassa konvensional dan kompor biomassa semen dengan menggunakan 3 kg air. Suhu air bervariasi karena pengujian dilakukan pada waktu berbeda. Pada tahap *cold start*, kompor biomassa konvensional menguapkan 0,06 kg air dari 3 kg, sedangkan

kompur biomassa semen menguapkan 0,279 kg dari 3 kg, menunjukkan kompor konvensional menguapkan lebih sedikit. Ini mempengaruhi efisiensi termal kompor. Pada tahap *hot start*, kompor biomassa semen menguapkan 0,261 kg air, lebih banyak dibandingkan dengan kompor biomassa konvensional yang menguapkan 0,159 kg. Pada tahap *simmering*, air sisa dari tahap *hot start* digunakan. Kompor biomassa konvensional menguapkan 1,036 kg dari 2,841 kg air, sedangkan kompor biomassa semen menguapkan 1,113 kg dari 2,739 kg air. Dari ketiga tahapan pengujian WBT di atas menunjukkan bahwa kompor biomassa semen lebih efisien pada tahap *hot start* dan *simmering*, sementara kompor biomassa konvensional lebih baik pada tahap *cold start*, seperti yang terlihat dari perbedaan jumlah air yang menguap dalam ketiga tahapan pengujian.

2. Bahan Bakar

TABEL 2
(Parameter bahan bakar yang diukur)

Pengujian	Tahapan WBT	Bahan Bakar		
		Jumlah Awal (Kg)	Bahan Bakar Tersisa (Kg)	Jumlah Bahan Bakar yang digunakan (Kg)
Kompor Biomassa Konvensional	<i>Cold Start</i>	2	1,694	0,306
	<i>Hot Start</i>	2	1,772	0,228
	<i>Simmering</i>	1,772	1,183	0,589
Kompor Biomassa Semen	<i>Cold Start</i>	3,1	2,838	0,262
	<i>Hot Start</i>	3,1	2,785	0,315
	<i>Simmering</i>	2,745	1,881	0,904

Pada tabel 2, menunjukkan hasil penggunaan bahan bakar pada kompor biomassa konvensional dan kompor biomassa semen. Pada awal pengujian, kompor biomassa konvensional menggunakan 2 kg bahan bakar, sedangkan kompor biomassa semen menggunakan 3,1 kg. Perbedaan ini disebabkan oleh pengujian dengan kapasitas maksimum dari kedua kompor. Selama ketiga tahap pengujian *Water Boiling Test* (WBT), terlihat bahwa kompor biomassa semen menggunakan lebih banyak bahan bakar dibandingkan kompor biomassa konvensional. Pada tahap *cold start*, perbedaan penggunaan bahan bakar relatif kecil, namun perbedaan menjadi lebih signifikan pada tahap *hot start* dan *simmering*, di mana kompor biomassa semen memerlukan lebih banyak bahan bakar. Perbedaan dalam jumlah bahan bakar ini mempengaruhi efisiensi termal kedua kompor. Semakin banyak bahan bakar yang digunakan, semakin tinggi nilai *fuel consume rate* (FCR), yang menunjukkan bahwa kompor tersebut lebih boros. Sebaliknya, nilai FCR yang lebih rendah menunjukkan bahwa kompor lebih efisien dalam penggunaan bahan bakar.

3. Waktu

TABEL 3
(Parameter waktu yang diukur)

Pengujian	Tahapan WBT	Waktu			
		<i>Fuel Start Up</i> (Menit)	<i>Boiling Time</i> (Menit)	<i>Boiling Time</i> (Jam)	<i>Total Operating Time</i> (Jam)
Kompor Biomassa Konvensional	<i>Cold Start</i>	3,32	26,57	0,44	0,50
	<i>Hot Start</i>	3,16	22,14	0,37	0,42
	<i>Simmering</i>	-	45	0,75	0,75
Kompor Biomassa Semen	<i>Cold Start</i>	3,33	22,49	0,37	0,43
	<i>Hot Start</i>	2,22	20,05	0,33	0,37
	<i>Simmering</i>	-	45	0,75	0,75

Pada tabel 3, menunjukkan bahwa pada tahap *cold start*, kompor biomassa konvensional memerlukan waktu 26,57 menit untuk merebus 3 kg air hingga titik didih, sedangkan pada tahap *hot start* hanya 22,14 menit. Kompor biomassa semen memerlukan waktu 22,49 menit pada tahap *cold start* dan 20,05 menit pada tahap *hot start*. Ini menunjukkan bahwa kompor biomassa semen lebih cepat dalam merebus air dibandingkan dengan kompor biomassa konvensional pada kedua tahap pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa kompor biomassa semen lebih efisien dalam mentransfer panas ke air. Selain itu, kompor biomassa semen juga lebih baik dalam menahan rugi kalor selama proses pembakaran, yang memungkinkan lebih banyak kalor yang dihasilkan dari ruang pembakaran ditransfer ke air. Akibatnya, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik didih pada kompor biomassa semen lebih singkat dibandingkan dengan kompor biomassa konvensional.

4. Parameter Pendukung

TABEL 4
(Parameter pendukung yang diukur)

Pengujian	Tahapan WBT	Parameter Pendukung			
		Minyak tanah yang digunakan (g)	Suhu Dinding Awal	Suhu Dinding Akhir	Suhu Lingkungan
Kompor Biomassa Konvensional	<i>Cold Start</i>	20	28,9	63	27,3
	<i>Hot Start</i>	20	39,6	66,7	22,3
	<i>Simmering</i>	-	53,2	71,7	25,1
Kompor Biomassa Semen	<i>Cold Start</i>	20	32	52,2	23,8
	<i>Hot Start</i>	20	47,6	64,6	27
	<i>Simmering</i>	-	66,7	120,3	26,3

Pada tabel 4, menunjukkan data parameter pendukung, diperoleh suhu dinding awal, suhu dinding akhir, dan suhu lingkungan untuk kedua jenis kompor. Pada tahap *cold start*, suhu awal dinding kompor biomassa konvensional adalah 28,9°C dan suhu akhirnya 63°C, dengan kenaikan suhu sebesar 34,1°C. Sebaliknya, suhu awal dinding kompor biomassa semen adalah 32°C dan suhu akhirnya 52,2°C, dengan kenaikan suhu 20,2°C. Suhu lingkungan saat pengambilan data untuk kompor konvensional adalah 27,3°C, sementara untuk kompor semen adalah 23,8°C. Pada tahap *hot start*, suhu awal dinding kompor konvensional adalah 39,6°C dan suhu akhirnya 66,7°C, sehingga kenaikan suhu mencapai 27,1°C. Sebaliknya, kompor biomassa semen memiliki suhu awal 47,6°C dan suhu akhir 64,6°C, dengan kenaikan suhu 17°C. Suhu lingkungan saat pengambilan data untuk kompor konvensional adalah 22,3°C dan untuk kompor semen 27°C. Pada tahap *simmering*, suhu awal dinding kompor konvensional adalah 53,2°C dan suhu akhirnya 71,7°C, dengan kenaikan suhu 18,5°C. Untuk kompor biomassa semen, suhu awal adalah 66,7°C dan suhu akhir 120,3°C, dengan kenaikan suhu 53,6°C. Suhu lingkungan saat pengambilan data untuk kompor konvensional adalah 25,1°C, dan untuk kompor semen 26,3°C.

B. Hasil Analisis Perfromasi Kompor Biomassa dengan Kompor Biomassa Konvensional

1. Parameter Output

Hasil analisis didapatkan dengan cara menghitung nilai parameter yang sudah didapatkan sebelumnya pada hasil pengujian. Parameter yang dihitung pada nilai hasil analisis adalah sebagai berikut:

TABEL 5

(Parameter output hasil pengujian tungku gasifikasi)

Pengujian	Parameter Output				
	Tahapan WBT	FCR (Kg/h)	SH(kCal)	LH(kCal)	QF(kCal)
Kompor Biomassa Konvensional	Cold Start	0,614	214,20	165,06	1468,8
	Hot Start	0,541	210,00	85,76	1094,4
	Simmering	0,785	34,09	558,82	2827,2
Kompor Biomassa Semen	Cold Start	0,609	215,10	150,49	1257,6
	Hot Start	0,849	215,70	140,78	1512
	Simmering	1,205	77,51	600,35	4339,2

Pada tabel 5, menunjukkan hasil dari *fuel consume rate* (FCR), kalor sensible (SH), kalor laten (LH), dan kalor yang diserap (QF) untuk kedua jenis kompor. Kompor biomassa konvensional memiliki nilai FCR yang lebih rendah pada setiap tahapan WBT dibandingkan dengan kompor biomassa semen, karena menggunakan bahan bakar yang lebih sedikit. FCR menggambarkan seberapa efisien masing-masing kompor dalam menggunakan bahan bakar.

Nilai SH dari kedua kompor di atas dipengaruhi oleh jumlah air yang digunakan dan nilai dari perubahan suhu pada saat memanaskan air hingga mencapai titik didih. Untuk nilai dari LH dipengaruhi oleh jumlah air yang menguap pada saat percobaan. Dan untuk nilai dari QF nilai tersebut dipengaruhi oleh jumlah bahan bakar yang digunakan pada setiap tahapan WBT dan HVF (*heating value fuel*) dari bahan bakar.

2. Daya dan Efisiensi Termal

TABEL 6

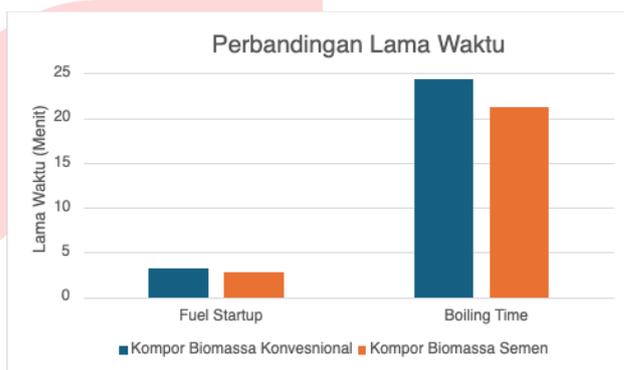
(Perbandingan daya dan efisiensi termal berdasarkan jenis tungku)

Daya dan Efisiensi Termal					
Pengujian	Tahapan WBT	Power Input (kW)	Power Output (kW)	TE (%)	TE Rata-rata (%)
Kompor Biomassa Konvensional	Cold Start	3,54	0,914	25,82%	24,61%
	Hot Start	3,11	0,842	27,03%	
	Simmering	4,52	0,949	20,97%	
Kompor Biomassa Semen	Cold Start	4,04	1,019	29,07%	22,76%
	Hot Start	5,51	1,153	23,58%	
	Simmering	6,94	1,085	15,62%	

Pada tabel 6, menunjukkan daya dan efisiensi termal dari kedua jenis kompor. Perbandingan mencakup power input, power output, dan efisiensi termal pada setiap tahapan percobaan, serta rata-rata efisiensi termal dari ketiga tahapan. Power input dan power output menggambarkan daya yang dihasilkan dan dimanfaatkan oleh masing-masing kompor. Selama ketiga tahapan WBT, kompor biomassa konvensional menunjukkan pemanfaatan daya yang lebih baik dibandingkan dengan kompor biomassa semen, karena kompor konvensional menggunakan bahan bakar yang lebih sedikit.

Efisiensi termal pada ketiga tahapan juga diperbandingkan. Pada tahap *cold start*, kompor biomassa

semen memiliki efisiensi termal lebih tinggi (29,07%) dibandingkan dengan kompor biomassa konvensional (25,82%). Sebaliknya, pada tahap *hot start*, kompor biomassa konvensional memiliki efisiensi lebih tinggi (27,03%) dibandingkan kompor biomassa semen (23,58%). Pada tahap *simmering*, kompor biomassa konvensional juga unggul dengan efisiensi 20,97% dibandingkan kompor biomassa semen yang hanya 15,62%. Secara keseluruhan, kompor biomassa konvensional memiliki efisiensi rata-rata lebih tinggi (24,61%) dibandingkan dengan kompor biomassa semen (22,76%). Perbedaan efisiensi ini dipengaruhi oleh jumlah bahan bakar yang digunakan dan jumlah air yang menguap. Efisiensi termal meningkat jika lebih banyak air menguap dan bahan bakar yang digunakan sedikit, sedangkan sebaliknya, efisiensi menurun jika air yang menguap sedikit dan bahan bakar banyak.



GAMBAR 2

(Grafik hubungan jenis tungku gasifikasi terhadap waktu)

Pada gambar 6, menunjukkan waktu *boiling time* dan *fuel startup* pada pengujian kedua jenis tungku gasifikasi. Dari grafik, terlihat bahwa kompor biomassa semen memiliki waktu *fuel startup* yang lebih cepat dibandingkan dengan kompor biomassa konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa kompor biomassa semen dapat menyala secara optimal lebih cepat daripada kompor konvensional. Selain itu, grafik di atas juga menunjukkan bahwa kompor biomassa semen lebih efisien dalam merebus air, dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik didih lebih singkat dibandingkan kompor biomassa konvensional. Ini menunjukkan bahwa kompor semen lebih baik dalam mentransfer panas ke air. Kompor biomassa semen juga lebih efektif dalam menahan rugi kalor selama proses pembakaran. Dengan kemampuan tersebut, kompor semen dapat memindahkan lebih banyak kalor dari ruang pembakaran ke air, sehingga proses pemanasan air menjadi lebih cepat dibandingkan dengan kompor biomassa konvensional.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dilakukan uji performansi kompor biomassa konvensional dan kompor biomassa berbahan dasar semen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kompor biomassa berbahan semen lebih cepat dalam mendidihkan air daripada kompor biomassa konvensional, Hal tersebut menandakan bahwa kompor biomassa semen dapat mentransfer panas dan menahan rugi kalor yang terjadi pada proses pembakaran berlangsung lebih baik dibandingkan kompor biomassa konvensional. Rata-rata efisiensi termal pada masing masing kompor biomassa konvensional dan kompor biomassa berbahan dasar semen adalah 24,61% dan

22,98%, walaupun kompor biomassa berbahan dasar semen memiliki waktu yang lebih cepat untuk mendidihkan air dibandingkan kompor biomassa konvensional tetapi efisiensi termal dari kompor biomassa berbahan semen lebih rendah 1,63% dibandingkan kompor biomassa konvensional. Hal tersebut disebabkan karena penggunaan biomassa yang digunakan pada kompor biomassa berban semen lebih banyak dibandingkan dengan kompor biomassa konvensional.

REFERENSI

- [1] E. Karmiza, S. Helianty, dan Zulfansyah, "Evaluasi Kinerja Kompor UB-03-1 Berbahan Bakar Limbah Industri Kayu Olahan, Tempurung Kelapa, Pelepah Sawit, dan Ranting Kayu Akasia", *Jom FTEKNIK*, vol. 1, no. 2, 2014.
- [2] Potensi Pengembangan Bioenergi di Indonesia, Layanan Informasi dan Investigasi Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (LINTAS EBTKE). [Online]. Tersedia : <https://ebtke.esdm.go.id/lintas/id/investasi-ebtke/sektorbioenergi/potensi> . [Accessed Desember 2023].
- [3] V. A. Dhini, "Mayoritas Rumah Tangga Indonesia Gas Elpiji Untuk Memasak," *databoks*, 2021. [Online]. Tersedia : <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/11/22/>

mayoritas-rumah-tangga-indonesia-menggunakan-gaselpiji-untuk-memasak . [Accessed Desember 2023].

- [4] M. Nurhuda, " Kompor Biomassa UB: Menuju Kemandirian Energi bagi Rakyat Miskin", *Prakarsa*, vol.9, no. 4, 2011.
- [5] S. F. Baldwin, "Biomass Stoves," *Volunteers in Technical Assistance*, 1987.
- [6] R. F. Rizqiardihatno, "Perancangan Kompor Berbahan Bakar Pelet Biomassa Dengan Efisiensi Tinggi dan Ramah Lingkungan Menggunakan Prinsip *Heat Recovery*," *Skripsi*, Universitas Indonesia, Depok, 2009.
- [7] M. Riadi, "Biomassa - Pengertian, Jenis Kompor dan Gasifikasi", *KAJIANPUSTAKA.COM*, 2023. [Online]. Tersedia : <https://www.kajianpustaka.com/2023/03/biomassa.html> . [Accessed September 2024].
- [8] D. A. Sasmita, F. Andriawan, dan N. A. Solekakh, "KINERJA KOMPOR BIOMASSA SNI 7926:2023", *BSN*, 2023.

