Analisis Kinerja Kompor Briket Ditinjau Dari Variasi Udara Masuk Dan Jumlah Lubang Pada Ruang Bakar

Defy Zuni Arrahma^{*1}, Nuria Aryani Tasya², Ida Febriana³, Yohandri Bow⁴, Aisyah Suci Ningsih⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
Email: ¹defyzunia@gmail.com, ²nuriaaryanitasya@gmail.com

Abstrak

Briket merupakan salah satu alternatif bahan bakar yang berasal dari batu bara, serbuk kayu gergaji, dan tandan kelapa sawit yang bisa dijadikan bahan bakar padat. Kompor briket adalah alat pemanfaatan yang dikhususkan untuk beberapa briket sebagai alat bakar skala rumah tangga. Kompor briket juga menjadi salah satu solusi terbaik dalam meningkatkan sistem pembakaran briket selama ini yang masih kurang diminati dan perlakuannya masih tradisional. Pada rancangan kompor biobriket digunakan penambahan fan untuk meningkatkan efisiensi dari alat itu sendiri. Kinerja dari kompor biobriket sangat dipengaruhi oleh aliran udara yang masuk sebagai penunjang proses pembakaran. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain kompor biobriket terbaik melalui uji eksperimental prototype kompor biobriket dengan memvariasikan kecepatan udara masuk yaitu tanpa fan (natural draft), 6 m/s, dan 8,3 m/s dan setiap variasi kecepatan tersebut memvariasikan jumlah lubang dari ruang bakar kompor biobriket itu sendiri yakni 71, 63, dan 55. Efisiensi kompor briket menggunakan briket arang tempurung kelapa berkisar 10,14% - 24,10% dimana yang terkecil berasal dari natural draft lubang 55 dan yang terbesar berasal dari kecepatan fan 8,3 m/s dengan lubang sebanyak 63. Untuk lubang 71 pada kecepatan fan 8,3 m/s memiliki nilai terbaik dengan start-up time selama 44 detik dan boiling time selama 300 detik. Untuk FCR terendah didapatkan pada natural draft dengan lubang 55 yaitu sebesar 1,312 kg/jam karena udara masuk memengaruhi jumlah bahan bakar yang terbakar.

Kata kunci: Arang Tempurung Kelapa, Biobriket, Kompor Briket.

Comparison Analysis Of The Briquette Stove Performance Using Variation Of Air Inlets And Number Of Holes On Combustion Chamber

Abstract

Briquette is one of alternative energy made from coal, sawdust, and coconut shell used as solid fuel. Briquette stove utilized to be implemented in a small household scale to enhance combustion quality. This stove design is also one of best way to increase combustion process for briquette because this technology is low demand since the cooking procedures still traditional. In this prototype, it modified with fan to increase the efficiency. The performance of briquette stove is dependent on air supply as the main need of combustion. The purpose is to achieve optimum design through experimental test by vary 2 variables, first air inlets with fan set two speed control 6 m/s, 8,3 m/s and natural draft. Each has three number of chamber holes from 71, 63, to 55. The efficiency of the coconut shell briquette in prototype stove between 10,14 % - 24,10%. Velocity 8,3 m/s with 63 holes had the highest energy efficiency of 24,10% and natural draft with 55 holes had the lowest energy efficiency of 10,14%. velocity 8,3 m/s with 71 holes achieved the optimum rate for start-up time 44 s and boiling time 300 s. While for FCR is natural draft with 55 holes achieved 1,312 kg/h.

Keywords: Biobriquette, Briquette Stove, Coconut Shell Charcoal.

1. PENDAHULUAN

Polemik energi fosil selalu mengakar dari sifatnya yang tidak diperbaharui sedangkan kebutuhan energi untuk kehidupan manusia terus naik seiring dengan kemajuan teknologi, ketersediaan dan kebutuhan energi fosil akan berlawanan arah jika digambarkan dalam sebuah grafik. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat Indonesia memiliki cadangan minyak bumi yang hanya akan bertahan selama 9 tahun jika tidak ada penemuan cadangan energi fosil terbaru lagi. Meskipun begitu Indonesia memang masih memiliki cadangan

energi gas bumi dan batubara yang berlimpah, akan tetapi jumlah ini tidak bisa dilabeli sebagai cadangan energi karena belum terkonversi sepenuhnya. Lalu permasalahan lain dari energi fosil yang sangat dirasakan oleh manusia adalah pengeksploitasinya sedikit demi sedikit dapat merusak lingkungan. Eksploitasi energi fosil selain memerlukan lahan yang luas juga menyebabkan perubahan iklim global yang berbahaya akibat dari kegiatan konversinya menjadi energi [1].

Pengembangan energi baru terbarukan (EBT) menjadi solusi untuk mengatasi masalah atas penggunaan energi fosil. Salah satu jenis EBT yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia adalah biomassa. Biomassa atau bahan-bahan organik ini dapat diolah dan dijadikan sebagai bahan bakar alternatif contohnya dengan pembuatan briket[2].

Briket sendiri merupakan bahan bakar yang mengandung karbon dan kalori yang tinggi serta dapat menyala dalam jangka waktu panjang untuk konsumsi energi. Bahan baku briket sendiri dapat dibuat menggunakan limbah seperti tempurung kelapa, sekam padi, dan serbuk gergaji kayu. Sejalan dengan itu, berbagai timbangan untuk manfaat tempurung kelapa, sekam padi, dan serbuk gergaji menjadi penting mengingat limbah ini belum dimanfaatkan secara maksimal [3].

Limbah tempurung kelapa di Indonesia tahun 2015 tercatat memiliki potensi energi sebesar 6,758 GWh dan kemungkinan akan terus meningkat sepanjang tahunnya. Tetapi potensi yang besar tersebut justru tidak dimanfaatkan sepenuhnya dengan baik sebagai bahan bakar [4]. Dengan metode pembriketan sebagai teknologi biomassa tepat guna yang sederhana, akan meningkatkan persentase diversifikasi energi terhadap limbah tempurung kelapa di Indonesia [5].

Dalam pemanfaatannya sebagai bahan bakar, briket dapat dibakar secara langsung ataupun menggunakan media seperti kompor. Aplikasi penggunaan kompor biomassa akan meningkatkan efisiensi pembakaran dan perpindahan panas secara signifikan. Peningkatan efisiensi ini berarti mengurangi juga polusi asap yang berbahaya bagi kesehatan dan penggunaan jumlah bahan bakar biomassa juga akan berkurang. Pengurangan penggunaan bahan bakar berarti mengurangi waktu / biaya mencari/ membeli bahan bakar tersebut. karena itu peningkatan efisiensi kompor dengan pendekatan keteknikan merupakan salah satu tujuan paling penting dalam desain kompor briket ini.

Kebanyakan industri skala rumah tangga melakukan pembakaran biomassa secara sederhana baik tanpa tungku (open fire) ataupun hanya menggunakan beberapa batu sebagai pot kompor bahan bakar. Karena pembakaran yang buruk efisiensi yang dihasilkan tidak lebih dari 10% karena banyaknya energi yang hilang selama proses pembakaran [4]. Tungku atau yang lebih dikenal dengan kompor merupakan alat yang digunakan untuk mengkonversi energi potensial menjadi energi panas. Pada penelitian ini akan dirancang kompor dengan bahan bakar briket tempurung kelapa menggunakan rancangan struktural yang dilengkapi dengan pengaturan pengendali udara. Kompor yang dibuat kemudian akan diuji menggunakan biobriket arang tempurung kelapa untuk mengetahui berapa temperatur nyala api, waktu pendidihan, dan besaran efisiensi yang paling baik berdasarkan variasi udara dan variasi lubang udara ruang bakar oleh peneliti.

Parameter-parameter yang didapatkan secara langsung saat pengamatan penyalaan kompor biobriket, lebih lanjut akan digunakan untuk menghitung parameter lainnya yaitu :

a) Fuel Consumption Rate (FCR)

FCR adalah perbandingan antara jumlah bahan bakar yang terpakai dengan waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air [6].

$$FCR = \frac{\Delta m_k}{t} \quad (1)$$

b) Efisiensi Termal (η_T)

Efisiensi termal menggunakan standar perhitungan Badan Standardisasi Nasional Indonesia (BSNI) yaitu SNI 7926:2013 [7].

$$\eta_T = \frac{m_a C_p \Delta T + \Delta m_a L}{\Delta m_k LHV} \quad (2)$$

Keterangan :

- m_a adalah massa air awal (dalam kilogram);
- C_p adalah besaran kalor jenis air yaitu 4180 J/oC kg;
- ΔT merupakan selisih suhu air sebelum dan sesudah pengamatan;
- Δm_a adalah massa air yang menguap;
- L adalah kalor laten air;
- Δm_k untuk bahan bakar yang terbakar/ digunakan;
- LHV nilai kalor netto bahan bakar.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kinerja prototype kompor briket dengan bahan bakar yang digunakan merupakan biobriket arang tempurung kelapa dengan 8% tepung kanji sebagai perekat. Sebelum dilakukan pembakaran, peneliti terlebih dahulu membuat arang tempurung kelapa yang didapat dari Pasar 10 Ulu menjadi briket dengan mengabaikan pengaruh kuat tekan pada pencetakan briket. Peneliti menggunakan perekat tepung kanji/ tepung tapioka sebanyak 8% dan campuran air sebanyak 750 ml [8]. Briket kemudian dikeringkan di bawah paparan sinar matahari dan siap untuk digunakan sebagai bahan bakar kompor pada tahapan selanjutnya. Kualitas biobriket arang tempurung kelapa yang digunakan telah dilakukan analisa laboratorium di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya

Tabel 1. Parameter Biobriket Arang Tempurung Kelapa

Parameter	(%)
Air	6,58
Abu	9,40
<i>Volatile Matter</i>	17,17
<i>Fixed Carbon</i>	66,58
<i>Gross Heating Value</i> (cal/g)	5499,1805

Pendekatan struktural *prototype* kompor biobriket terbuat dari Plat Stainless Steel dengan ketebalan 3 mm yang didesain berbentuk silinder dengan panjang sisi 24x24 cm dan tinggi kompor 32 cm. Ruang bakar/chimney untuk proses pembakaran terbuat dari plat galvanis dengan ketebalan 2 mm yang berbentuk silinder berdiameter 14 cm untuk peletakan briket dan 10 cm untuk keluaran *exhaust gas* dan tinggi 28 cm yang memiliki rongga di bagian atasnya, kemudian di bagian sisi dengan jumlah lubang sebanyak 71 yang akan dilakukan variasi sebanyak 55, 63, 71. Diagram alir perlakuan percobaan dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Diagram Alir Pembakaran Briket Arang Tempurung Kelapa pada Prototype Kompor

Berdasarkan diagram alir dapat diketahui bahwa penelitian diawali dengan proses desain kemudian dilanjutkan dengan fabrikasi kompor biobriket. Metode yang dilakukan untuk menguji kinerja kompor dengan *Water Boiling Test* (WBT) sebagai uji sederhana laboratorium. Pada proses pengeporasian yaitu *start-up*

menggunakan selembar kertas yang telah dicelupkan dalam cairan kerosene yang berguna sebagai pemicu penyalaan awal. Ketika *start-up* dimulai maka disaat yang sama *fan* langsung dihubungkan dengan arus listrik sehingga udara luar akan terdorong kedalam sebagai udara untuk membantu proses pembakaran. Dalam hal ini posisi kecepatan udara dilakukan 3 variasi yakni tanpa *fan* (*natural draft*), 6 m/s, dan 8,3 m/s. variasi pada masing-masing kecepatan udara kemudian dilakukan variasi kembali dengan jumlah lubang 55, 63, dan 71. Selanjutnya akan dievaluasi kinerja kompor tersebut berdasarkan *start-up time*, *boiling time*, *Fuel Consumption Rate (FCR)*, efisiensi, dan kenaikan temperatur air pada 10 menit pembakaran. Bagian-utama dari kompor biobriket. Pada penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut.

Gambar 2. Desain Kompor Briket

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Variasi Udara dengan Variasi Lubang Ruang Bakar Terhadap Start Up Time

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari proses pembakaran di dalam prototype kompor briket dimana bahan baku terbuat dari arang tempurung kelapa dengan persen perekat sebanyak 8% terhadap *start-up time*, maka dibuat grafik hubungan antara variasi udara dan variasi lubang ruang bakar dengan *start-up time* yang dapat dilihat pada grafik berikut.

Gambar 3. Pengaruh Variasi Udara dan Variasi Lubang Ruang Bakar Terhadap Start-up Time

Dalam pembakaran yang terjadi pada kompor briket, api tidak serta-merta langsung menyala secara merata terlebih bahan bakar briket merupakan jenis bahan bakar yang membutuhkan waktu untuk benar-benar terbakar. Untuk itu penyalaan awal dapat menjadi salah satu parameter yang menggambarkan kinerja dari kompor itu sendiri. Meskipun memang jenis bahan bakar adalah faktor penentu penyalaan api dari suatu mesin pembakaran namun didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan variasi jumlah lubang chimney dan kecepatan udara mempengaruhi *startup time* kompor.

Dari grafik 4.1 menunjukkan bahwa pada adanya penurunan waktu startup dengan adanya tambahan udara dari fan ke dalam pembakaran di dalam tungku dimana variasi terbaik adalah pada kecepatan putaran fan sebesar 8,3 m/s pada jumlah lubang 71 buah yakni hanya membutuhkan waktu 44 detik. Hal ini disebabkan karena

penyuplaian udara menggunakan *fan (forced draft)* memberikan udara yang cukup untuk bereaksi dengan bahan bakar. Mengutip dari Abdul Baits, 2020, semakin banyak jumlah udara yang disuplai diduga semakin banyak proses oksidasi bahan bakar yang berlangsung antara bahan bakar dengan oksigen. Semakin banyak jumlah udara yang disuplai semakin banyak proses oksidasi bahan bakar yang berlangsung antara bahan bakar dengan oksigen [9]. Hal ini menyebabkan proses pemicuan pada laju udara yang lebih tinggi dan jumlah lubang yang lebih banyak akan berlangsung lebih cepat dibandingkan pada laju udara yang lebih rendah dan lubang yang lebih sedikit

3.2. Pengaruh Variasi Udara dengan Variasi Lubang Ruang Bakar Terhadap Boiling Time

Gambar 4. Pengaruh Variasi Udara dan Variasi Lubang Ruang Bakar Terhadap Lama Boiling Time Air

Mengutip dari Abdul Baits (2020) semakin banyak jumlah udara yang disuplai diduga semakin banyak proses oksidasi bahan bakar yang berlangsung antara bahan bakar dengan oksigen [9]. Jumlah lubang 71 dan kecepatan *fan* tertinggi yaitu 8,3 m/s tentunya dapat menyalurkan lebih banyak udara dibandingkan variasi lubang lainnya. Untuk itulah mengapa variasi tersebut membutuhkan waktu yang lebih sedikit dibanding variasi lubang lainnya. Tidak hanya memengaruhi *start-up* yang lebih cepat, begitupun dengan *boiling time* yang berlangsung lebih cepat pada variasi lubang terbanyak. Dari penelitian yang telah dilakukan, semakin banyak jumlah lubangnya maka akan semakin tinggi lidah api yang dihasilkan dalam proses pembakaran. Air akan menyerap lebih banyak panas begitu energi yang diinput lebih besar.

3.3. Pengaruh Variasi Udara dan Variasi Lubang Ruang Bakar Terhadap FCR (*Fuel Consumption Rate*)

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari proses pembakaran di dalam *prorotype* kompor briket dimana bahan baku terbuat dari arang tempurung kelapa dengan persen perekat sebanyak 8% terhadap FCR, maka dibuat grafik hubungan antara variasi udara dan variasi lubang ruang bakar dengan FCR yang dapat dilihat pada Grafik 4.3.

Gambar 5. Pengaruh Variasi Udara dan Variasi Lubang Ruang Bakar Terhadap Fuel Consumption Rate (FCR)

Fuel consumption rate (FCR) adalah banyaknya jumlah bahan bakar yang digunakan untuk menaikkan suhu air atau mempertahankan suhu air 3°C dalam titik pendidihan [10]. Dari penelitian yang dilakukan, massa bahan bakar yang terbakar memengaruhi FCR yang dihasilkan. Jumlah briket yang tersisa dipengaruhi oleh lama waktu pendidihan dan lamanya *start-up time* tiap variasi.

Lamanya *start-up time* adalah akibat dari udara suplai yang minimum sehingga sulit untuk bahan bakar teroksidasi dengan baik yang berakibat pada sulitnya menghasilkan api yang besar dan stabil. Ketika bahan bakar telah mencapai api stabil, massa briket telah berkurang sebelum digunakan untuk uji tes *Water Boiling Test* (WBT). Semakin lama *start-up time* (waktu pemicuan), semakin berkurang massa bahan bakar sisa yang tercatat. Terlihat di Grafik 4.3 bahwa FCR terkecil didapatkan dari *natural draft* pada lubang 77 yaitu sebesar 1,312 kg/jam.

Saat aliran udara ditambahkan dengan bantuan *fan*, FCR meningkat di setiap lubang. Suplai udara yang banyak akan memperluas reaksi oksidasi bahan bakar dan oksigen, dengan begini akan semakin banyak bahan bakar yang terbakar. Penelitian sebelumnya oleh Wusana Agung Wibowo tahun 2014, peningkatan laju alir suplai udara sebesar $2,1 \text{ m}^3/\text{jam}$ menghasilkan FCR yang tinggi pula berkisar $2,1 \text{ kg/jam}$ dibandingkan dengan debit udara sebesar $0,9 \text{ m}^3/\text{jam}$ yang hanya sekitar $0,9 \text{ kg/jam}$ [11]. Untuk itu walau meningkatnya variasi kecepatan *fan* dan jumlah lubang ruang bakar berbanding lurus dengan peningkatan efisiensi termalnya, namun penggunaan bahan bakar pada variasi lubang ini juga tinggi. Hal ini bisa terlihat dari Grafik 4.3 yang menunjukkan bahwa FCR tertinggi yaitu pada kecepatan $8,3 \text{ m/s}$ pada lubang 63. Nilai FCR yang tinggi mengindikasikan pemborosan bahan bakar.

3.4. Pengaruh Variasi Lubang Terhadap Kenaikan Temperatur Air Selama 10 Menit Pendidihan

Analisa kualitas batubara awal dilakukan untuk mengetahui nilai kalor, kadar air, kadar abu, volatile matter, dan kadar zat terbang antara lain analisa proksimat dan nilai kalori batubara.

Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi Jumlah Lubang Terhadap Kenaikan Temperatur Air

Semakin banyak energi yang diinput pada pembakaran maka akan semakin banyak pula panas yang akan diserap oleh air. Panas yang terserap oleh air akan mengakibatkan suhu air naik seiring dengan pembakaran yang terjadi. Dari grafik pada gambar 4.4 dapat diketahui bahwa semakin banyak jumlah lubang dan kecepatan udara yang meningkat maka kenaikan temperatur air akan lebih tinggi dan lebih cepat dibanding dengan variasi lubang yang lebih sedikit.

Penelitian yang dilakukan oleh Farah Inayati (2012) juga melakukan pengamatan pada kenaikan temperatur air berdasarkan variasi kecepatan udara dan menyimpulkan bahwa tinggi atau rendahnya temperatur air yang berada di dalam panci bergantung pada besarnya panas yang dapat diserap panci dari flue gas [12]. Kenaikan temperatur air tercepat adalah pada variasi kecepatan $8,3 \text{ m/s}$ lubang 71 buah mengingat panas yang merata hasil turbulensi dari kecepatan udara yang meningkatkan kualitas pencampuran udara dan gas pembakaran sehingga panas yang dihasilkan lebih besar karena meningkatnya gas-gas yang teroksidasi [9].

3.5. Pengaruh Variasi Udara dan Variasi Lubang Ruang Bakar Terhadap Efisiensi Termal Kompor

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari proses pembakaran di dalam *prorotype* kompor briket dimana bahan baku terbuat dari arang tempurung kelapa dengan persen perekat sebanyak 8% terhadap efisiensi, maka dibuat grafik hubungan antara variasi udara dan variasi lubang ruang bakar dengan *start-up time* yang dapat dilihat pada Grafik 4.5.

Gambar 7. Pengaruh Variasi Udara dan Variasi Lubang Ruang Bakar Terhadap Efisiensi Kompor

Dari Gambar 7 menunjukkan bahwa udara yang disuplai oleh fan memengaruhi kenaikan efisiensi pada kompor briket. Semakin tinggi kecepatan fan dan jumlah lubang meningkat, maka semakin meningkat pula efisiensi yang dihasilkan. Efisiensi terendah dihasilkan oleh jumlah lubang 55 dengan tanpa udara tambahan (*natural draft*) yaitu hanya sebesar 10,16% persen. Di dalam penelitian Suhartono (2018) menyebutkan bahwa biomassa yang dibakar secara tradisional umumnya menggunakan beberapa batu berbentuk U (*U-shape*) menghasilkan efisiensi pembakaran yang tidak lebih dari 10%. Penelitian lainnya menyebutkan rendahnya efisiensi kompor tradisional tersebut mengakibatkan tingginya tingkat pembakaran tidak sempurna dan menimbulkan emisi berbahaya yang memengaruhi kualitas udara di dalam ruangan [4]. Melalui penelitian tersebut maka jumlah lubang 55 dengan *natural draft* belum mulai terjadi peningkatan kualitas pembakaran dan masih cenderung sama dengan pembakaran tradisional. Namun seiring dengan meningkatkan jumlah lubang udara ruang bakar, efisiensi tersebut meningkat dimana pada lubang 63 dan 71 secara berturut-turut adalah 12,07% dan 17,86%.

Menurut Badan Standardisasi Nasional Indonesia (BSNI) standar efisiensi SNI 7926:2013 menuliskan bahwa parameter efisiensi untuk kompor biomassa minimal adalah 20% [7]. Dari standar tersebut dapat dilihat pada Grafik 4.4 bahwa variasi fan kecepatan 8,3 m/s yang mencapai standar dengan efisiensi optimum yang dihasilkan pada jumlah lubang 63 dan 71 yaitu 24,1% dan 20,83%. Peningkatan *air/fuel mixing* dari udara sekunder membakar briket lebih baik sehingga meningkatkan temperatur api yang berefek pada kenaikan panas transfer yang dimanfaatkan oleh air untuk mendidih (Suhartono. 2018) [4]. Dengan demikian efisiensi termal dari pembakaran bahan bakar briket di dalam *prototype* kompor akan mencapai standar SNI pada jumlah lubang 71 dan 63 dengan *forced draft* kecepatan 8,3 m/s atau dimmer disetting pada putaran full.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, maka kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut bahwa Nilai FCR (Fuel Consumption Rate) yang didapat pada setiap variasi kecepatan udara masuk dan variasi lubangnya adalah sebagai berikut, pada *natural draft* lubang 71 sebesar 1,5667 kg/jam, lubang 63 sebesar 1,656 kg/jam, lubang 55 sebesar 1,3125 kg/jam; pada *fan* kecepatan 6 m/s lubang 71 sebesar 2,166 kg/jam, lubang 63 sebesar 1,681 kg/jam, lubang 55 sebesar 1,683 kg/jam; dan pada *fan* kecepatan 8,3 m/s lubang 71 sebesar 1,75 kg/jam, lubang 63 sebesar 1,8 kg/jam, lubang 55 sebesar 1,694 kg/jam. Nilai efisiensi terbesar pada variasi lubang sebanyak 63 *fan* kecepatan 8,3 m/s yakni dengan nilai 24,10% dan nilai ini sudah sesuai dengan persyaratan SNI kompor yaitu 20%. Waktu *boiling time* paling cepat pun terjadi di variasi lubang 63 yaitu 300 s. Sedangkan *waktu startup* paling cepat terjadi pada variasi lubang 71 yaitu 44 s. Kemudian untuk jumlah lubang pada tungku kompor memengaruhi nilai efisiensi dan FCR (*Fuel Consumption Rate*). Dengan semakin banyak jumlah lubangnya maka akan semakin baik efisiensi termalnya dan semakin sedikit jumlah lubangnya maka akan semakin kecil nilai FCR.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Löffelsend, and Tina, Artikel Pemburuan Minyak dan Gas Bumi. Diakses 21 Juni 2021, dari <http://www.dw.com/id/pemberuan-minyak-dan-gas-bumi/a-16707377>.2013
- [2] Sampewalang, Petrus, and S. Suluh, "Peningkatan Kinerja Berbagai Kompor Dengan Bahan Bakar Briket Limbah Tempurung Kelapa," *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja*, vol. 3 no.1, Oktober, 2017.
- [3] Ramadhan, Kadir, and L. Hasanudin, "Desain dan Analisa Pembakaran Kompor Briket Biomassa," *Jurnal*

-
- Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 27-33, Maret, 2020.
- [4] Suharton, "An Evaluation of A Solid Biomass Cook Stove in Small Household Industry," *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 2018.
- [5] Taufik, Muhammad, "Rancang Bangun Alat Pencetak Briket Arang Pada Pemanfaatan Limbah Cangkang Biji Buah Karet," *Prosiding SENIATI*, 2018, pp. 97-202.
- [6] Barlin, M. P. Nainggolan, "Studi performa tungku pembakaran biomassa berbahan bakar limbah sekam padi," *Prosiding Seminar Nasional Resatek*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang
- [7] Badan Standardisasi Nasional – BSN. 2013. SNI 7926, Jakarta, 2013.
- [8] Maryono, Sudding, and Rahmawati, "Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji," *Jurnal Chemica*, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar, vol. 14, no. 1, pp. 74-83, Juni, 2013.
- [9] D. P. S. A. Baits, "Pengaruh Variasi Laju Aliran Udara Terhadap Proses Pembakaran dan Hasil Produk Pirolisis Pada Kompor Biomassa," Skripsi tidak diterbitkan. Bogor : Teknik Mesin dan Biosistem IPB, 2020.
- [10] Oyelaran, A. Olatunde, "Performance Evaluation of the Effect of Waste Paper on Groundnut Shell Briquete," *Applied Science and Engineering Progress*, vol. 8, no. 1, pp. 11-19, 2015.
- [11] Wibowi, W. Agung, and H. M. Afriyadi, "Pengaruh laju alir udara dan tipe aliran udara terhadap kinerja kompor gasifikasi tongkol jagung," *Ekulibrium* vol. 13, no.1, pp. 7-10, 2014.
- [12] Inayati, Farah, "Perancangan dan Optimasi Kinerja Kompor Gas-Biomassa Rendah Emisi Karbon Monoksida Berbahan Bakar Biopellet Dari Kayu Karet," Skripsi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Indonesia, 2012.