

ANALISIS PENGARUH LAJU ALIRAN UDARA DAN VARIASI LUBANG UDARA TERHADAP KUALITAS NYALA API DAN EFISIENSI KOMPOR GASIFIKASI BIOMASSA

Mohammad Rifqi Brahmasta

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: mohammad.19062@mhs.unesa.ac.id

Indra Herlamba Siregar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: indrasiregar@unesa.ac.id

Abstrak

Kesenjangan antara kebutuhan dan ketersediaan energi mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang berasal dari biomassa. Salah satu limbah biomassa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar terbarukan adalah tongkol jagung melalui teknologi gasifikasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh laju aliran udara dan variasi jumlah lubang udara terhadap kinerja kompor gasifikasi biomassa tipe updraft berbahan bakar tongkol jagung. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan variasi laju aliran udara sebesar 6 m/s, 7 m/s, dan 8 m/s serta variasi jumlah lubang udara sebanyak 30 dan 40 lubang. Pengujian dilakukan menggunakan beban air sebesar 3 kg sebagai simulasi pemanfaatan panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran udara mempercepat waktu pendidihan air dan meningkatkan daya kompor, namun menurunkan efisiensi termal pada kedua variasi jumlah lubang udara. Waktu pendidihan tercepat diperoleh pada variasi 40 lubang dengan laju aliran udara 8 m/s, yaitu 9,24 menit. Efisiensi termal tertinggi sebesar 32,77% diperoleh pada variasi 30 lubang dengan laju aliran udara 6 m/s, sedangkan daya kompor tertinggi sebesar 10,99 kW diperoleh pada variasi 40 lubang dengan laju aliran udara 8 m/s. Berdasarkan hasil penelitian, variasi laju aliran udara dan jumlah lubang udara berpengaruh terhadap kinerja kompor gasifikasi biomassa, sehingga kombinasi kedua parameter tersebut perlu dipertimbangkan untuk memperoleh kinerja kompor yang optimal.

Kata Kunci: Tongkol Jagung, Gasifikasi, Laju Aliran Udara, Variasi Lubang Udara, Efisiensi Thermal

Abstract

The gap between energy demand and energy availability has encouraged the development of alternative energy sources derived from biomass. One of the biomass wastes with significant potential as a renewable fuel is corn cob, which can be utilized through gasification technology. This study aimed to analyze the effects of air flow rate and air vent variation on the performance of an updraft biomass gasification stove fueled by corn cobs. The research employed an experimental method using air flow rates of 6 m/s, 7 m/s, and 8 m/s, with air vent variations of 30 and 40 holes. Performance testing was conducted using 3 kg of water as a simulated heating load. The results showed that increasing the air flow rate accelerated the water boiling time and increased the stove power; however, it reduced the thermal efficiency for both air hole variations. The shortest boiling time of 9.24 minutes was achieved with the 40-hole configuration at an air flow rate of 8 m/s. The highest thermal efficiency of 32.77% was obtained with the 30-hole configuration at an air flow rate of 6 m/s, while the highest stove power of 10.99 kW was achieved with the 40-hole configuration at an air flow rate of 8 m/s. The findings indicate that both the air flow rate and the number of air holes significantly affect the performance of the biomass gasification stove. Therefore, the appropriate combination of these parameters should be considered to achieve optimal stove performance.

Keywords: Corn Cob, Gasification, Air Flow Rate, Air Vent Variation, Thermal Efficiency

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi global terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan teknologi, dan meningkatnya aktivitas ekonomi. Di sisi lain, ketersediaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama semakin menurun karena sifatnya yang tidak terbarukan. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya kesenjangan antara kebutuhan dan ketersediaan energi serta mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang bersifat berkelanjutan. Biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar

karena tersedia dalam jumlah melimpah, dapat diperbarui, serta memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil (Parinduri & Parinduri, 2020).

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil jagung terbesar di dunia dengan produksi jagung pipilan kering mencapai 14,4 juta ton pada tahun 2023. Tingginya produksi tersebut menghasilkan limbah biomassa berupa tongkol jagung dalam jumlah yang besar. Pemanfaatan limbah tongkol jagung hingga saat ini masih relatif

terbatas, bahkan sebagian besar masih dibakar di lahan setelah panen sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan bakar biomassa merupakan salah satu alternatif yang dapat meningkatkan nilai tambah limbah pertanian sekaligus mendukung penyediaan energi yang berkelanjutan.

Salah satu teknologi konversi biomassa yang banyak dikembangkan adalah gasifikasi. Gasifikasi merupakan proses konversi termokimia biomassa melalui suplai oksigen terbatas untuk menghasilkan gas sintesis (syngas) yang didominasi oleh karbon monoksida (CO), hidrogen (H₂), dan metana (CH₄). Gas sintesis tersebut memiliki nilai kalor yang lebih tinggi serta menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan pembakaran langsung biomassa, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada kompor gasifikasi biomassa (Djafar et al., 2017).

Kompor gasifikasi biomassa merupakan salah satu teknologi yang berpotensi diterapkan pada skala rumah tangga, terutama di wilayah yang masih memiliki keterbatasan akses terhadap bahan bakar fosil. Pada kompor gasifikasi tipe updraft, biomassa bergerak ke arah bawah, sedangkan gas hasil gasifikasi mengalir ke arah atas menuju zona pembakaran (Sumantri, 2016). Penggunaan sistem blower pada kompor gasifikasi memungkinkan suplai udara berlangsung secara kontinu sehingga proses gasifikasi dan pembakaran menjadi lebih stabil. Besarnya suplai udara yang diberikan akan memengaruhi pembentukan syngas, karakteristik nyala api, laju pembakaran biomassa, serta kinerja kompor secara keseluruhan (Armansyah, 2020).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji faktor-faktor yang memengaruhi kinerja kompor gasifikasi biomassa. Pratiwi et al. (2021) melaporkan bahwa kompor gasifikasi tipe updraft memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan tipe downdraft pada kondisi pengujian tertentu. Sementara itu, Charisma dan Nurwulan (2021) menunjukkan bahwa variasi jumlah lubang udara berpengaruh terhadap efisiensi termal dan laju konsumsi bahan bakar pada kompor gasifikasi. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengaturan suplai udara merupakan faktor penting dalam meningkatkan performa kompor gasifikasi.

Meskipun demikian, penelitian yang mengombinasikan variasi laju aliran udara dan jumlah lubang udara pada kompor gasifikasi tipe updraft berbahan bakar tongkol jagung masih terbatas. Selain itu, pengaruh kedua parameter tersebut terhadap karakteristik nyala api dan parameter kinerja kompor, seperti efisiensi termal dan daya kompor, belum banyak dilaporkan secara komprehensif. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mampu mengkaji hubungan antara laju aliran udara, jumlah lubang udara, dan performa kompor gasifikasi biomassa.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi laju aliran udara sebesar 6 m/s, 7 m/s, dan 8 m/s serta variasi jumlah lubang udara sebanyak 30 dan 40 lubang terhadap kualitas nyala api dan kinerja kompor gasifikasi biomassa tipe updraft berbahan bakar tongkol jagung. Kinerja kompor dievaluasi melalui pengukuran temperatur api, tinggi dan lebar nyala api, durasi waktu

nyala api, waktu nyala api efektif, efisiensi termal, dan daya kompor menggunakan metode Water Boiling Test (WBT).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai konfigurasi suplai udara yang mampu menghasilkan kinerja kompor gasifikasi biomassa yang lebih optimal serta mendukung pemanfaatan limbah tongkol jagung sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan.

METODE

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode uji eksperimen untuk menganalisis hubungan sebab akibat antara variasi laju aliran udara dan jumlah lubang udara terhadap kinerja kompor gasifikasi biomassa tipe updraft. Pengujian dilakukan menggunakan kompor gasifikasi tipe updraft dengan bahan bakar biomassa berupa tongkol jagung yang telah dikeringkan.

Parameter yang diamati meliputi durasi waktu nyala api, tinggi dan lebar nyala api, lama nyala api efektif, efisiensi termal, dan daya kompor yang dianalisis menggunakan metode *Water Boiling Test* (WBT) dengan kondisi dan peralatan pengujian yang telah disesuaikan.

2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin, Gedung A8 Lantai 4, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, setelah proposal skripsi diseminarkan dan memperoleh persetujuan dari dosen pembimbing serta dosen penguji.

3. Variabel Penelitian

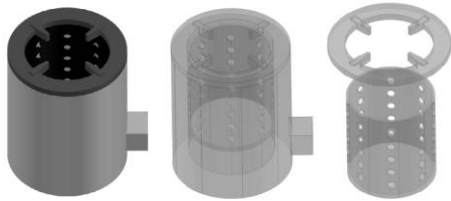
- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah laju aliran udara yang masuk pada *gasifier* yaitu 6 m/s, 7 m/s, dan 8 m/s, dan variasi lubang udara pada *gasifier* yaitu 30 dan 40 lubang.
- b. Variabel terikat dalam penelitian adalah :
 - 1) durasi waktu nyala api
 - 2) tinggi dan lebar api
 - 3) lama nyala api efektif
 - 4) efisiensi thermal
 - 5) daya kompor
- c. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah :
 - 1) Kompor gasifikasi yang digunakan yaitu kompor tipe updraft
 - 2) Bahan bakar yang digunakan adalah tongkol jagung yang sudah dikeringkan.
 - 3) Berat kering bahan baku untuk proses gasifikasi yaitu 1 kg .
 - 4) Beban yang digunakan untuk uji kompor adalah air sebanyak 3 liter.

4. Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

- a. Alat
 - 1) Blower
 - 2) Panci
 - 3) Korek Api

Analisis Pengaruh Laju Aliran Udara dan Variasi Lubang Udara terhadap Kualitas Nyala Api dan Efisiensi Kompor Gasifikasi Biomassa

4) Kompor Gasifikasi



Gambar 1. Desain Kompor Gasifikasi

b. Bahan

- 1) Tongkol Jagung
- 2) Air

c. Instrumen

- 1) *Anemometer*
- 2) Stopwatch
- 3) Timbangan
- 4) *Thermometer*
- 5) Kamera

5. Prosedur Pengujian

a. Tahap Inisiasi Pembakaran (Tanpa Beban)

- 1) Menimbang bahan bakar untuk pemantik (tongkol jagung yang akan dijadikan bara terlebih dahulu) seberat 200 gram, masukkan ke dalam reaktor dan tunggu hingga menjadi bara.
- 2) Mengaktifkan *blower* dan mengatur kecepatan udara sesuai variabel (6,7, atau 8 m/s) menggunakan *anemometer*.
- 3) Memasukkan bahan bakar utama berupa tongkol jagung seberat 800 gram ke atas bara secara bertahap.
- 4) Saat api mulai stabil dan sebelum panci diletakkan, dilakukan pengamatan visual yaitu mengukur tinggi nyala api dan lebar nyala api menggunakan skala pengukuran yang terpantau kamera, dilanjutkan dengan mendokumentasi warna nyala api untuk analisis kualitas pembakaran.

b. Pengujian Dengan Beban (*Water Boiling Test*)

- 1) Menyiapkan panci berisi 3 liter air pada suhu lingkungan, mencatat berat totalnya, lalu meletakkannya di atas *gasifier*.
- 2) Mengaktifkan *stopwatch* segera setelah panci diletakkan untuk menghitung waktu pendidihan.
- 3) Mencatat suhu air secara periodik hingga mencapai Titik Didih Lokal yang telah ditentukan sebelumnya.
- 4) Setelah air mendidih, panci diangkat. Diamkan air selama 5 menit untuk fase penguapan, kemudian menimbang berat akhir air guna menghitung massa air yang menguap.

c. Tahap Akhir

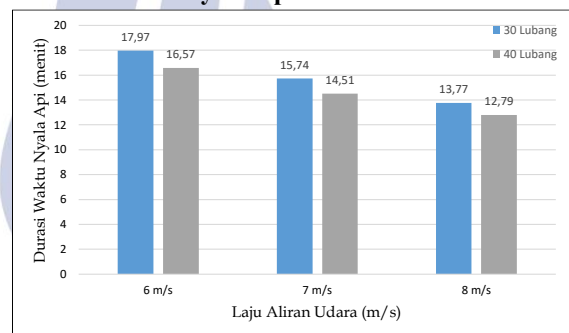
- 1) Matikan blower dan biarkan api padam.
- 2) Mengeluarkan sisa bahan bakar yang tidak terbakar dari reaktor tanpa menggunakan air (pemadaman kering).
- 3) Memisahkan dan menimbang massa bahan bakar sisa untuk menghitung laju konsumsi bahan bakar.
- 4) Melakukan tabulasi data untuk perhitungan Efisiensi Termal dan Daya Kompor.

6. Teknik Analisa Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis data kuantitatif deskriptif, di mana data diperoleh melalui instrumen pengukuran, selanjutnya diolah secara teoritis dan disajikan dalam bentuk tabel yang disertai penjelasan untuk mempermudah interpretasi hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Durasi Waktu Nyala Api



Gambar 2. Grafik Durasi Nyala Api

Berdasarkan Gambar 2, durasi waktu nyala api menunjukkan kecenderungan menurun seiring dengan meningkatnya laju aliran udara pada kedua variasi jumlah lubang udara. Pada variasi 30 lubang, durasi nyala api menurun dari 17,97 menit pada laju aliran udara 6 m/s menjadi 15,74 menit pada 7 m/s dan 13,77 menit pada 8 m/s. Pola yang sama juga terjadi pada variasi 40 lubang, yaitu dari 16,57 menit pada laju aliran udara 6 m/s menjadi 14,51 menit pada 7 m/s dan 12,79 menit pada 8 m/s. Durasi nyala api terlama diperoleh pada variasi 30 lubang dengan laju aliran udara 6 m/s, sedangkan durasi nyala api tersingkat diperoleh pada variasi 40 lubang dengan laju aliran udara 8 m/s.

Penurunan durasi waktu nyala api menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran udara mempercepat laju konsumsi biomassa selama proses gasifikasi. Semakin besar laju aliran udara yang disuplai oleh blower, semakin banyak oksigen yang tersedia di dalam reaktor. Kondisi ini meningkatkan intensitas reaksi oksidasi dan mempercepat proses konversi tongkol jagung menjadi gas sintesis. Gas sintesis yang terbentuk kemudian terbakar sehingga menghasilkan energi panas dengan laju yang lebih tinggi.

Akibatnya, biomassa lebih cepat habis dan durasi nyala api menjadi lebih singkat.

Jumlah lubang udara juga memengaruhi durasi nyala api. Pada setiap variasi laju aliran udara, *gasifier* dengan 40 lubang menghasilkan durasi nyala api yang lebih pendek dibandingkan *gasifier* dengan 30 lubang. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah lubang udara yang lebih banyak meningkatkan distribusi udara ke dalam ruang pembakaran sehingga pencampuran antara udara dan gas sintetis menjadi lebih merata.

Pembakaran yang lebih intensif menyebabkan laju konsumsi bahan bakar meningkat sehingga waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan 1 kg tongkol jagung menjadi lebih singkat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa laju aliran udara dan jumlah lubang udara berpengaruh terhadap laju pembakaran biomassa.

2. Visualisasi Nyala Api

Laju Aliran Udara (m/s)	Tinggi dan Lebar Nyala Api (cm)	
	30 Lubang	40 Lubang
6	 T : 25 cm L : 5 cm	 T : 27 cm L : 6 cm
7	 T : 27 cm L : 5 cm	 T : 29 cm L : 6 cm
8	 T : 30 cm L : 6 cm	 T : 30 cm L : 7 cm

Tabel 1. Visualisasi Tinggi dan Lebar Nyala Api

Berdasarkan Tabel 1, tinggi nyala api mengalami peningkatan seiring bertambahnya laju aliran udara pada kedua variasi jumlah lubang udara. Pada variasi 30 lubang, tinggi nyala api meningkat dari 25 cm pada laju aliran udara 6 m/s menjadi 27 cm pada 7 m/s dan mencapai 30 cm pada 8 m/s.

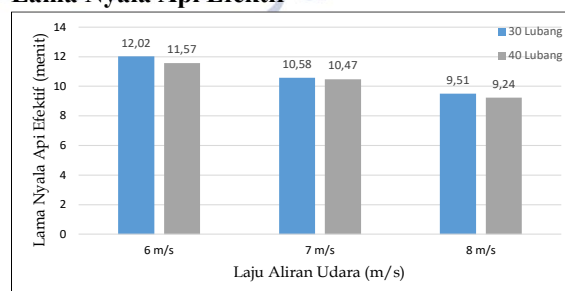
Sementara itu, pada variasi 40 lubang tinggi nyala api bertambah dari 27 cm menjadi 29 cm dan mencapai 30 cm pada laju aliran udara 8 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran udara berpengaruh terhadap peningkatan tinggi nyala api yang dihasilkan.

Peningkatan tinggi nyala api terjadi karena semakin besar laju aliran udara yang disuplai oleh blower, semakin banyak oksigen yang tersedia di dalam reaktor gasifikasi. Kondisi tersebut mempercepat proses oksidasi dan meningkatkan laju pembentukan gas sintetis. Syngas yang dihasilkan kemudian terbakar dengan intensitas yang lebih tinggi sehingga energi panas yang dilepaskan semakin besar dan nyala api menjadi lebih tinggi. Dengan kata lain, peningkatan laju aliran udara mampu meningkatkan laju pembakaran syngas sehingga menghasilkan nyala api yang lebih kuat dan stabil.

Selain tinggi nyala api, variasi jumlah lubang udara juga memengaruhi lebar nyala api. Pada variasi 30 lubang, lebar nyala api berkisar antara 5–6 cm, sedangkan pada variasi 40 lubang meningkat menjadi 6–7 cm. Jumlah lubang udara yang lebih banyak memungkinkan distribusi udara sekunder menjadi lebih merata di sekitar zona pembakaran. Pencampuran antara syngas dan udara berlangsung lebih baik sehingga proses pembakaran menjadi lebih sempurna. Akibatnya, nyala api tidak hanya bertambah tinggi, tetapi juga memiliki diameter yang lebih besar.

Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kombinasi laju aliran udara yang tinggi dan jumlah lubang udara yang lebih banyak menghasilkan karakteristik nyala api yang lebih baik. Pada variasi 40 lubang dengan laju aliran udara 8 m/s diperoleh tinggi nyala api sebesar 30 cm dan lebar nyala api sebesar 7 cm, yang merupakan nyala api terbesar di antara seluruh variasi pengujian. Kondisi ini sejalan dengan hasil pengujian waktu pendidihan air dan daya kompor yang menunjukkan bahwa peningkatan suplai udara dan distribusi udara yang lebih merata mampu meningkatkan intensitas pembakaran serta mempercepat perpindahan panas ke panci.

3. Lama Nyala Api Efektif



Gambar 3. Grafik Lama Nyala Api Efektif

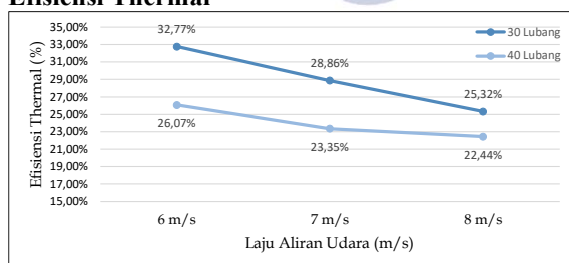
Pada penelitian ini, lama nyala api efektif didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan kompor untuk mendidihkan 3 kg air.

Berdasarkan Gambar 3, lama nyala api efektif mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya laju aliran udara pada kedua variasi jumlah lubang udara. Pada variasi 30 lubang, lama nyala api efektif menurun dari 12,02 menit pada laju aliran udara 6 m/s menjadi 10,58 menit pada 7 m/s dan 9,51 menit pada 8 m/s. Pola yang sama juga terjadi pada variasi 40 lubang, yaitu dari 11,57 menit menjadi 10,47 menit dan 9,24 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi laju aliran udara, semakin singkat waktu yang dibutuhkan kompor untuk mendidihkan 3 kg air, sehingga kinerja kompor menjadi semakin baik.

Penurunan lama nyala api efektif terjadi karena peningkatan laju aliran udara meningkatkan suplai oksigen ke dalam reaktor gasifikasi. Kondisi ini mempercepat proses gasifikasi dan pembakaran gas sintesis sehingga menghasilkan nyala api yang lebih stabil dan intensif. Laju pelepasan panas yang lebih tinggi menyebabkan perpindahan panas ke air berlangsung lebih cepat, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik didih menjadi lebih singkat.

Selain itu, variasi 40 lubang menghasilkan lama nyala api efektif yang sedikit lebih rendah dibandingkan variasi 30 lubang pada setiap laju aliran udara. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah lubang udara yang lebih banyak mampu memperbaiki distribusi udara sekunder di ruang pembakaran sehingga pencampuran antara udara dan gas sintesis menjadi lebih merata. Pembakaran yang lebih sempurna meningkatkan pemanfaatan energi panas untuk memanaskan air, sehingga proses pendidihan berlangsung lebih cepat. Dengan demikian, kombinasi 40 lubang dan laju aliran udara 8 m/s menghasilkan kinerja terbaik dengan lama nyala api efektif tercepat, yaitu 9,24 menit.

4. Efisiensi Thermal



Gambar 4. Grafik Efisiensi Thermal

Berdasarkan Gambar 4, efisiensi thermal kompor gasifikasi biomassa mengalami penurunan seiring dengan peningkatan laju aliran udara dari 6 m/s menjadi 8 m/s. Pada variasi 30 lubang, efisiensi termal menurun dari 32,77% pada laju udara 6 m/s menjadi 28,86% pada 7 m/s dan 25,32% pada 8 m/s. Tren yang sama juga terjadi pada variasi 40 lubang, yaitu dari 26,07% menjadi 23,35% dan 22,44%. Penurunan efisiensi ini menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran udara memang mempercepat proses pembakaran biomassa, namun tidak semua

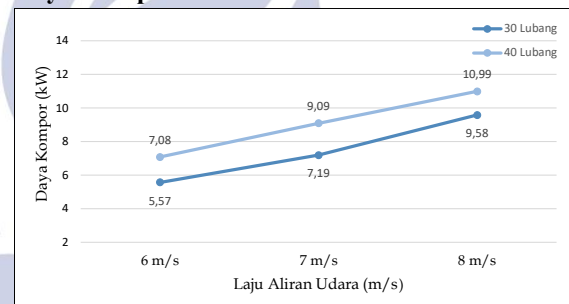
energi hasil pembakaran dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air. Semakin besar laju udara yang masuk ke ruang bakar, laju pembakaran menjadi semakin tinggi

Selain itu, pada laju udara yang lebih tinggi, sebagian energi panas hasil pembakaran berpotensi hilang melalui gas buang yang keluar dari reaktor, konveksi ke udara sekitar, dan radiasi dari dinding kompor. Akibatnya, walaupun waktu pendidihan menjadi lebih singkat dan daya kompor meningkat, proporsi energi yang benar-benar dimanfaatkan untuk memanaskan air menjadi lebih kecil.

Pada variasi 40 lubang, efisiensi termal selalu lebih rendah dibandingkan 30 lubang pada setiap variasi laju udara. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah lubang udara meningkatkan suplai oksigen sehingga pembakaran berlangsung lebih intensif, tetapi juga meningkatkan konsumsi bahan bakar dan kehilangan panas ke lingkungan.

Dengan demikian, energi yang dihasilkan per satuan waktu meningkat (daya kompor lebih tinggi), namun pemanfaatannya untuk memanaskan air menjadi kurang optimal sehingga efisiensi thermal menurun.

5. Daya Kompor



Gambar 5. Grafik Daya Kompor

Berdasarkan Gambar 5, daya kompor mengalami peningkatan seiring bertambahnya laju aliran udara pada kedua variasi jumlah lubang udara. Pada variasi 30 lubang, daya kompor meningkat dari 5,57 kW pada laju aliran udara 6 m/s menjadi 7,19 kW pada 7 m/s dan mencapai 9,58 kW pada 8 m/s. Sementara itu, pada variasi 40 lubang, daya kompor meningkat dari 7,08 kW menjadi 9,09 kW dan mencapai nilai tertinggi sebesar 10,99 kW pada laju aliran udara 8 m/s.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran udara dan jumlah lubang udara berpengaruh terhadap peningkatan daya kompor.

Peningkatan daya kompor terjadi karena semakin besar laju aliran udara yang disuplai ke dalam *gasifier*, semakin banyak oksigen yang tersedia untuk mendukung proses gasifikasi dan pembakaran. Kondisi ini meningkatkan laju pembentukan serta pembakaran gas sintesis sehingga energi panas dilepaskan dalam waktu yang lebih singkat. Laju pelepasan panas yang lebih tinggi menyebabkan air menerima energi lebih cepat, sehingga waktu yang

dibutuhkan untuk mencapai titik didih menjadi semakin singkat. Oleh karena itu, nilai daya kompor meningkat seiring dengan bertambahnya laju aliran udara.

Selain laju aliran udara, jumlah lubang udara juga memengaruhi daya kompor. Pada setiap variasi laju aliran udara, *gasifier* dengan 40 lubang menghasilkan daya yang lebih tinggi dibandingkan *gasifier* dengan 30 lubang. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah lubang udara yang lebih banyak mampu meningkatkan distribusi udara sekunder sehingga pencampuran antara udara dan gas sintetis menjadi lebih merata. Pembakaran yang lebih sempurna menghasilkan nyala api yang lebih besar dan stabil, sehingga laju perpindahan panas menuju bejana pemanas meningkat dan daya kompor menjadi lebih tinggi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada kompor gasifikasi biomassa berbahan bakar tongkol jagung, dapat disimpulkan bahwa peningkatan laju aliran udara dari 6 m/s hingga 8 m/s mempercepat waktu pendidihan air dan meningkatkan daya kompor karena suplai udara yang lebih besar meningkatkan intensitas pembakaran sehingga energi panas dilepaskan lebih cepat. Namun, peningkatan laju aliran udara juga menyebabkan penurunan efisiensi termal pada kedua variasi jumlah lubang udara. Pada variasi 30 lubang, efisiensi termal menurun dari 32,77% menjadi 28,86% dan 25,32%, sedangkan pada variasi 40 lubang menurun dari 26,07% menjadi 23,35% dan 22,44%. Penurunan efisiensi ini menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi bahan bakar ekuivalen lebih besar dibandingkan peningkatan energi yang diserap oleh air, sehingga sebagian energi hasil pembakaran hilang ke lingkungan melalui gas buang, konveksi, dan radiasi. Selain itu, variasi 30 lubang menghasilkan efisiensi termal yang lebih tinggi dibandingkan variasi 40 lubang pada seluruh laju aliran udara yang diuji, sedangkan variasi 40 lubang menghasilkan daya kompor yang lebih tinggi akibat intensitas pembakaran yang lebih besar. Dengan demikian, pada konfigurasi kompor yang digunakan dalam penelitian ini, laju aliran udara 6 m/s memberikan kinerja termal terbaik berdasarkan nilai efisiensi termal, sedangkan laju aliran udara 8 m/s menghasilkan daya kompor tertinggi, sehingga pemilihan kondisi operasi perlu disesuaikan dengan tujuan penggunaan,

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak Universitas yang telah menyediakan fasilitas laboratorium, serta kepada para dosen pembimbing Tugas Akhir atas arahan, bimbingan, dan masukan ilmiah yang sangat berharga selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini selesai.

Apresiasi juga ditujukan kepada rekan-rekan sesama mahasiswa di Laboratorium Teknik Mesin yang telah memberikan dukungan teknis dan bantuan selama pengambilan data eksperimental berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Armansyah, D. H., Elfiano, E., & Yulianto, D. (2020). Pemanfaatan panas pada dinding kompor gasifikasi biomassa untuk pembangkit listrik DC menggunakan thermoelectric generator. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 3(2), 44–52.
- Charisma, C. J., Suwandi, & Nurwulan, F. (2021). Pengaruh variasi jumlah lubang udara pada ruang bakar tungku gasifikasi tipe downdraft terhadap kinerja kompor gasifikasi. *e-Proceeding of Engineering*, 8(2), 1877–1883.
- Djafar, R., Djamalu, Y., Haluti, S., & Botutihe, S. (2017). Pengaruh ukuran bahan bakar tongkol jagung terhadap performa kompor gasifikasi biomassa tipe *forced draft*. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo*, 2(1), 53–60.
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi biomassa sebagai sumber energi terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 88–92.
- Pratiwi, A., Suwandi, & Amaliyah, E. (2021). The influence of air blow patterns to the performance on the downdraft and updraft type of gasification stoves. *e-Proceeding of Engineering*, 8(1), 398–414.
- Sumantri, K. (2016). *Kinerja crossdraft gasifier dengan bahan bakar tongkol jagung dengan kecepatan udara 3.0, 4.0, 5.0 m/s* (Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta).