

ANALISIS PENGARUH VARIASI ALIRAN UDARA TERHADAP EFEKTIVITAS NYALA API PADA MESIN GASIFIKASI

Muhamad Fikri Assyifa¹, Jaelani Sidik², Suasih³

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Wahidiyah Kediri.

^{2,3} Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Wahidiyah
(rino.imanda@gmail.com)

Abstrak

Pemanfaatan biomassa guna menghasilkan energi terbarukan yaitu dengan teknologi gasifikasi, salah satu kompor gasifikasi yang dapat digunakan adalah gasifier downdraft. Tujuan dalam penelitian ini guna mengetahui pengaruh perubahan kecepatan udara pada infrastruktur kompor gasifier. Penelitian ini menggunakan kompor gasifier dengan tipe downdraft dengan pengamatan sebanyak 3 kali pada setiap masing-masing variasi. Pengujian yang dilakukan berupa variasi flow udara, variasi flow udara yang diuji meliputi 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s, 12 m/s. Hasil penelitian didapatkan semakin besar laju aliran udara maka semakin tinggi temperatur pembakaran dan semakin pendek nyala efektif yang dihasilkan. Waktu pengapian efektif untuk variasi kecepatan udara 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s, 12 m/s berturut-turut adalah 15,055 menit, 13,555 menit, 13 menit, 11,211 menit dan 11 menit.

Kata kunci: gasifikasi downdraft, sekam padi, variasi udara.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan kepadatan penduduk yang tinggi, dengan pertumbuhan penduduk ini menyebabkan peningkatan pemakaian bahan bakar tidak terbarukan seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara karena ketersediaannya semakin berkurang. Berdasarkan data statistik Badan Pusat Statistik (BPS) tahun

2015 di Indonesia, energi alternatif perlu segera diterapkan mengingat ketergantungan masyarakat yang sangat tinggi terhadap bahan bakar minyak konvensional. energi alternatif. sumber atau menjadi energi utama di masa depan.

Kebutuhan untuk memperluas pencarian sumber energi alternatif terbarukan untuk melindungi lingkungan dan menghindari risiko kesehatan harus digeneralisasi. Salah satunya adalah biomassa. Sebuah alternatif yang lebih

disukai dikembangkan di mana energi dari biomassa diubah menjadi biochar melalui proses pirolisis dengan nilai kalor yang lebih tinggi daripada biomassa untuk menggunakan sumber energi bahan bakar alternatif ini dari bahan atau limbah yang dapat didaur ulang.

Salah satu pemanfaatan biomassa adalah penggunaan gasifier. Gasifikasi adalah proses konversi energi termokimia yang mengekstraksi gas metana (gas sintesis) dalam bahan bakar padat dengan mereaksikan bahan baku pada suhu tinggi dan menyesuaikan jumlah oksigen untuk pembakaran yang lebih bersih pada titik penggunaan. Salah satunya adalah pengembangan teknologi gasifikasi biomassa yang mengubah limbah pertanian menjadi energi terbarukan yang bermanfaat dan ramah lingkungan. Limbah sekam padi, digunakan dalam penelitian ini.

Proses pembakaran yang berlangsung menimbulkan reaksi termokimia yang

menghasilkan CO, H₂, dan gas metana (CH₄). Selain itu pada proses ini akan menghasilkan uap air (H₂O) dan karbon dioksida (CO₂) yang tidak terbakar.

Menurut penelitian (Wulandari, D, L.O. Nelwan, AH, 2014) menjelaskan bahwa desain outlet reaktor yang terdiri dari neck angle sangat berpengaruh terhadap nilai kalor yang akan dihasilkan oleh reaktor. Salah satu parameter kunci dalam proses penguapan adalah rasio udara-bahan bakar aktual yang dikenal sebagai (AFR). Jika AFR terlalu besar, pembakaran mendekati pembakaran sempurna, menghasilkan komposisi CO₂ dan H₂O yang lebih baik.

Berdasarkan kajian diatas, maka perlu diadakan sebuah penelitian untuk pengembangan energi bersih yang berkelanjutan guna meminimalisir ketergantungan bahan bakar minyak (BBM). Penelitian ini menguji kinerja mesin gasifikasi untuk mengetahui dan menganalisis nyala api terbaik dan efektif, serta laju konsumsi bahan bakar juga suhu dalam reaktor downdraft. Produksi syngas pada proses gasifikasi secara signifikan dipengaruhi oleh temperature reaktor dan ukuran biomassa. (Sudarmanta dan Kadarisman, 2010). Reaktor downdraft dipilih karna pada reaktor jenis ini bahan dapat diisi terus menerus (continue) selama pembangkitan gas tanpa menghentikan penyalan, sehingga pengambilan data dapat dioptimalkan.

Adapun tujuan Tujuan penelitian yaitu guna mengetahui pengaruh variasi kecepatan udara terhadap laju konsumsi

bahan bakar, temperature reaktor dan nyala api efektif dari beberapa pelakuan variasi kecepatan udara yang ditentukan.

DASAR TEORI

A. Biomassa

Biomassa merupakan bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotokimia, baik sebagai produk ataupun sebagai produk limbah. Biomassa yang digunakan sebagai sumber energi biasanya merupakan limbah setelah penghilangan produk primer dan memiliki nilai ekonomis yang rendah. Sekam Padi

Sekam padi ialah lapisan paling luar dari padi atau kulit padi yang mengandung caryopsis, dan tersusun atas dua bagian yang disebut lemma dan palea. Sekitar 20-30% cangkang diperoleh dari proses penggilingan padi, dedak 8-12 nm, dan penggilingan padi adalah 5063,5 ta, berat awal gabah. Komposisi kimiawi sekam padi terdiri dari Protein kasar 3,03%, 1,18% lemak, protein kasar, 9,02% kadar air, 35,68%, Serat Kasar 17,71% Abu dan 33,71% Karbohidrat Kasar. Kandungan silika tertinggi dibandingkan dengan pengolahan beras yang lain, dapat dilihat pada tabel 1.

Table 1 kandungan silika

Komponen	Silika
Sekam	18-22,3 %
Jerami	14,0-7,0 %
Bekatul	0,6-1,1 %
Dedak	0,2-0,3 %

B. Proses gasifikasi

Teknologi Gasifikasi adalah teknologi proses konversi yang mengubah karbon padat atau cair menjadi syngas

melalui proses pembakaran dengan bergantung pada reaksi kimia yang terjadi pada suhu yang tinggi dengan membatasi jumlah oksigen dalam gasifer. Parameter pada proses gasifikasi dapat dibagi menjadi tiga diantaranya:

C. Proses drying

Pada proses ini dilakukan pengurangan kadar air pada bahan baku umumnya berkisar pada temperatur 100-300OC, dengan melalui proses konveksi.

D. Proses Pyrolysis

Pyrolysis adalah proses perubahan secara kimiawi yang terjadi karena panas dan berlangsung tanpa adanya udara atau oksigen dengan produk utama yang dihasilkan ialah arang (char) yang dipengaruhi oleh waktu, tekanan, temperature, dan heatlosses, pada zona inilah biomassa mulai bereaksi membentuk tar dan senyawa flammable (Sanditya Ramadhan, 2016).

E. Proses Oksidasi

Oksidasi adalah proses pembakaran yang dipengaruhi oleh oksigen sehingga menghasilkan eksoterm dengan kandungan karbon, hydrogen, oksigen, dan sulfur

F. Proses Reduksi

Reduksi merupakan langkah gasifikasi yang terdiri dari serangkaian reaksi endotermik berbantuan panas yang dihasilkan dari reaksi pembakaran, yang meliputi reaksi Bourdour, reaksi karbon-uap, reaksi transfer air-gas, dan reaksi metanasi CO₂. Reaksi-reaksi ini penting untuk pembentukan senyawa yang menghasilkan gas hidrogen dan karbon monoksida. (gas flammable).

G. Synthetic gas (syn-gas)

Syn-gas merupakan gas sintetik yang berperan penting di bidang kimia dan

bidang energi. Syn-gas terdiri dari hydrogen dan karbon monoksida yang dihasilkan dari berbagai hidrokarbon termasuk batubara, minyak bumi dan biomassa.

H. AFR (Air-Fuel Ratio)

AFR merupakan perbandingan jumlah udara dan bahan bakar yang berperan penting pada sebuah ruang bakar dalam mempengaruhi kesempurnaan pada proses pembakaran. AFR stoikiometris merupakan perbandingan jumlah udara dan bahan bakar yang menghasilkan pembakaran sempurna. Dan dapat diperoleh dengan perhitungan berikut :

$$AFR = \frac{\rho \times A_1 \times V}{m \text{ bahan bakar/t}}$$

I. Laju Konsumsi Bahan Bakar (Fuel Consumption Rate)

Laju konsumsi bahan bakar atau mass flow rate merupakan jumlah bahan bakar yang digunakan selama waktu operasi, dalam menghitung mass flow rate pada sebuah gasifikasi di hitung dengan jumlah bahan bakar dibagi waktu selama operasi.

$$FCR = \frac{F}{W_t - W_o}$$

Keterangan:

F = Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (kg)

W_o = Berat total ikan saat awal penebaran (kg)

W_t = Berat total ikan saat panen (kg)

J. Karakteristik Api

Laju konsumsi bahan bakar atau mass flow rate merupakan jumlah bahan bakar yang digunakan selama waktu operasi, dalam menghitung mass flow rate pada sebuah gasifikasi di hitung dengan jumlah bahan bakar dibagi waktu selama operasi

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode adalah eksperimental kemudian memulai studi literatur sehingga dengan melakukan pengujian secara langsung melalui beberapa perlakuan variasi bahan baku, didapat besarnya nilai kalor temperature tertinggi, nilai laju pembakaran dan hasil nyala api efektif.

Prosedur penelitian pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Tahap Persiapan pada penelitian merupakan prosedur pertama dalam melakukan pengujian yaitu dengan menyiapkan bahan baku utama (sekam padi 1 kg) kemudian perancangan alat serta mengumpulkan bahan literasi yang akan dikaji dengan beberapa perlakuan variasi udara.

2. Pengujian Alat

Setelah tahap persiapan selesai maka sebelum melakukan penelitian dilakukan terlebih dahulu *trials* terhadap alat uji, sehingga dalam proses pengujian dapat bekerja secara optimal sesuai yang diharapkan. Dalam tahap ini dilakukan pengujian pada mesin Gasifikasi tipe Downdraft yang berbahan baku sekam padi sebanyak 1 kg dengan menggunakan variasi kecepatan udara 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s, 12 m/s.

PENGAMBILAN DAN ANALISIS DATA

Setelah semua persiapan dan uji fungsi alat selesai maka selanjutnya yaitu dilakukan pengambilan data dari masing-masing variasi kecepatan udara, setelah data didapatkan kemudian mengolah dan menganalisa data dari semua data yang didapatkan. Hasil observasi dan pengumpulan data dianalisis menggunakan perhitungan matematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan dilakukan selama 15 kali pengujian dengan pengulangan masing-masing variasi sebanyak 3 kali dalam

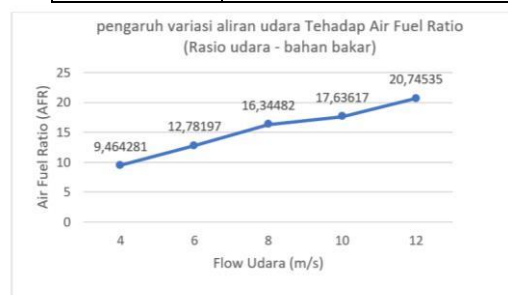
pengambilan data pada variasi kecepatan udara 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s, 12 m/s. Dari data hasil pengamatan pada variasi kecepatan udara 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s, 12 m/s dianalisa untuk dilakukan perbandingan pada beberapa variasi kecepatan udara tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas nyala api yang baik pada alat gasifikasi yang digunakan.

1. Hasil Air Fuel Ratio

Hasil dari pengujian yang dilakukan serta perhitungan laju masa udara dan laju masa bahan bakar (sekam padi) maka didapatkan data Air Fuel Ratio (AFR) dengan beberapa variasi aliran flow yang dapat dilihat pada table 2.

Table 2 Hasil Air Fuel Ratio (AFR)

Flow udara (m/s)	Rasio udara - bahan bakar (AFR)
4	9,464281
6	12,78197
8	16,34482
10	17,63617
12	20,74535



Grafik 1 Hasil Air Fuel Ratio

Dari tabel (2) dan Grafik (1) Sehingga dapat dilihat bahwa semakin besar jumlah udara yang disuplai dengan massa bahan bakar yang relatif konstan, semakin pendek run time karena penambahan aliran massa udara yang lebih banyak akan meningkatkan laju pembakaran, sehingga konsumsi bahan bakar akan meningkat. dan uptime akan berkurang. Efek akhir dari perubahan massa airflow dan massa bahan bakar caking adalah perubahan

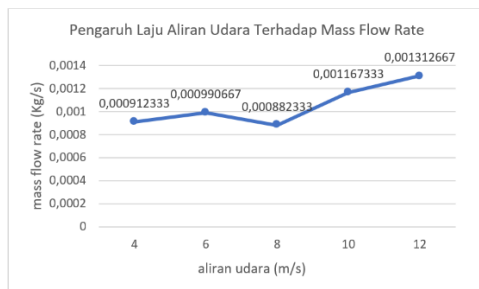
nilai AFR, semakin tinggi mass airflow maka AFR akan semakin tinggi, nilai ketinggian diatas dikarenakan masa sekam padi terlalu sedikit dan jumlah suplai udara yang terlalu tinggi, pada penelitian ini hasil syngass yang dihasilkan sedikit, karna besarnya perbandingan rasio udara.

2. Hasil Mass Flow Rate

Hasil pengujian Mass Flow Rate yang telah dilakukan maka didapatkan hasil seperti pada table 3.

Table 3 Hasil Mass Flow Rate

hasil pengujian aliran udara (m/s)	mass flow rate (Kg/s)
4	0,000912333
6	0,000990667
8	0,000882333
10	0,001167333
12	0,001312667

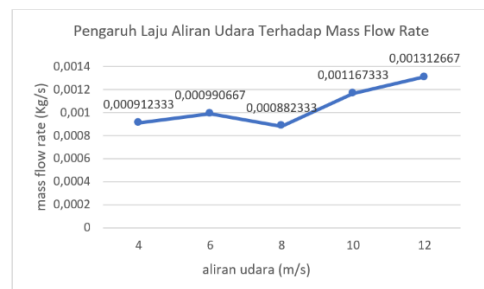


Grafik 2 Hasil Mass Flow Rate

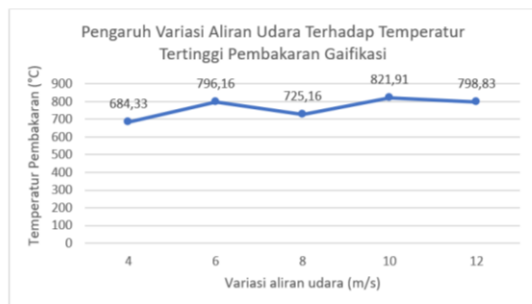
Dari perhitungan tabel dan grafik dapat dikatakan bahwa suatu perlakuan variasi flow udara berpengaruh terhadap laju pembakaran, sehingga semakin cepat aliran flow udara maka akan semakin cepat juga dalam proses pembakaran. Pengujian pada penelitian dilakukan dalam tiga kali pengujian, pada hasil penelitian terdapat 6 m/s dan 8 m/s mengalami perbedaan mass flow rate yaitu 0,0001143 kg/s,

Perlakuan variasi 4 (m/s) pada variasi ini

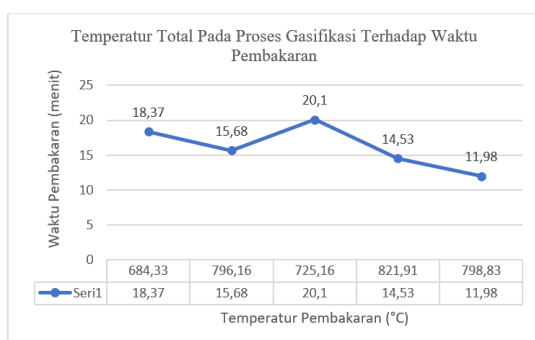
didapat hasil sebesar 0,000912333 kg/s, pada variasi ini membutuhkan waktu yang lama dalam pembentukan gas metana, sedangkan perbedaan pada flow udara 10 m/s dan 12 m/s pada kedua variasi ini tidak terlalu signifikan, sehingga menghasilkan perbedaan yang sedikit.



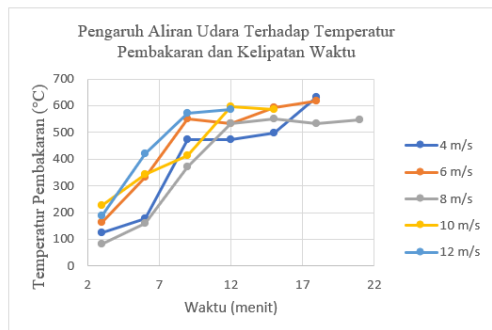
3. Hasil Temperatur dan Waktu Pembakaran



Grafik 3 Temperature Pembakaran



Grafik 4 Waktu Pembakaran



Grafik 5 Perbandingan Rata-rata Temperature Pembakaran Dalam Kelipatan Waktu.

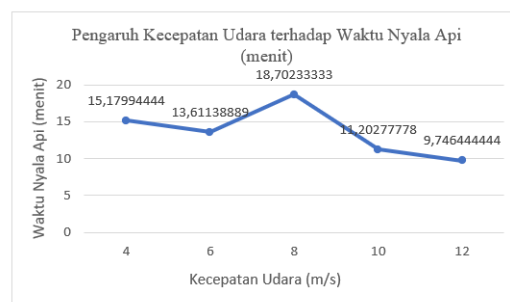
Pada graifk didapatkan waktu dalam proses pembakaran dimana pada kecepatan 4 (m/s) dengan waktu 18,37, 6 (m/s) dengan waktu 15,68, 8 (m/s) dengan waktu 20,1, 10 (m/s) dengan waktu 14,53, 12 (m/s) dengan waktu 11,98. Sesuai hasil data yang didapat perbedaan waktu ini dipengaruhi oleh aliran udara, dengan temperature pembakaran secara berurutan masing-masing sebesar 684,33 °C,

796,16 °C, 725,16 °C, 821,91 °C, 789 °C, 83 °C.

4. Hasil Efisiensi Nyala Api

Table 2 Hasil Efisiensi Nyala Api

Kecepatan udara (m/s)	waktu nyala api (menit)
4	15,17994444
6	13,61138889
8	18,70233333
10	11,20277778
12	9,746444444



Grafik 6 Waktu Nyala Api

Dalam pengujian nyala api data yang dihasilkan pada beberapa variasi terdapat perbandingan nyala api. Waktu nyala api pada beberapa variasi kecepatan udara 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s, 12 m/s secara berurutan yaitu 15,179 menit, 13,611 menit, 18 menit, 11,202 menit, 9,746 menit. Dan temperatur rata-rata api secara berurutan sebesar 313,41 °C, 284 °C, 299,16 °C, 341,25 °C, 351,08 °C, perbedaan waktu ini merupakan pengaruh dari variasi kecepatan udara, karena semakin tingginya suplai udara maka semakin pendek waktu nyala api.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa aliran laju udara sangat berpengaruh pada afr, laju konsumsi bahan bakar, temperature

pembakaran dan efektivitas nyala api. Dari hasil pengujian variasi udara 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, 10 m/s dan 12 m/s secara berurutan menghasilkan laju konsumsi bahan bakar sebesar 0,000912333 kg/s, 0,000990667 kg/s, 0,000882333 kg/s, 0,001167333 kg/s, 0,001312667 kg/s. Sehingga hasil yang paling efektif berada pada kecepatan udara 10 (m/s) dengan temperature pembakaran tertinggi sebesar 828,75 °C dan temperature api sebesar 341,25 °C

2. Saran

Dapat lebih banyak lagi mencari referensi tentang gasifikasi beserta tentang pengembangan desain alat gasifikasi dan cara perhitungan agar dapat lebih optimal dan diharapkan dapat mengetahui hasil nilai kalor total dari sebuah pengujian sehingga dapat mengetahui energi keseluruhan pada alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, T. T., Djafar, R., & Botutihe, S. (2019). REDESAIN KOMPOR BIOMASSA TIPE DOWNDRAFT SYSTEM CONTINUE DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN SEKAM PADI. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 4(1), 34-40.
- Mufid, F., & Anis, S. (2019). PENGARUH JENIS DAN UKURAN BIOMASSA TERHADAP PROSES GASIFIKASI MENGGUNAKAN DOWNDRAFT GASIFIER. *REKAYASA MESIN*, 10(3), 217-226.
- Subroto, S. (2017). KINERJA TUNGKU GASIFIKASI DOWNDRAFT CONTINUE BAHAN BAKAR SEKAM PADI. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 18(1).
- Ilminnafik, N., & Frenico, A. O. (2016). KARAKTERISTIK API SYNGAS PADA GASIFIKASI DOWNDRAFT DENGAN BAHAN BIOMASSA SEKAM PADI.
- Gunawan, I. G. H., Sucipta, M., & Winaya, I. N. S. (2015). Analisis Performansi Reaktor Gasifikasi Updraft Dengan Bahan Bakar Tempurung Kelapa. *Jurnal METTEK*, 1(2), 28-34.
- Akbar, F., & Sudarmanta, B. (2016). STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH AIR FUEL RATIO PROSES GASIFIKASI BRIKET MUNICIPAL SOLID WASTE TERHADAP UNJUK KERJA GASIFIER TIPE DOWNDRAFT. *TUGAS AKHIR. JURUSAN TEKNIK MESIN ITS, SURABAYA*.
- Dwi Kurniawan, S., & Subroto, I. (2018). PENGARUH EXHAUST TERHADAP KINERJA TUNGKU GASIFIKASI SEKAM PADI TIPE DOWNDRAFT CONTINUE (DOCTORAL DISSERTATION, UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA).
- Nugraha, K., Erwin, E., Wiyono, S., & Najib, A. (2017). Unjuk Kerja Tungku Gasifikasi Tg 30-1 Dengan Bahan Bakar Sekam Padi Dengan Variasi Kandungan Kadar Air Dan Kecepatan Udara Pembakaran. *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 2(1).
- Subroto, S., & Prastiyo, D. (2013). Unjuk Kerja Tungku Gasifikasi Dengan Bahan Bakar Sekam Padi Melalui Pengaturan Kecepatan Udara Pembakaran. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 14(2). Nyala Efektif dan Temperatur Pembakaran.
- Falah, M. F., & Wijianto, S. T. (2018). Analisis Hasil Gasifikasi Sekam Padi Dengan Variasi Kecepatan Udara Primer Dan Penambahan Udara Sekunder Pada Tungku Gasifikasi Up Draft Tipe Kontinu (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).