

**Bidang: Teknik Mesin, Material, dan Energi
Energi**

Topik: Konversi, Simulasi & Pemodelan

STUDI EFISIENSI KERJA REAKTOR GASIFIKASI BIOMASSA SEKAM PADI DENGAN VARIASI UDARA PENGASIFIKASI

**Muh. Setiawan Sukardin¹, Masbin Dahlan^{2*}, Rinaldy Sampe Tondok³, Muhammad
Sulfikar⁴**

Politeknik ATI Makassar

setiawan_mkz@yahoo.co.id¹, masbin.dahlan@atim.ac.id²

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak biomassa, salah satunya adalah sekam padi. Biomassa sekam padi dapat diubah menjadi energi terbarukan, sehingga juga dapat digunakan sebagai bahan bakar gasifikasi. Gasifikasi adalah proses pembakaran bahan bakar padat dalam tangki gasifikasi untuk menghasilkan bahan bakar gas metana. Banyaknya udara yang masuk ke karburator mempengaruhi aliran massa syngas dan kualitas syngas. Tujuan dari penelitian ini adalah mengubah biomassa menjadi bahan bakar gasifikasi reaktor gasifikasi yang ramah lingkungan dan cocok untuk rumah tangga. Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar merupakan solusi yang tepat untuk menghadapi sumber energi fosil yang semakin berkurang. Pada penelitian ini digunakan tungku gasifikasi biomassa tipe upflow dengan menggunakan biomassa sekam padi sebagai bahan bakarnya. Berdasarkan hasil pengujian reaktor gasifikasi, pengujian pertama dengan aliran udara tabung 16 mm menghasilkan massa bahan bakar rata-rata 0,500 gram dan waktu nyala 2,3 s. Pada pengujian kedua, tabung berukuran 30 mm memberikan massa bahan bakar rata-rata 0,500 gram dan waktu nyala 82,33 detik. Pada pengujian ketiga rata-rata berat bahan bakar 0,500 gram dan waktu nyala 7,3 detik. Dari ketiga pengujian tersebut, uap air yang bercampur dengan gas metana tidak menimbulkan kebakaran penuh.

Kata kunci: efisiensi, gasifikasi, sekam padi, reaktor, laju udara

ABSTRACT

Indonesia is a country that has a lot of biomass, one of which is rice husk. Rice husk biomass can be converted into renewable energy, so it can also be used as a gasification fuel. Gasification is the process of burning solid fuel in a gasification tank to produce methane fuel. The amount of air entering the carburetor affects the mass flow of syngas and the quality of syngas. The aim of this research is to convert biomass into gasification fuel in a gasification reactor that is environmentally friendly and suitable for households. The utilization of biomass as fuel is the right solution to deal with diminishing fossil energy sources. In this study, an upflow-type biomass gasification furnace was used using rice husk biomass as fuel. Based on the results of testing the gasification reactor, the first test with a 16-mm tube air flow produced an average fuel mass of 0.500 grams and a flame time of 2.3 s. In the second test, a 30 mm tube gave an average fuel mass of 0.500 grams and a flame time of 82.33 seconds. In the third test, the average fuel weight was 0.500 grams, and the flame time was 7.3 seconds. In all three tests, water vapor mixed with methane gas did not cause a full fire.

Keywords: efficiency, gasification, rice husks, reactor, air rate

PENDAHULUAN

Perkembangan berkala mengingatkan kita akan perubahan dan tingkatan pada setiap periode atau tahun. Hal ini kita lihat dari pertumbuhan jumlah penduduk yang juga berdampak pada kebutuhan akan sumber daya alam yang memadai. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa pertumbuhan penduduk juga berarti semakin banyaknya eksploitasi sumber daya alam seperti minyak dan gas alam. Oleh karena itu diperlukan sumber energi terbarukan yang energinya diolah secara berkelanjutan oleh alam. Salah satu contoh sumber energi terbarukan adalah biomassa.

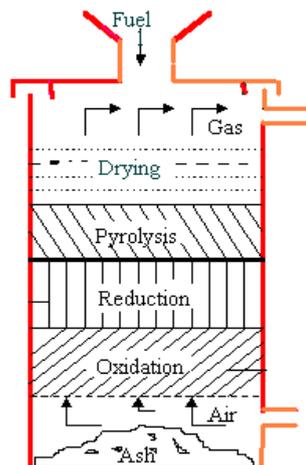
Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan selama fotosintesis, baik sebagai produk maupun limbah. Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan selama fotosintesis, baik sebagai produk maupun limbah. Contoh biomassa adalah tumbuhan, pohon, rumput, ubi jalar, limbah pertanian, limbah hutan, feses dan kotoran hewan. Selain digunakan untuk pangan, pakan, minyak nabati, bahan bangunan, dll, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Biomassa biasa digunakan sebagai bahan bakar, yang mempunyai nilai ekonomi rendah atau merupakan limbah setelah ekstraksi produk primer [1].

Potensi biomassa sebagai sumber energi di Indonesia sangat kaya, yaitu 146,7 juta ton per tahun. Sementara itu, potensi biomassa yang diperoleh dari sampah pada tahun 2020 diperkirakan mencapai 53,7 juta ton. Semua limbah hewan dan tumbuhan dapat dimanfaatkan dan dikembangkan [2]. Tanaman pangan dan perkebunan menghasilkan cukup banyak limbah yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain, misalnya biofuel [3].

Gasifikasi biomassa merupakan suatu proses dimana bahan selulosa diubah menjadi bahan bakar dalam reaktor gasifikasi (gasifier). Gas digunakan sebagai bahan bakar motor untuk menjalankan generator. Gasifikasi merupakan salah satu pilihan dalam program konservasi dan diversifikasi energi [4] Selain itu, gasifikasi membantu memecahkan masalah pengolahan dan pembuangan limbah pertanian, tanaman dan hutan. Reaktor merupakan salah satu teknologi yang memegang peranan sangat penting dalam pemanfaatan energi di sektor domestik. Secara tidak langsung permasalahannya adalah kebutuhan energi rumah tangga dan kebutuhan bahan bakar untuk memasak. Salah satu alternatif teknologi skala rumahan, khususnya di pedesaan dengan kondisi tersebut di atas adalah reaktor gasifikasi biomassa yang memanfaatkan limbah pertanian sebagai bahan bakar reaktor [5].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah Penelitian lapangan, yakni pengumpulan data yang dilakukan dengan cara pemeriksaan langsung terhadap objek penelitian, melakukan observasi, mengambil informasi melalui observasi langsung, gambar atau dokumentasi, melakukan wawancara mengenai permasalahan yang dirasakan. Setelah itu dilakukan perancangan dan pembuatan alat/reactor, dan kemudian pengujian alat. Konsep kerja dari gasifier ini yaitu berdasarkan arah aliran padatannya ke bawah dan arah aliran gasnya mengalir ke atas.



Gambar 1. Proses gasifikasi pada Updraft Gasifier

Perhitungan Dimensi Reaktor

Laju konsumsi sekam dapat dihitung dengan persamaan (1). Dimana nilai efisiensi gasifikasi yang digunakan merujuk pada [6] yaitu sebesar $\eta_n = 0,15$ dan nilai kalor bahan bakar $C_v = 14400$ KJ.

$$FC = \frac{Q_n}{(C_v \times \eta_n)} \text{ kg/jam} \quad (1)$$

Diameter reaktor dapat dihitung dengan persamaan (2) nilai laju Gasifikasi spesifik sekam dirujuk dari [6] yaitu

$$D = \left(\frac{1.27FC}{SGR} \right)^{0.5} \quad (2)$$

Densitas sekam padi yaitu 122 kg/m³ sehingga Tinggi reaktor dapat dihitung dengan persamaan (3)

$$H = \left(\frac{SGR \times t}{\rho r h} \right) \quad (3)$$

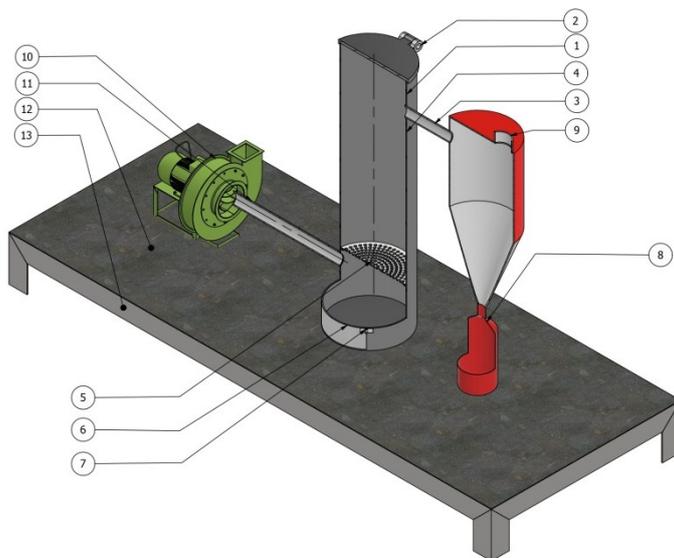
Laju udara penggasifikasi didapat dengan menggunakan persamaan-persamaan (4) dengan nilai Densitas udara yaitu $\rho_a = 1,25 \text{ kg/m}^3$, Equivalent ratio $\varepsilon = 0,3$, kebutuhan udara Stoikiometri untuk sekam padi adalah 4.5 kg udara/kg [6].

$$AFR = \frac{\varepsilon \times FC \times SA}{\rho_a} \quad (4)$$

Kecepatan blower dapat ditentukan dengan persamaan [6].

$$V_s = \left(\frac{4 AFR}{(D)^2} \right) \quad (5)$$

Perancangan Reaktor Gasifikasi Biomassa



Gambar	Keterangan
1	Tabung
2	Engsel
3	Pipa penyambung tabung-corong
4	Tabung
5	Saringan
6	Pintu pembuangan
7	Engsel
8	Penampung uap air
9	Corong
10	Blower
11	Pipa penyambung blower-tabung
12	Plat
13	Dudukan meja

Gambar 2. Rancangan reactor gasifikasi biomassa

Perancangan merupakan langkah awal dalam pembuatan suatu alat, yaitu menentukan model atau bentuk alat yang akan dibuat berdasarkan rancangan dan perhitungan. Pada tahap ini juga akan ditampilkan komponen atau bagian dari alat tersebut, seperti gambar di bawah ini. Berikut komponen-komponen Reaktor gasifikasi Biomassa, Blower, tabung, saringan, corong pembuangan gas cair, penahan saringan, pipa gasifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja reaktor gasifikasi biomassa ini tidak rumit, hanya menambahkan bahan baku biomassa ke dalam reaktor secara bertahap pada tahap awal pengoperasian reaktor. Bahan baku biomassa kemudian dibakar sebagai penyalaan primer, dengan menggunakan kertas sebagai bahan bakar. Setelah beberapa menit, reaktor mulai disuplai udara dari kipas angin. Ketika suhu rata-rata proses gasifikasi tercapai, gas buang dibakar membentuk nyala api yang stabil.

Proses Pembuatan Alat

- Sebelum membuat alat diperlukan konsep pemikiran yang matang.
- Kemudian, merancang dan mendesain reaktor gasifikasi biomassa menggunakan Autodesk Inventor air, penahan saringan, pipa besar, pipa kecil dan plat.
- Menyiapkan alat dan bahan untuk proses pembuatan reaktor gasifikasi biomassa.

- Mengukur dan memotong besi siku menggunakan gerinda, untuk pembuatan rangka.
- Lakukan pengukuran pada pipa besi dan potong pipa menggunakan gerinda.
- Menyambungkan rangka dengan cara di las.
- Kemudian, membuat penutup untuk memasukkan bahan
- Selanjutnya, pasang blower pada alat yang telah dibuat.
- Finishing alat.

Hasil Pengujian Alat

Tabel 1. Data hasil pengujian reaktor gasifikasi biomassa dengan menggunakan laju aliran udara penggasifikasi sebesar 16 mm.

Pengujian	Berat Bahan bakar (gram)	Waktu nyala api (s)
1	0,5	3
2	0,5	4
3	0,5	-
Rata-rata	0,5	2,33

Tabel 2. Data hasil pengujian reaktor gasifikasi biomassa dengan menggunakan laju aliran udara penggasifikasi sebesar 30 mm.

Pengujian	Berat Bahan bakar (gram)	Waktu nyala api (s)
1	0,5	12
2	0,5	55
3	0,5	180
Rata-rata	0,5	82,33

Tabel 3. Data hasil pengujian reaktor gasifikasi biomassa dengan menggunakan laju aliran udara penggasifikasi sebesar 140 mm.

Pengujian	Berat Bahan bakar (gram)	Waktu nyala api (s)
1	0,5	10
2	0,5	12
3	0,5	-
Rata-rata	0,5	7,33

Dari ketika tabel di atas, adapun grafik rata-rata hasil pengujian yang diperoleh sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik hasil pengujian

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, kami menemui beberapa tantangan yang mengharuskan kami melakukan berbagai perubahan pada alat tersebut. Salah satu masalah utama yang kami hadapi adalah ketidakmampuan gasifier atau reaktor untuk menghasilkan nyala api yang berlangsung dalam waktu yang cukup lama. Pada uji coba awal, ketika kami memasukkan 500 gram sekam padi ke dalam tabung, api tetap tidak menyala. Penyebab utama masalah ini adalah campuran gas yang dihasilkan ternyata bercampur dengan uap air, sehingga proses pembakaran terhambat. Untuk mengatasi hal ini, kami membuat beberapa penyesuaian pada alat pada uji coba pertama.

Pada percobaan pertama, kami menambahkan corong drainase dan tabung berbentuk L pada alat tersebut sebagai tempat keluarnya gas metana. Namun, setelah uji coba ulang, kami menghadapi masalah baru, yaitu ketidakmasukan udara ke dalam perangkat. Untuk mengatasi hal ini, kami memutuskan untuk membuat lubang khusus yang memungkinkan aliran udara masuk ke dalam sistem.

Pada upaya kedua, lampu akhirnya berhasil menyala, tetapi nyala api yang dihasilkan hanya bertahan selama 10 detik. Menghadapi situasi ini, kami melakukan peningkatan lebih lanjut pada alat. Tabung berbentuk L yang sebelumnya digunakan kemudian digerus dan kami menambahkan tabung berdiameter 30 mm untuk memasukkan udara dengan volume yang lebih besar ke dalam sistem. Hasilnya sangat memuaskan; nyala api berhasil bertahan selama 3 menit dengan sempurna, menandakan bahwa perubahan-perubahan yang kami lakukan telah memberikan hasil yang diharapkan.

Perjalanan eksperimen ini memerlukan kerjasama tim yang erat dan kerja keras dalam mengatasi setiap rintangan yang muncul. Melalui berbagai perubahan dan penyesuaian yang kami lakukan, kami akhirnya mencapai kesuksesan dalam menciptakan nyala api yang tahan lama menggunakan gasifikasi dari biomassa sekam padi. Kami merasa sangat bersyukur atas hasil ini dan optimis bahwa temuan kami akan memberikan kontribusi berharga pada pengembangan teknologi ramah lingkungan di masa depan.



Gambar 4. Kompor reaktor sebelum dan sesudah modifikasi

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan diameter berbeda untuk laju aliran udara, didapatkan waktu nyala api yang bervariasi. Ketika menggunakan pipa dengan laju aliran udara berdiameter 16 mm, waktu nyala api yang dihasilkan hanya sekitar 2,33 detik. Namun, ketika menggunakan pipa dengan laju aliran udara berdiameter 30 mm, waktu nyala api mencapai 82,33 detik, menunjukkan bahwa api dapat bertahan lama dengan pengaturan udara yang tepat. Pada percobaan ini, reaktor berhasil mencapai nyala api yang cukup tahan lama pada pengujian kedua, menggunakan laju aliran udara berdiameter 30 mm, dengan waktu nyala api selama 82,33 detik. Saran kedepan untuk penelitian sejenis agar dimensi dari reaktor kompor lebih diperbesar agar efisiensi kerja dari pengujian lebih efektif

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang tulus atas segala bantuan, dukungan, dan kontribusi yang telah diberikan kepada kami dalam penulisan paper ilmiah ini. Penelitian ini tidak mungkin terwujud tanpa kerjasama dan dedikasi banyak pihak. Pertama-tama, kami ingin berterima kasih kepada keluarga kami atas dukungan moral dan semangat tanpa henti selama proses penelitian ini. Keberhasilan kami adalah hasil dari cinta, doa, dan pengertian yang mereka berikan. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada tim pengajar dan pembimbing kami. Terima kasih atas panduan, saran, dan wawasan yang telah mereka bagikan. Pembimbing kami telah memberikan arahan yang berharga, mempertajam fokus penelitian kami, dan membantu kami mengatasi setiap hambatan yang kami temui. Terima kasih

kepada rekan-rekan sejawat kami yang turut berkontribusi dalam diskusi dan tukar pikiran yang mendalam. Diskusi ini memberikan perspektif baru dan membantu kami melihat topik penelitian ini dari berbagai sudut pandang yang berbeda. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada lembaga penelitian yang telah memberikan dukungan keuangan dan fasilitas yang diperlukan untuk penelitian ini. Tanpa dukungan ini, penelitian kami tidak akan mencapai hasil yang memuaskan. Akhirnya, terima kasih kepada semua responden dan partisipan penelitian kami yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan data serta pandangan berharga mereka. Penelitian ini tidak akan memiliki makna tanpa kontribusi mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratiwi, I., 2020. RANCANG BANGUN ALAT GASIFIKASI BIOMASSA (KAYU KARET) SISTEM UPDRAFT SINGLE GAS OUTLET. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 11(01), pp.38-48.
- [2] Suliono, F.D. and Sudarmanta, B., 2020. Pengaruh kecepatan aliran udara dengan pengaturan dimmer pada tekanan udara masuk pada proses gasifikasi sekam padi terhadap pembentukan flammable gas. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 6(1), pp.62-68.
- [3] Dahlan, M., 2021. RANCANG BANGUN TUNGKU REAKTOR GASIFIKASI MODEL ALIRAN ATAS (UPDRAFT) BERBAHAN BAKAR SEKAM PADI. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) (Vol. 1, No. 1, pp. 314-319)*.
- [4] Dewi, R.P., 2020, October. Kajian potensi sekam padi sebagai energi alternatif pendukung ketahanan energi di wilayah magelang. In *SEMASTER" Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan" (Vol. 1, No. 1)*.
- [5] Nurhilal, O., Faizal, F. and Poetra, H., 2019. Pengaruh Laju Aliran Udara Terhadap Konsentrasi Gas Mampu Bakar dan Daya Gasifikasi. *JIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 3(2), pp.84-90.
- [6] Irawan, I., Kusairi, A., Budiarto, H., No, J.R.T. and Madura, K.B., 2021. Studi Gasifikasi Pengembangan Tongkol Jagung dan Jerami Padi Menggunakan Reaktor Downdraft dengan Dua Masukan Udara Tekan.
- [7] Ferdinandsyah, R., Erwin, E. and Wiyono, S., 2022. Karakterisasi Performa Genset Diesel 5 kW menggunakan Syngas Sekam Padi dengan Variasi Pembebanan. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi*, pp.53-60.
- [8] Prasetyani, C.F., Suwandi, S. and Iskandar, R.F., 2019. Pengaruh Jenis Biomassa Dan Kecepatan Aliran Udara Terhadap Kinerja Kompur Gasifikasi Biomassa (the Influence of The Biomass Type and The Speed of Air Flow on The Performance of Biomass Gasification Stove). *eProceedings of Engineering*, 6(2).