

Perancangan Reaktor Gasifikasi Biomassa Sebagai Tungku Pembakaran Alat Pengering Berbahan Bakar Kayu Kesambi

Marselinus T. Gabul¹, Wenseslaus Bunganaen^{2*}, Erich U. K. Maliwemu³

¹⁻³) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: wensbunganaen@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Gasifikasi merupakan suatu teknologi untuk mengkonversi biomassa padat menjadi gas menggunakan gasifier dan mampu membakar (CO, CH₄, H₂) melalui pembakaran atau gasifikasi dengan suplai udara 11,41 m/s. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perancangan alat pengering hasil produk pertanian pasca panen dengan menggunakan reaktor gasifikasi sebagai tungku pembakaran berbahan bakar kayu kesambi terhadap temperatur pembakaran, waktu penyalaan awal dan waktu nyala efektif pada tungku gasifikasi downdraft. Penelitian dilakukan dengan mengvariasikan berat bahan bakar, yaitu 10 kg, 12 kg dan 15 kg. Kemudian mengambil data meliputi temperatur pembakaran dan gas yang dikeluarkan. Hasil penelitian menunjukkan variasi bahan bakar kayu kesambi dengan temperatur tertinggi sebesar 607,3 °C sedangkan pada saat proses gasifikasi berat awal kayu kesambi 10 kg turun menjadi 8,9 kg, 12 kg turun menjadi 10,6 kg dan 15 kg turun menjadi 13,2 kg dari hasil setiap pengujian dapat disimpulkan bahwa gas yang dihasilkan dalam setiap pembakaran sangat bergantung pada banyaknya bahan bakar yang digasifikasikan.

ABSTRACT

Gasification is a technology for converting solid biomass into gas using a gasifier and is capable of burning (CO, CH₄, H₂) through combustion or gasification with an air supply of 11.41 m/s. The aim of this research is to determine the design of a post-harvest agricultural product dryer using a gasification reactor as a kesambi wood-fueled combustion furnace regarding combustion temperature, initial ignition time and effective ignition time in a downdraft gasification furnace. The research was carried out by varying the weight of the fuel, namely 10 kg, 12 kg and 15 kg. Then take data including combustion temperature and gas released. The results of the research showed variations in kesambi wood fuel with the highest temperature of 607.3 °C, whereas during the gasification process the initial weight of 10 kg kesambi wood decreased to 8.9 kg, 12 kg decreased to 10.6 kg and 15 kg decreased to 13.2 kg. From the results of each test, it can be concluded that the gas produced in each combustion is very dependent on the amount of fuel to be gasifier.

Keywords: Gasifikasi, Pengering dan Kayu Kesambi

PENDAHULUAN

Problem saat ini bagi petani pada saat musim produksi hasil pertanian adalah tingkat curah hujan yang tinggi dan menyebabkan intensitas cahaya matahari berkurang. Sehingga menyebabkan lambatnya proses pengeringan. Selain itu, kebiasaan lainnya mengandalkan bahan bakar minyak untuk mengeringkan produk hasil pertanian tersebut. Namun sifatnya yang tidak bisa diperbarui atau *non-renewable* membuat jumlahnya terus menipis seiring dengan semakin bertambahnya kebutuhan masyarakat dan

industri bahan bakar minyak ini. Berkenaan dengan hal tersebut masyarakat dan industri beralih untuk menggunakan gas, batu bara ataupun bahan alternatif lainnya.

Salah satu jenis bahan alternatif tersebut adalah biomassa. Biomassa mampu menjawab kekurangan bahan bakar yang sifatnya *non-renewable*. Hal ini disebabkan karena biomassa merupakan bahan yang dapat diperbarui dan ketersediaannya cukup melimpah di Indonesia. Salah satu contoh biomassa tersebut menurut Jamilatun, (2008) adalah hasil limbah pertanian seperti kulit kelapa, kulit singkong, batang bambu, sekam padi, dan serbuk gergaji kayu. Namun juga,

bahan baku lainnya yang belum banyak dilakukan dalam pembakaran gas biomassa adalah kayu kesambi karena memberikan keuntungan yang lebih bila dibandingkan dengan bahan bakar fosil (Anonymous, 2004).

Pemanfaatan biomassa untuk mengatasi kelangkaan energi tidak terbarukan adalah dengan metode gasifikasi biomassa. Secara garis besar gasifikasi adalah sebuah reaksi termokimia yang mengubah bahan bakar padat menjadi gas. Untuk membuat sebuah gasifikasi biomassa dirancang alat untuk mengubah biomassa padat tersebut menjadi bahan bakar padat menjadi gas atau yang dikenal dengan gasifikasi. Proses gasifikasi menghasilkan gas-gas yang sifatnya mudah terbakar yaitu CH_4 . (Metana), H_2 . (Hidrogen), dan CO (Karbon Monoksida), sehingga bisa menggantikan fungsi dari bahan bakar gas yang digunakan untuk memasak dan hal-hal lain yang menggunakan gas sebagai energinya.

Berdasarkan arah alirannya gasifikasi dibedakan menjadi gasifikasi *downdraft*, *updraft*, dan *crossdraft*. Gasifikasi tipe *downdraft* adalah gasifikasi yang memiliki arah padatan dan aliran udara yang sama yaitu ke bawah menuju zona gasifikasi yang panas, hal ini memungkinkan tar yang terdapat asap terbakar hingga gas dihasilkan lebih bersih. Keuntungan gasifikasi tipe ini adalah dapat dioperasikan secara berkesinambungan dengan cara menambahkan bahan bakar melalui bagian atas reaktor.

Perencanaan mesin merupakan suatu proses atau usaha yang dilakukan tiap individu atau kerja sama manusia yang bertujuan memperoleh suatu karya alat bantu yang dapat mempermudah pekerjaan manusia dan berguna bagi kemajuan teknologi. Pada kemajuan zaman yang modern saat ini menuntut semua orang untuk berperan aktif menggunakan kreatifitas dan berinovasi menciptakan suatu alat yang berkualitas untuk menunjang kebutuhan manusia sendiri. Sebagai tindakan yang harus dilakukan manusia didalam mempermudah serta mempersingkat suatu pekerjaan dan memperoleh hasil yang sesuai dengan apa yang direncanakan. Maka perencanaan mesin

sangatlah dibutuhkan oleh manusia dalam melakukan aktifitas pekerjaannya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian jenis pengujian kinerja alat dan eksperimen. Penelitian yang dilakukan dengan membuat pengering rumput laut.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

- Pembuatan Tungku

Tungku digunakan sebagai media pembakaran bahan bakar kayu kesambi sebagai sumber panas alat pengering dalam pembuatan tungku, penulis mempersiapkan komponen-komponen sebagai berikut: drum, pecahan genteng dan jaring penyangga arang seperti pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Tungku

- Pembuatan Dudukan Tungku

Dudukan tungku merupakan rangka untuk menopang atau dudukan tungku agar tetap seimbang. Pembuatan dudukan tungku terbuat dari besi siku 3 x 3 cm. Setelah mempersiapkan bahan yang akan digunakan langkah selanjutnya. Potong besi siku dengan ukuran 40 x 40 cm lalu di las sesuai desain

yang telah di buat. Kemudian di pasang sebagai dudukan tungku.



Gambar 2. Rangka dudukan tungku

- Pembuatan Pipa Penyalur Gas dan Perangkap Air

Pipa penyalur gas hasil pembakaran yang berfungsi untuk menyalurkan gas dari reaktor ke kekompor yang berfungsi sebagai sumber api untuk menhidupkan kompor gas ke ruang pengering dengan bantuan blower/kipas keong seperti Gambar 3 dibawah ini.



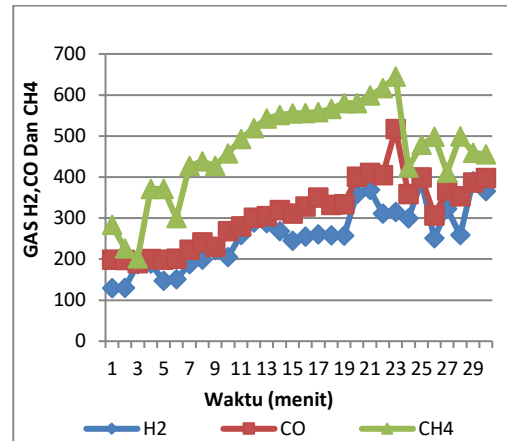
Gambar 3. Pipa distribusi gas

HASIL DAN PEMBAHASAN

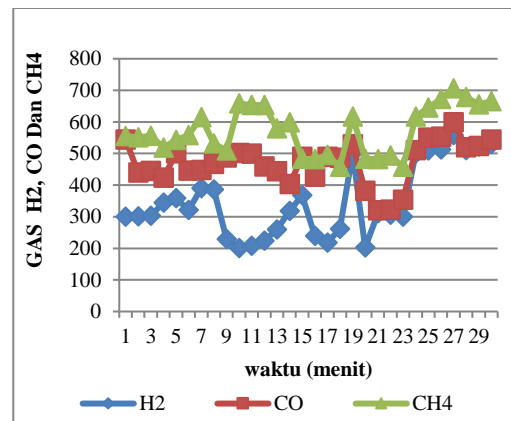
Hasil Pengujian

Dalam pengujian alat ini pengambilan data dilakukan 3 kali pengujian. Pengujian yang bergantung jumlah pembakaran kayu kesambi terhadap suhu dan gas yang dikeluarkan. Jumlah bahan bakar (kayu kesambi) yang digunakan dalam pengujian memiliki berat: 10 kg, 12 kg, dan 15 kg. Dalam pengujian ini setiap pengujian memiliki kecepatan angin blower 11,41 m/s.

Hasil gas gasifikasi pengujian pertama dengan kapasitas kayu 10 dimulai pada pukul 10.00–10.30 (selama 30 menit) dengan berat awal kayu 10 Kg setelah dilakukan gasifikasi maka berat kayu menjadi 8,9 Kg



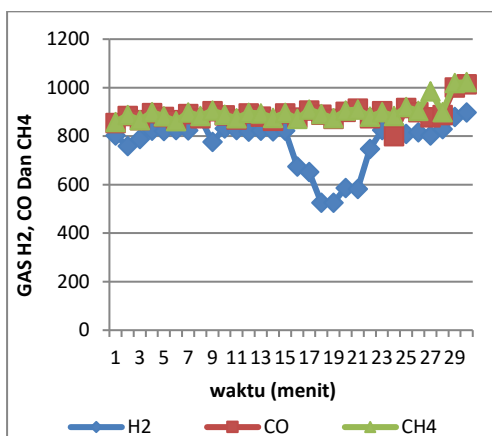
Gambar 4. Hasil Pembakaran 10 Kg Bahan Bakar



Gambar 5. Hasil Pembakaran 12 Kg Bahan Bakar

Hasil gas gasifikasi pengujian kedua dengan kapasitas kayu 12 dimulai pada pukul 11.00–11.30 (selama 30 menit) dengan berat awal kayu 12 Kg setelah dilakukan gasifikasi maka berat kayu menjadi 10,6 Kg

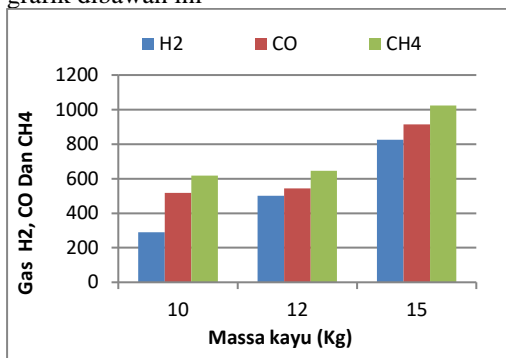
Hasil gas gasifikasi pengujian ketiga dengan kapasitas kayu 15 dimulai pada pukul 09.00–09.30 (selama 30 menit) dengan berat awal kayu 15 Kg setelah dilakukan gasifikasi maka berat kayu menjadi 13,2 Kg



Gambar 6. Hasil Pembakaran 15 Kg Bahan Bakar

Perbandingan Massa Bahan Bakar Terhadap Hasil Gas disetiap pengujian

Dari ketiga pengujian diatas dengan menggunakan variasi bahan bakar yaitu, 10 kg, 12 kg dan 15 kg dapat digambar pada grafik dibawah ini



Gambar 7. Hasil perbandingan massa bahan bakar.

Pada proses hasil pengujian pada tungku gasifikasi yang pertama di buatkan yaitu pembuatan tungku yang sebagai tempat pembakaran bahan bakar kayu kesambi untuk menghasilkan gas. Tungku terbuat dari drum (berbentuk tabung) yang lapisan didalam dilapisi dengan campuran semen dan pecahan genteng dengan berat tungku 50 kg dan dimensi tungku memiliki tinggi 60 cm dan berdiameter 40 cm dalam dinding tungku dilapisi dengan pecahan genteng agar bisa

menahan panas saat pembakaran setelah tungku dibuat tungku maka langka selanjutnya membuat pipa penyalur gas yang terbuat dari pipa stainless dengan ukuran panjang pipa 90 cm dan berdiameter 59,9 mm dengan ketebalan 2,9 mm dan lanjut dengan pembuatan kerangka tungku dengan ukuran 40 x 40 cm untuk menopang tungku gasifikasi. Dalam penelitian ini temperatur dalam tungku terjadi pembakaran pada bahan bakar kayu kesambi hingga menghasilkan gas yang berupa syngas.

Sumber arus listrik dalam rancang bangun alat ini berasal dari energi listrik dengan daya 2200 VA sehingga bisa mensuplay daya blower sebesar 160 watt. Pada pengujian pengambilan data gas hasil pembakaran di ambil melalui mikrokontroler arduino nano old yang di deteksi melalui tiga sensor gas yaitu sensor mq4 (NH₄ gas metan), mq7 (CO gas karbon oksida) dan mq135 (H₂ gas karbon monoksida) dan di tampilkan pada layar monitor laptop Tosibha.

Secara umum, proses gasifikasi meliputi 4 tahapan proses berupa *drying*, pirolisis, oksidasi parsial dan reduksi. *Drying* merupakan tahapan pertama dari proses gasifikasi, yaitu proses penguapan kandungan air didalam biomassa melalui pemberian panas pada interval suhu 100 - 300°C. pada proses *drying*, biomassa tidak mengalami penguraian unsur-unsur kimianya (dekomposisi kimia) tetapi hanya terjadi pelepasan kandungan air dalam bentuk uap air.

Proses pirolisis merupakan proses exoterm yang melepas sejumlah panas pada interval suhu 300-900°C selanjutnya sisa arang arang karbon akan mengalami proses oksidasi parsial, ini digunakan untuk mengatasi kebutuhan panas dari reaksi reduksi endotermis dan untuk mencegah hidrokarbon yang telah terbentuk selama proses pirolisis.

Proses reduksi gas dan ini terjadi pada interval suhu 400°-900°C. Reduksi gas melalui reaksi kesetimbangan menurut Boudouard equilibrium reaction dan reduksi gas melalui reaksi kesetimbangan water-gas reaction, dimana reaksi-reaksi tersebut secara dominan dipengaruhi oleh suhu dan tekanan. (Dwi, 2012)

Pada proses pengujian tungku gasifikasi berbahan bakar kayu kesambi dengan menggunakan tungku pembakaran, peneliti memperoleh temperatur panas pada tungku paling tinggi 607,3°C yang dihasilkan dari tungku pembakaran kurang maksimal dikarenakan jumlah bahan bakar(kayu kesambi) Dalam pengujian alat ini pengambilan data dilakukan 3 kali pengujian. Pengujian yang bergantung jumlah pembakaran kayu kesambi terhadap suhu dan gas yang dikeluarkan. Jumlah bahan bakar(kayu kesambi) yang digunakan dalam pengujian memiliki berat: 10 kg, 12 kg, dan 15 kg. Dalam pengujian ini setiap pengujian memiliki kecepatan angin blower 11,41 m/s.

Hasil gas gasifikasi pengujian pertama dengan kapasitas kayu 10 kg dimulai pada pukul 10.00–10.30 (selama 30 menit) dengan berat awal kayu 10 Kg setelah dilakukan gasifikasi maka berat kayu menjadi 8,9 Kg dapat menghasilkan gas 289 PPM (H₂), 517 PPM (CO) dan 617 PPM (CH₄). Hasil gas gasifikasi pengujian kedua dengan kapasitas kayu 12 kg dimulai pada pukul 11.00–11.30 (selama 1 jam) dengan berat awal kayu 12 Kg setelah dilakukan gasifikasi maka berat kayu menjadi 10,6 Kg dapat menghasilkan gas 501 PPM (H₂), 544 PPM CO dan 645 PPM (CH₄).

Hasil gas gasifikasi pengujian ketiga dengan kapasitas kayu 15 kg dimulai pada pukul 09.00–09.30 (selama 1 jam) dengan berat awal kayu 15 Kg setelah dilakukan gasifikasi maka berat kayu menjadi 13,2 Kg dapat menghasilkan gas 826 PPM (H₂), 914 PPM CO dan 1023 PPM (CH₄)

KESIMPULAN

Dari peneitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa peneliti sudah berhasil merancang sebuah reaktor gasifikasi biomassa sebagai tungku alat pengereng dengan berbahan bakar kayu kesambi, pembakaran pada tungku gasifikasi ini sangat bergantung pada variasi bahan bakar dan temperatur pada tungku pembakaran, temperatur yang di pakai pada penelitian ini 607,3°C sedangkan pada saat proses gasifikasi berat awal kayu kesambi

10 kg turun menjadi 8,9 kg, 12 kg turun menjadi 10,6 kg dan 15 kg turun menjadi 13,2 kg.

Dari hasil gas gasifikasi pengujian pertama dengan kapasitas kayu 10 kg dimulai pada pukul 10.00–10.30 (selama 30 menit) dengan berat awal kayu 10 Kg setelah dilakukan gasifikasi maka berat kayu menjadi 8,9 Kg dapat menghasilkan gas 289 PPM (H₂), 517 PPM (CO) dan 617 PPM (CH₄). Hasil gas gasifikasi pengujian kedua dengan kapasitas kayu 12 kg dimulai pada pukul 11.00–11.30 (selama 1 jam) dengan berat awal kayu 12 Kg setelah dilakukan gasifikasi maka berat kayu menjadi 10,6 Kg dapat menghasilkan gas 501 PPM (H₂), 544 PPM CO dan 645 PPM (CH₄), sedangkan gas gasifikasi pengujian ketiga dengan kapasitas kayu 15 kg dimulai pada pukul 09.00–09.30 (selama 1 jam) dengan berat awal kayu 15 Kg setelah dilakukan gasifikasi maka berat kayu menjadi 13,2 Kg dapat menghasilkan gas 826 PPM (H₂), 914 PPM CO dan 1023 PPM (CH₄).

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A. Mulyanto, M. Athar, T. Mesin, F. Teknik, and U. Mataram. 2016. “Pengaruh Ketinggian Lubang Udara Pada Tungku Pembakaran Biomassa Terhadap Unjuk Kerjanya,” vol. 6, no. 1.
- [2]. Anonymous. 2004. “wood Biomass For Energy.” Tecline Fores Products Laboratory. <http://www.fpl.fs.fed.us>. Diakses pada 12-11-2022
- [3]. D. Satria *et al.* 2017. “Rancang Bangun Tungku Biomassa Mesin Pengereng Rumput Laut Kapasitas 600 Kilogram per Proses,” *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, Vol. 5, No. 2, September 2017, vol. 5, no. 2, pp. 422–428,.
- [4]. Ignasius D. Hagur. T. Mesin, F. Teknik, Undana. Kupang. “Rancang Bangun Alat Pengereng Rumput Laut Berbahan Dasar Briket Sekam Padi”. *Jurnal*

- Energi dan Manufaktur* Vol 9 No. 2. Oktober 2016 (1-6).
- [5]. Pratiwi, P. Studi, T. Analisis, L. Migas, and P. Akamigas. 2020. "Rancang Bangun Alat Gasifikasi Biomassa (Kayu Karet) Sistem Updraft Single Gas Outlet Design Of Biomass Gasification Equipment (Rubber Wood) Updraft Single Gas Outlet System," vol. 11, no. 01, pp. 38–49.
- [6]. K. Septiana Indriyani (2019) Pemanfaatan Sektor Pertanian Sebagai Penunjang Pertumbuhan Perekonomian Indonesia. *Jurnal Transaksi*. (11) 1
- [7]. N. Publikasi, T. Akhir, and M. R. Khoiri. 2016. "Rancang bangun tungku gasifikasi tipe downdraft continue bahan bakar sekam padi.
- [8]. O. Adiyanto *et al.* 2017 "Dengan Menggunakan Kombinasi Energi Surya Dan Energi Biomassa," *JISI Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10.
- [9]. R. I. Dhimas Satria, Sirajuddin, S. Haryati, A. Susanto, I. Rosyadi, and M. M. R. Wicaksono. 2019. "Karakterisasi Asap Cair Dari Kesambi (*Schleichera oleosa*) dan Aplikasinya Pada Tahu," in *Carbohydrate Polymers*, vol. 6, no. 1, , pp. 5–10.
- [10]. Jami Jamilatun S. 2008. Sifat-sifat penyalan dan pembakaran briket biomassa, briket batubara dan arang kayu. *Jurnal Rekayasa Proses*.2(2): 39-40.