

VARIASI KECEPATAN ALIRAN UDARA PADA TUNGKU GASIFIKASILIMBAH BIOMASSA TERHADAP NYALA EFEKTIF DAN TEMPERATUR PEMBAKARAN

Wijianto¹, Subroto¹, Sarjito¹

¹Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
wijianto@ums.ac.id (wijianto)

ABSTRAC

Gasification is a process of energy conversion at thermo chemical process where is a solid fuel changed into a fuel gas. The process it occur at a device that called gasifier. Gasification process is done by limiting of oxygen (O₂) that entering the gasifier. In general, gasification process produce gases such as CH₄, H₂ and CO as well as other compounds such as H₂S, CO₂ and Tar. This study aimed to obtain the best of combustion temperature and time flame effective by variation of air flow rate in gasifier and variation of biomass. This research is based on the updraft gasifier. Gas that is produced by gasification proces flows into the burner, where the direction is the same as the flow of air from the blower. Variation of air flow that are produced by air blower are used to supply oxygen in the reactor. Biomass wastes such as pieces of bamboo, rice straw, wood chips, and rice husks are used as raw material for gasification process. All biomass waste is crushed in order to obtain uniform size using 20 mesh. Results from this Research is showed that the best air flow at speed 10 m/s and the best raw material as source of heat at gasification proces is rice husk. This gasification produce the effective flame for as long as 33 minutes and the average of temperature is of 600°C.

Keywords: *Gasification, gasifier, effective flame*

PENDAHULUAN

Gasifikasi limbah biomasa adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengalihkan kebutuhan energi fosil seperti minyak tanah, solar dan lain-lain dengan menggunakan limbah biomassa seperti sekam padi, potongan kayu sebagai substitusi energi. Selain karena bahan biomassa adalah bahan yang dapat diperbari dalam kurun waktu yang relative singkat, ketersediaannya di Indonesia juga dirasa cukup melimpah.

Secara garis besar gasifikasi adalah sebuah reaksi termokimia yang mengubah bahan bakar padat menjadi gas. Dan untuk membuat sebuah gasifikasi biomasa dibuat alat untuk mengubah biomassa padat tersebut menjadi bahan bakar gas atau yang dikenal dengan reaktor gasifier.

Hingga sekarang sudah banyak akademisi dan peneliti yang sudah mengembangkan berbagai desain gasifier. Dari yang berskala industri, skala kecil juga gasifier tepat guna. Ada beberapa tipe yang menjadi dasar dalam perancangan pembuatan gasifier diantaranya adalah tungku gasifikasi tipe updraft. Keuntungan dari tipe updraft ini adalah hampir seluruh bahan bakar terbakar sempurna, sedikit sekali arang atau abu dari sisa pembakaran ini. Dengan variasi isolator

pada reaktor gasifier diharapkan dapat mengisolasi panas yang didapat dari eaktor tersebut, sehingga dapat menghasilkan temperatur dan nyala efektif yang maksimal.

Varisasi limbah biomassa digunakan agar dapat mengetahui limbah terbaik yang cocok digunakan dalam model gasifikasi tipe ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Perancangan dan uji-kinerja reaktor gasifikasi sekam padi skala kecil dengan dimensi diameter reaktor 13,97 cm dan tinggi reaktor 60 cm sudah mampu mengeluarkan lidah api pada menit ke 7 dari start up. Nyala api yang dihasilkan masih kurang stabil seperti yang diharapkan, karena masih kurang lancarnya proses gasifikasi. Terutama dibagian burner yang masih menyimpan endapan atau padatan sisa pembakaran. (Wusana Agung W. At al 2010).

Wijianto, (2015) menyatakan bahwa temperatur tertinggi dalam proses gasifikasi tidak tergantung dari besarnya kecepatan udara yang mengalir dalam reaktor. Diperlukan kecepatan yang ideal sehingga dapat menghasilkan nyala efektif dan temperatur nyala yang terbaik.

Belonio (2005), mendisain kompor gas sekam padi dengan konsep energi alternatif, dimana burner kompor tersebut terbuat dari stainless steel. Untuk membuat gas dari sekam padi digunakan teknologi gasifikasi. Prodes gasifikasi dilakukan dengan membakar sekam padi kering sehingga menghasilkan gas yang mudah terbakar dengan bantuan fan. Gas tersebut mengandung gas metana sebesar 0.5%-7% volume.

Dassapa, S. (2001) dalam risetnya menyatakan bahwa peningkatan jumlah oksigen yang masuk kedalam reaktor akan meningkatkan besar nyala api yang terjadi.

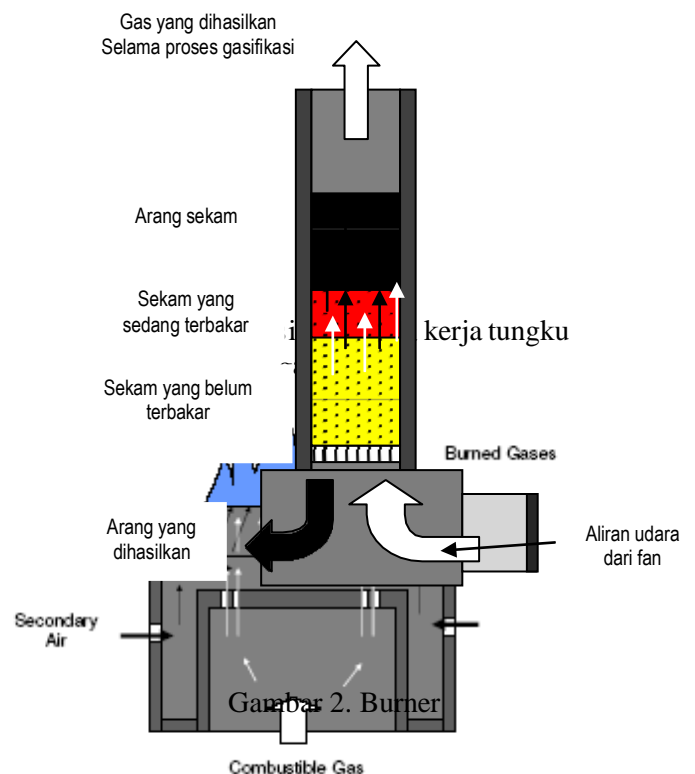
Arima Sanindita (2013) meneliti untuk mendapatkan desain dan kontruksi tungku gasifikasi dengan kapasitas 4 kg bahan bakar sekam padi, mengetahui pengaruh kecepatan udara terhadap temperatur pembakaran, mengetahui waktu lama nyala efektif dan mengetahui lama pendidihan air. Hasilnya semakin besar kecepatan udara yang dihasilkan maka semakin tinggi pula temperatur pembakaran pada tungku gasifikasi sekam padi.

Subroto (2014) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa proses gasifikasi kompor metanol dengan variasi burner bahwa bahan baku mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan dalam proses pembakaran. Ristiyo (2014), melakukan pengujian tungku gasifikasi limbah grajen glugu tipe updraft, kemudian menganalisis hasil pembakaran tungku gasifikasi dengan variasi kecepatan udara 3,0 m/s, 5,0 m/s, 7,0 m/s. Hasil pengujian menunjukkan kecepatan udara terbaik didapatkan pada kecepatan udara 5,0 m/s dengan temperatur pembakaran paling tinggi dari ketiga percobaan, yaitu 229°C.

Harison (2014), melakukan pengujian pada tungku gasifikasi biomasa kayu pinus, kemudian menganalisis hasil pembakaran tungku gasifikasi dengan variasi luasan udara sekunder yaitu 6 lubang (4,68 cm²), 9 lubang (7,02 cm²), 12 lubang (9,36 cm²), 18 lubang (14,04 cm²), 24 lubang (18,72 cm²). Hasil pengujian menunjukkan kinerja tungku gasifikasi terbaik diperoleh pada variasi 12 lubang (9,36 cm²) menghasilkan nilai efisiensi 22,82% dan temperatur nyala api 692,2°C dengan nyala tungku sebesar 52,63 menit/kg.

PRINSIP DAN CARA KERJA TUNGKU GASIFIKASI

Cara kerja tungku ini adalah bahan bakar dibakar di dalam reaktor gasifier dari bagian atas dengan cara membakar beberapa potongan kertas atau dengan cara maenggunakan minyak tanah. Lapisan bahan bakar yang terbakar atau *combustion zone* akan bergerak ke bagian bawah reaktordengan kecepatan rata-rata 1 cm sampai dengan 2 cm per menit tergantung jumlah udara yang diberikan oleh blower penyuplai udara. Semakin banyak jumlah udara yang diberikan, maka akan semakin cepat pergerakan bahan bakar di dalam reaktor gasifier. Akibat adanya pembakaran di dalam rektor tersebut, bahan bakar limbah biomassa akan berubah menjadi arang atau karbon. Karbon yang dihasilkan akan bereaksi dengan udara yang diberikan oleh kipas menghasilkan gas yang mudah terbakar. Gas tersebut akan keluar dari reaktor melewati lubang pada burner dan bercampur dengan udara yang masuk melalui *secondary holes* sehingga apabila dibakar akan menghasilkan nyala api dengan warna yang biru hampair sepertinyala api yang dihasilkan oleh kompor gas LPG. Besar kecilnya api yang dihasilkan dapat diatur dengan menggunakan pengatur kecepatan udara yang masuk pada reaktor gasifier. Semakin besar kecepatan putaran blower, maka seamakin besar nyala api yang dihasilkan, namun demikian api yang besar tesebut belum tentu efektif karena sifat bahan baku gasifikasi yang digunakan.



METODOLOGI PENELITIAN

Tahap awal dari kegiatan penelitian ini adalah pengumpulan bahan baku yang berupa limbah biomassa potensial di Indonesia (grajen, potongan kayu, sekam padi, jerami, dan potongan bambu), dimana bahan bahan baku tersebut sangat mudah didapatkan. Setelah bahan baku diperoleh, dilakukan penghancuran guna memperoleh ukuran butiran yang homogen setelah itu dilakukan pengayakan/penyaringan butiran dengan ukuran mesh 20. Keseragaman butiran ini sangat penting guna mempermudah proses penyalaan dan memperoleh nyala efektif yang terbaik. Dengan keseragaman ukuran butiran ini juga akan membuat bahan baku dapat terbakar seragam atau bersamaan, sehingga sisa arang hasil pembakaran sedikit bahkan hampir tidak ada.

Tahapan selanjutnya adalah pembuatan modifikasi reaktor gasifier. Dalam tahapan ini, dilakukan modifikasi reaktor gasifier dengan mendasarka pada desain tungku gasifikasi yang telah ada. Adapun modifikasi yang dilakukan adalah, modifikasi jenis bahan isolator/dinding, modifikasi bahan dinding dilakukan dengan satu pemikiran bahwa proses gasifikasi berlangsung pada temperatur yang cukup tinggi, penurunan temperatur gasifier akan menyebabkan munculnya tar sehingga akan mengurangi gas yang dihasilkan dari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan desain yang telah dibuat, kemudian dilakukan pembuatan rangkaian alat gasifier setelah itu dilakukan pengujian dengan variasi-variasi yang telah ditetapkan. Dari

gasifikasi, oleh karena itu sangat penting untuk menjaga temperatur gasifier tetap tinggi yaitu dengan jalan memilih bahan dinding yang bersifat isolator agar panas yang hilang dari gasifier ke lingkungan dapat seminimal mungkin. Isolator yang digunakan dalam reaktor gasifier adalah tanah liat tahan api.

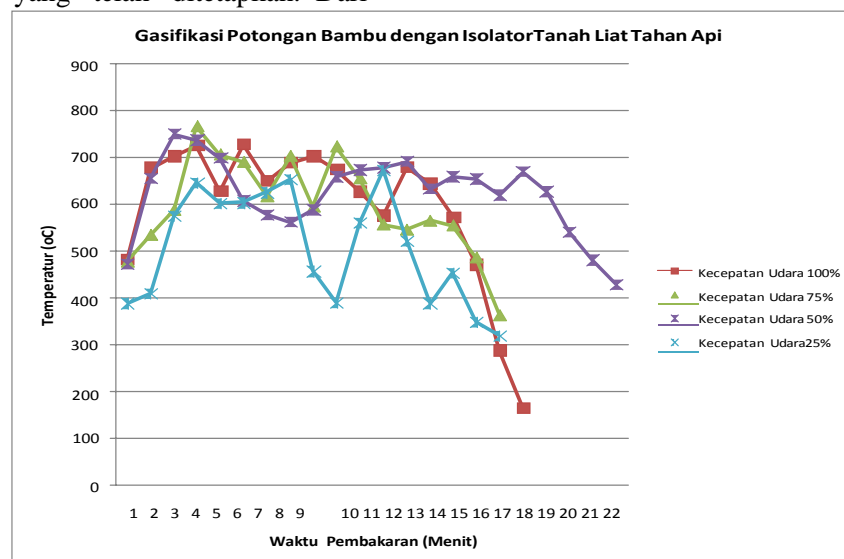
Kecepatan udara yang keluar dari blower sebagai peyuplai udara dalam proses gasifikasi dibuat variasi 4 kecepatan, yaitu kecepatan 20 m/s dengan seluruh lubang penutup pada blower kita tutup sempurna, kecepatan 15 m/s dengan membuka seperempat (25%) lubang pada blower, kecepatan 10 m/s dengan membuka setengah (50%) lubang udara pada blower dan kecepatan 6 m/s dengan membuka tiga perempat (75%) lubang udara pada blower.

Dengan variasi tersebut kecepatan udara yang masuk pada reaktor gasifier tersebut diharapkan memperoleh kecepatan yang terbaik dari berbagai bahan baku pada proses gasifikasi.

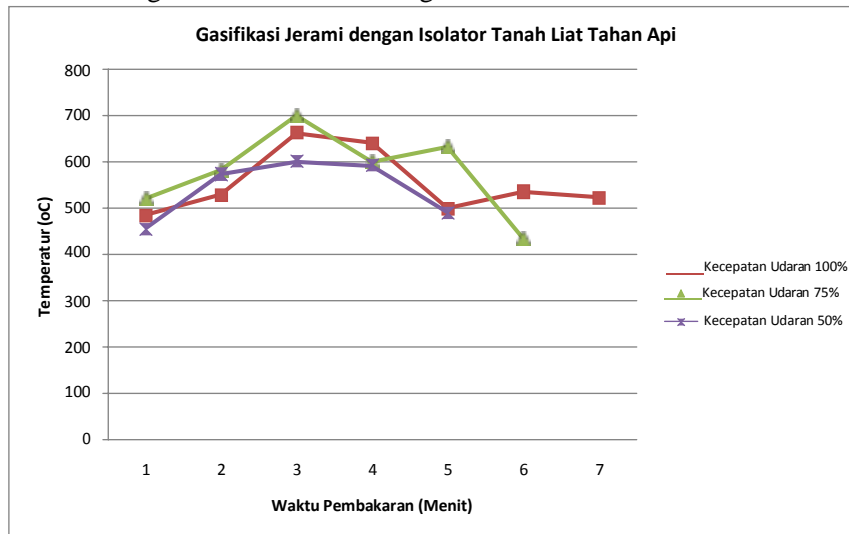
Langkah selanjutnya adalah mengukur lama nyala efektif yang terjadi, setelah proses gasifikasi terjadi dengan variasi kecepatan udara dan jenis bahan baku pembakaran.

Proses analisa dan diskusi selanjutnya dilakukan guna memberikan kesimpulan dari rangkain penelitian ini.

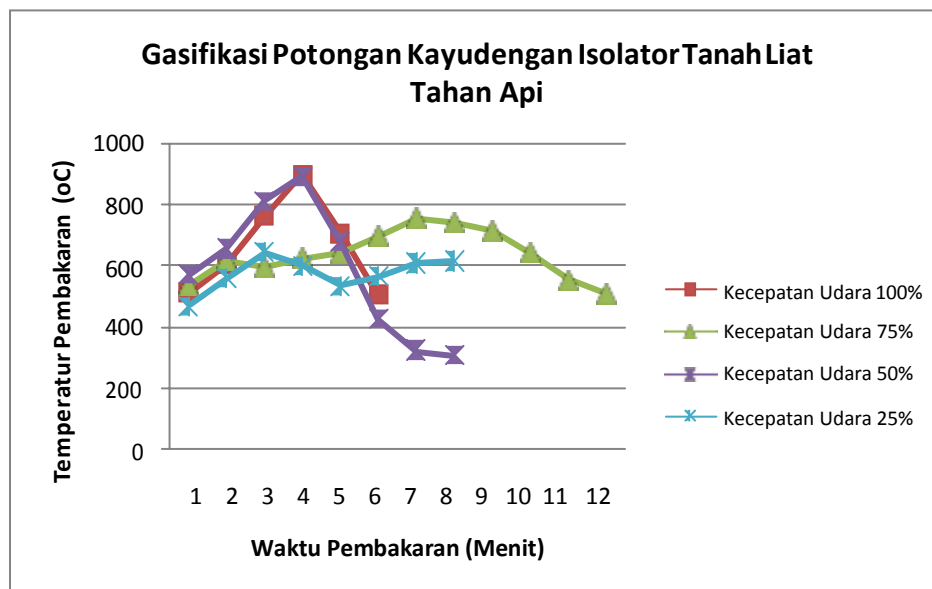
semua percobaan dengan isolator tanah liat tahan api, didapat kesimpulan grafik sebagai berikut:



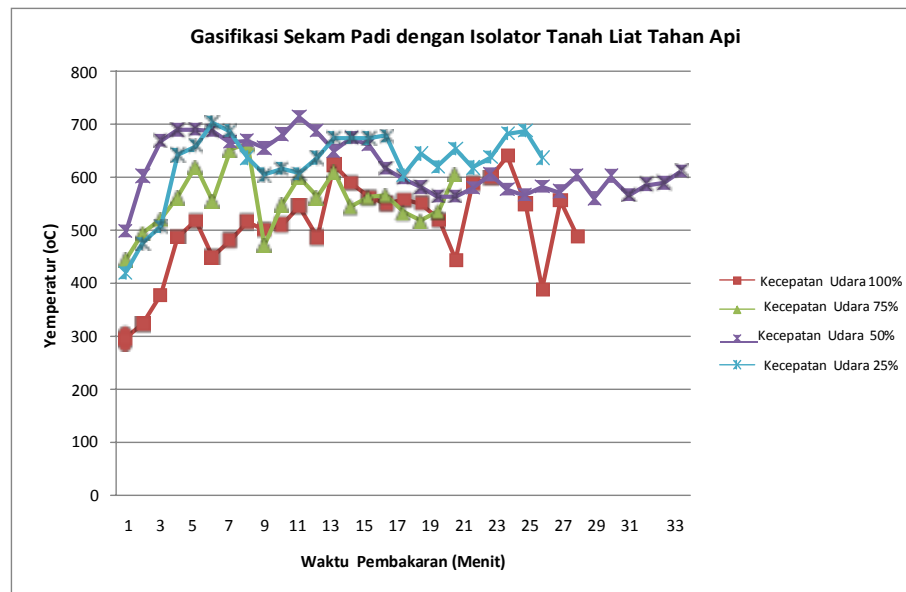
Grafik 1. Perbandingan antara Waktu Pembakaran dan Temperatur Hasil Pembakaran Material Potongan Bambu dan Dinding Isolator Gasifier Tanah Liat Tahan Api



Grafik 2. Perbandingan antara Waktu Pembakaran dan Temperatur Hasil Pembakaran Material Jerami dan Dinding Isolator Gasifier Tanah Liat Tahan Api



Grafik 3. Perbandingan antara Waktu Pembakaran dan Temperatur Hasil Pembakaran Material Potongan Kayu dan Dinding Isolator Gasifier Tanah Liat Tahan Api



Grafik 4. Perbandingan antara Waktu Pembakaran dan Temperatur Hasil Pembakaran Material Sekam Padi dan Dinding Isolator Gasifier Tanah Liat Tahan Api

Pada grafik 1 terlihat jelas bahwa bahan baku gasifikasi dari potongan bambu dapat pada kecepatan aliran udara 50% dapat menghasilkan teperatur nyala efektif yang cenderung konstan dengan lama nyala juga lebih lama dari kecepatan udara lainnya. Lama nyala efektif pada bahan baku potongan bambu dengan kecepatan udara 10 m/s selama 22 menit.

Untuk bahan baku jerami atau batang padi (grafik 2) diperoleh hasil yang kurang bagus, karena sifat jerami sendiri yang mudah terbakar dan memiliki nilai kalor yang rendah. Bahkan untuk aliran kecepatan udara 25% tidak mengalami proses gasifikasi. Nyala efektif yang terbaik hanya selama 7 menit pada kecepatan udara 100%.

Hal serupa terjadi pada proses pengujian dengan bahan baku potongan kayu (grafik 3), walaupun tidak sejelek bahan dari jerami, proses gasifikasinya juga tidak terlalu lama, Pada kecepatan aliran udara 75% didapat hasil terbaik untuk waktu nyala efektifnya, yaitu sekitar 12 menit.

Pada grafik 4 terlihat jelas bahwa bahan baku untuk pembakaran gasifikasi dari sekam padi dapat menunjukkan hasil yang sangat bagus, dimana temperatur efektifnya sangat konstan yaitu kurang lebih 600°C dengan nyala efektif

selama 33 menit. Hasil ini terjadi pada kecepatan aliran udara blower sebesar 50% atau 10 m/s.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahan baku dari limbah biomass yang terbaik untuk proses gasifikasi adalah sekam padi, karena pada bahan baku sekam padi ini dapat mencapai waktu pembakaran terpanjang sebesar 33 menit dengan temperatur nyala efektif yang dihasilkan adalah sekitar 600 °C.
2. Kecepatan aliran udara yang dihasilkan oleh blower yang paling baik adalah sebesar 50% atau 10 m/s, kecepatan ini adalah kecepatan yang ideal untuk mendapat nyala efektif dan temperatur efektif yang terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Peneliti mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada DP2M Ditjen DIKTI Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Dikti atas pendanaan kegiatan penelitian ini melalui Riset Hibah Bersaing tahun anggaran 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Belonio, A. T., 2005, *Rice Husk Gas Stove Handbook*, Department of Agricultural Engineering and Environmental Management College of Agriculture, Central Philippine University, Iloilo City Philippines
- Campbell, P.E., 2005. *Advanced Combustion and Gasification of Fuel Blends*, Northern Ireland Centre for Energy Research and Technology.
- Dassapa, S., Paul, P.J., 2001, *Gasification of Char Particle Beds : Analysis and Results*, Int.J.Eng.Res. 25, pp. 1053-1072
- Ristiyo Soni, 2014. *Studi Pengujian Karakteristik Gasifikasi Berbahan Limbah Grajen Glugu dengan Variasi Kecepatan Udara*. Skripsi. Surakarta : Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Gultom Frandy Harison, 2014. *Pengaruh Luas Lubang Input Udara Sekunder Terhadap Kinerja Tungku Gasifikasi Biomassa dengan Aliran Udara Alami*. Skripsi. Yogyakarta : Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Subroto., *Perbandingan Unjuk Kerja Kompor Methanol Dengan Variasi Diameter Burner*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, MEDIA MESIN, Vol. 15, No. 1, Januari 2014, 10-16, ISSN 1411-4348.
- Wijianto, Subroto, Sarjito, 2015, *Analysis Of Combustion Temperature In The Chopped Wood Gasification Process With Air Velocity Variation*, International Conference on Science, Technology, and Humanity (ISETH) 2015 Universitas Muhammadiyah Surakarta A. 05 PP 28 -35, ISSN 2477-3328