

PENGARUH JENIS BAHAN BAKAR TERHADAP KINERJA PEMBAKARAN PADA TUNGKU GASIFIKASI

Subroto, Aris Tri Handoko

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura

E-mail: subroto.ums@gmail.com

ABSTRAK

Pembakaran bahan bakar gas lebih menguntungkan dari bahan bakar padat karena menghasilkan pembakaran yang lebih bersih, gas metana dapat dibuat dengan cara gasifikasi dengan bahan bakar sampah organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis bahan bakar terhadap unjuk kerja tungku gasifikasi yang meliputi temperatur pembakaran, waktu pendidihan, lama pendidihan air dan lama nyala efektif bahan bakar. Penelitian diawali dengan melakukan gasifikasi bahan bakar sampah organik yaitu sekam padi, bonggol jagung dan tatal kayu jati, setelah tungku gasifikasi dinyalakan kemudian diukur temperatur pembakaran, perubahan temperatur air dan waktu nyala efektif bahan bakar. Data hasil pengukuran dipakai untuk menentukan kinerja tungku gasifikasi. Hasil pengujian menunjukkan jenis bahan bakar berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, waktu dan lama pendidihan air, dan lama nyala efektif bahan bakar. Temperatur pembakaran rata-rata tertinggi adalah bahan bakar tatal kayu jati 625 °C, bonggol jagung 550°C, sekam padi 500°C. Waktu pendidihan yang cepat adalah bahan bakar tatal kayu jati 9 menit, bonggol jagung 10 menit, sekam padi 11 menit. Nyala efektif yang paling lama adalah bahan bakar sekam padi 27 menit, bonggol jagung 21 menit, tatal kayu jati 18 menit.

Kata Kunci: *gasifikasi, temperatur pembakaran, waktu pendidihan, nyala efektif.*

PENDAHULUAN

Latar belakang

Pertumbuhan penduduk yang terus bertambah di Indonesia menyebabkan konsumsi bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara semakin meningkat, sedangkan ketersediaannya di alam semakin menipis sehingga memicu terus meningkatnya harga bahan bakar. Hal ini menuntut manusia untuk segera mencari sumber energi alternatif.

Salah satu energi alternatif yang dapat dikembangkan sebagai pilihan bahan bakar selain bahan bakar fosil yaitu berasal dari bahan-bahan organik yang mana bahan bakar tersebut dapat diperbaharui oleh manusia. Salah satunya adalah sampah organik yang jumlahnya dari waktu ke waktu semakin bertambah. Sampah organik mudah dijumpai di daerah pedesaan antara lain sekam padi, bonggol jagung, tatal kayu dan masih banyak lagi sampah organik lainnya.

Pemanfaatan sampah organik yang berupa sekam padi, bonggol jagung, dan tatal kayu jati sebagai sumber energi biomassa belum optimal digunakan pada masyarakat. Dengan menggunakan teknologi gasifikasi akan diperoleh beberapa keuntungan antara hasil pembakaran yang lebih bersih dan harga lebih murah dibandingkan bahan bakar lainnya.

Tujuan penelitian

- Untuk mengetahui pengaruh bahan bakar pada tungku gasifikasi terhadap temperatur pembakaran.
- Untuk mengetahui lama waktu pendidihan air.
- Untuk mengetahui lama waktu nyala efektif.
- Untuk mengetahui bahan bakar yang terbaik dari ketiga bahan bakar pada tungku gasifikasi

TINJAUAN PUSTAKA

Belonio (2005), merancang dan membuat alat yang mengasilkan gas metana dengan cara gasifikasi tipe *updraft*, dimana alat tersebut terbuat dari stainless steel, dan berkapasitas 1,3 kg. Alat tersebut dengan suplai udara dari fan dapat mengubah sekam padi menjadi gas metana dengan cara gasifikasi.

Syawal (2011), mendesain dan melakukan percobaan terhadap Alat Produksi Gas metana dari sampah organik dengan variasi bahan sekam padi, tempurung kelapa, dan serbuk gergaji. Penelitian diawali dengan perakitan alat produksi gas metana yang terdiri dari blower, reaktor pembakaran, tangki absorber, pipa, antisipator ledakan, katup, pengaduk, dan kompor. Hasil pengujian menunjukkan Waktu nyala efektif setiap 5 kg sekam padi 152 menit, tempurung kelapa 102 menit dan serbuk gergaji kayu jati 224 menit. Dan Jumlah kalor pembakaran gas metana dari 5 kg sekam padi adalah 6.032,7 kJ, tempurung kelapa 4.423,98 kJ dan serbuk gergaji kayu jati 5.228,38kJ.

Prastiyo (2012), membuat dan melakukan pengujian tungku gasifikasi sekam padi tipe *updraft* kemudian menganalisis hasil

pembakaran tungku gasifikasi dengan variasi kecepatan udara 1,9 m/s, 2,31 m/s, dan 2,82 m/s. Dalam penelitian tersebut mengukur temperatur pembakaran setiap 3 menit. Hasil pengujian menunjukkan semakin besar kecepatan udara yang dihasilkan oleh fan maka semakin tinggi pula temperatur pembakaran. Hasil pengujian menunjukkan kecepatan udara terbaik didapatkan pada kecepatan udara 2.31 m/s.

Aditama (2012) membuat dan melakukan pengujian tungku gasifikasi sekam padi tipe *updraft* kemudian menganalisis hasil pembakaran tungku gasifikasi dengan variasi dinding isolasi dari bahan : serbuk pasir, serbuk bata, dan tanah liat. Dalam penelitian tersebut mengukur temperatur dinding isolasi dan temperatur pembakaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dinding isolasi terbaik didapat pada dinding isolasi serbuk bata.

Gasifikasi

Gasifikasi adalah konversi bahan bakar padat menjadi gas, dimana oksigen yang dibutuhkan terbatas atau lebih rendah daripada oksigen yang dibutuhkan dalam proses pembakaran.

Jenis reaktor gasifikasi berdasarkan arah aliran:

- Gasifikasi aliran searah (*downdraft gasification*) yaitu arah aliran padatan dan gas sama-sama ke bawah.
- Gasifikasi aliran berlawanan (*updraft gasification*) yaitu arah aliran padatan ke bawah sedangkan arah aliran gas ke atas.
- Gasifikasi *crossdraft* yaitu arah aliran gas di jaga mengalir mendatar dengan aliran padatan ke bawah.

Tahapan gasifikasi

- Drying atau pengeringan: $T > 150$ p C
Pada pengeringan, kandungan air pada bahan bakar padat diuapkan oleh panas yang diserap dari proses oksidasi.
- Pirolisis atau devolatilisasi:
 $150 < T < 700$ p C

Pirolisis atau devolatilisasi disebut juga sebagai gasifikasi parsial. Suatu rangkaian proses fisik dan kimia terjadi selama proses pirolisis yang dimulai secara lambat pada $T < 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan terjadi secara cepat pada $T > 700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Komposisi produk yang tersusun merupakan fungsi temperatur, tekanan, dan komposisi gas selama pirolisis berlangsung. Proses pirolisis dimulai pada temperatur sekitar $230\text{ }^{\circ}\text{C}$, ketika komponen yang tidak stabil secara termal dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya. Produk cair yang menguap mengandung tar, produk pirolisis umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas ringan (H_2 , CO , CO_2 , H_2O , dan CH_4), tar, dan arang.

3. Oksidasi atau pembakaran :

$700 < T < 1500\text{ p C}$

Oksidasi atau pembakaran arang merupakan reaksi terpenting yang terjadi di dalam gasifier. Proses ini menyediakan seluruh energi panas yang dibutuhkan pada reaksi endotermik. Oksigen yang dipasok ke dalam reaktor gasifikasi bereaksi dengan substansi yang mudah terbakar. Hasil reaksi tersebut adalah CO_2 dan H_2O yang secara berurutan direduksi ketika kontak dengan arang yang diproduksi pada pirolisis.

4. Reduksi : $800 < T < 1000\text{ p C}$

Reduksi atau gasifikasi melibatkan suatu rangkaian reaksi endotermik yang didukung oleh panas yang diproduksi dari reaksi pembakaran. Produk yang dihasilkan pada proses ini adalah gas bakar, seperti H_2 , CO , dan CH_4 . (Habib, 2008)

Gas metana

Metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas dengan rumus kimia CH_4 . Metana murni tidak berbau, tidak berwarna dan mudah terbakar.

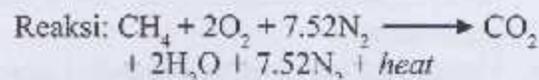
Gas metana dapat terbentuk melalui reaksi antara hidrogen dengan karbon monoksida :



Pembakaran satu molekul metana dengan dua molekul oksigen akan melepaskan satu molekul CO_2 (karbondioksida) dan dua molekul H_2O (air) :



Sedangkan reaksi pembakaran gas metana yang terjadi di alam :



Yang artinya untuk pembakaran 1 molekul metana (CH_4) membutuhkan 2 molekul oksigen (O_2) dan 7,52 molekul nitrogen (N_2) yang akan menghasilkan 1 molekul karbon dioksida (CO_2), 2 molekul air (H_2O), 7,52 molekul nitrogen (N_2) dan kalor.

Gas metana memiliki dampak pemanasan global lebih dibandingkan dengan karbon dioksida. Gas ini banyak dihasilkan dari proses pelapukan biomassa di sekitar kita. Namun, daya rusaknya terhadap lapisan ozon mudah dikurangi dengan cara mengubahnya menjadi energi yang dikenal sebagai biogas.

Kalor

Kalor adalah energi yang berpindah akibat perbedaan suhu, bergerak dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah. Setiap benda memiliki energi dalam yang berhubungan dengan gerak acak dari atom-atom atau molekul penyusunnya. Energi dalam ini berbanding lurus terhadap suhu benda. Ketika dua benda dengan suhu berbeda berdekatan, mereka akan bertukar energi internal sampai suhu kedua benda tersebut seimbang. Jumlah energi yang disalurkan adalah jumlah energi yang tertukar. Ketika suatu benda melepas kalor ke sekitarnya dapat dituliskan $Q < 0$, sedangkan ketika benda menyerap kalor dari sekitarnya dapat dituliskan $Q > 0$.

Tabel 1. Nilai Kalor Biomassa

No	Jenis biomassa	Nilai kalor (kal/g)
1	Sekam padi	3073
2	Bonggol jagung	5351
3	Tatal kayu jati	5479

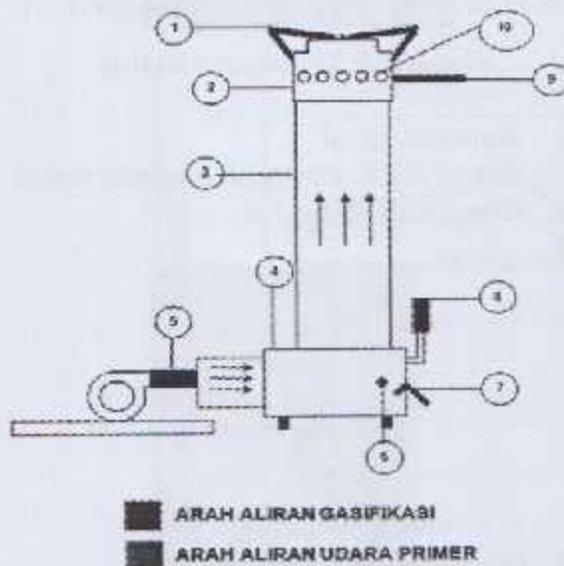
Sumber : Siti Jamilatun, 2008

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Instalasi pengujian



Gambar 2. Instalasi tungku gasifikasi

Keterangan gambar 2 :

1. *Pot holder*
2. *Burner*
3. *Reactor*
4. *Ash chamber*
5. *Blower*
6. Pegangan pintu
7. Pengunci
8. *Ash discharge lever*
9. *Burner handle*
10. *Secondary air hole*

Alat dan bahan penelitian

- a. *Reactor pembakaran*
Alat ini digunakan sebagai tempat proses pembakaran.



Gambar 3. *Reactor* pembakaran

- b. *Ash chamber*
Alat ini digunakan sebagai ruang penyimpanan abu sekam padi.



Gambar 4. *Ash chamber*

- c. *Bumer*
Alat ini digunakan untuk membakar biomasa menjadi gas metana.



Gambar 5. Burner

d. Blower

Alat ini digunakan untuk menyuplai udara primer ke dalam *reactor* pembakaran.



Gambar 6. Blower

e. Termometer *rider*

Alat ini digunakan untuk mengukur temperatur pembakaran dan temperatur dinding isolasi.



Gambar 7. Termometer *rider*

f. Anemometer *digital*

Alat ini digunakan untuk mengukur kecepatan aliran udara dari *blower*.



Gambar 8. Anemometer *digital*

g. Timbangan analog

Alat ini digunakan untuk menimbang massa bahan bakar yang akan digunakan.



Gambar 9. Timbangan analog

h. Stopwatch digital

Alat ini digunakan untuk mencatat waktu dalam pengambilan data.



Gambar 10. Stopwatch *digital*

i. Termometer

Alat ini digunakan untuk mengukur perubahan temperatur air setiap 3 menit.



Gambar 11. Termometer

b. Bonggol jagung



Gambar 13. Bonggol jagung

Bahan

a. Sekam padi



Gambar 12. Sekam padi

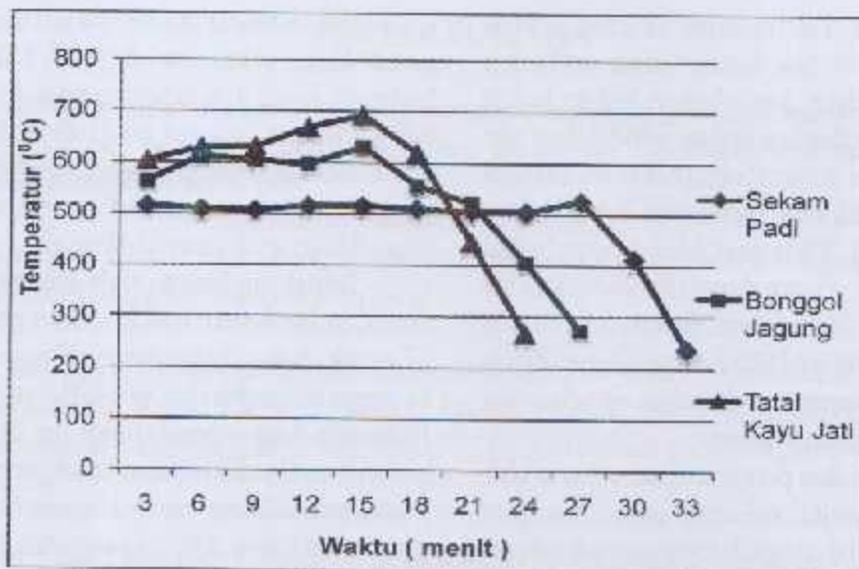
c. Tatal kayu jati



Gambar 14. Tatal kayu jati

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Temperatur Pembakaran Dengan Waktu

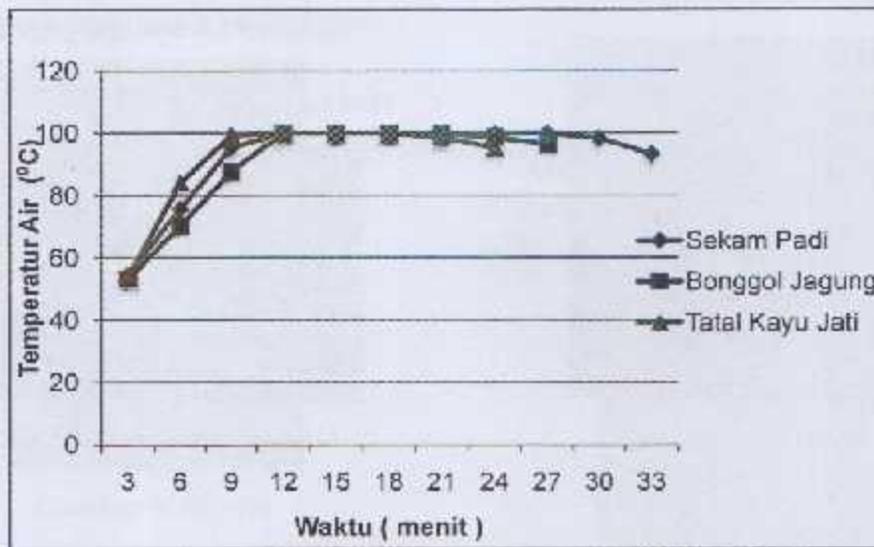


Gambar 15. Grafik Perbandingan Temperatur Pembakaran dengan waktu

Gambar 15. menunjukkan grafik perbandingan variasi bahan bakar pada temperatur pembakaran dengan waktu dapat dijelaskan bahwa, jenis bahan bakar berpengaruh terhadap temperatur pembakaran yang dihasilkan. Temperatur pembakaran yang tertinggi rata-rata didapatkan pada bahan bakar tatal kayu jati yaitu sebesar 625 °C. Pada bahan bakar bonggol jagung temperatur pembakaran rata-rata tertinggi sebesar 550 °C dan pada bahan bakar sekam padi

didapatkan temperatur pembakaran rata-rata tertinggi sebesar 500 °C. Temperatur pembakaran dipengaruhi juga oleh besarnya nilai kalor dari bahan bakar tersebut, semakin besar nilai kalor semakin besar pula temperatur pembakarannya. Dari perbandingan temperatur pembakaran terhadap bahan bakar yang digunakan menunjukkan hasil bahwa tingginya temperatur pembakaran yang dihasilkan pada tungku gasifikasi akan mempercepat proses pendidihan air.

2. Waktu Pendidihan



Gambar 16. Grafik Perbandingan waktu dan lama pendidihan

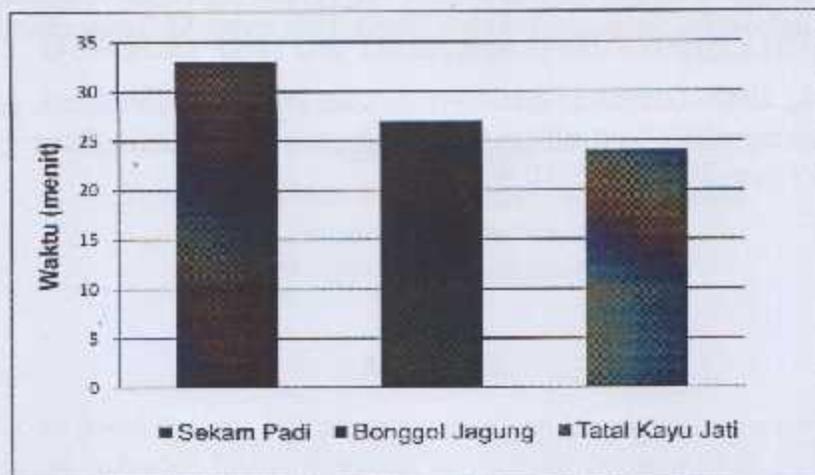
Gambar 16. menunjukkan grafik perbandingan variasi bahan bakar terhadap waktu pendidihan jenis bahan bakar berpengaruh terhadap waktu pendidihan air. Untuk gasifikasi dengan bahan bakar sekam padi dapat mendidihkan air sebanyak 3 liter dalam waktu 11 menit. Pada gasifikasi dengan bahan bakar bonggol jagung dapat mendidihkan air sebanyak 3 liter dalam waktu 10 menit. Sedangkan untuk gasifikasi dengan bahan bakar tatal kayu jati dapat mendidihkan air sebanyak 3 liter dalam waktu 9 menit.

Urutan waktu pendidihan tercepat adalah bakar tatal kayu jati selama 9 menit, bonggol jagung selama 10 menit dan sekam padi selama 11 menit. Hal ini diduga dikarenakan dipengaruhi dari temperatur hasil pembakaran rata-rata.

Bahan bakar tatal kayu jati temperature pembakaran rata-rata 625 °C, bahan bakar bonggol jagung temperaturnya 550°C, dan bahan bakar sekam padi temperaturnya 500°C. Semakin tinggi temperature pembakaran yang dihasilkan, maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air.

Dapat dijelaskan pula lamanya pendidihan, untuk bahan bakar sekam padi selama 27 menit, bahan bakar bonggol jagung selama 21 menit dan bahan bakar tatal kayu jati selama 18 menit. Lama pendidihan ini dipengaruhi lamanya nyala efektif bahan bakar, semakin lama waktu pendidihan berarti bahan bakar tidak akan cepat habis. Hal ini yang menguntungkan untuk proses gasifikasi.

3. Perbandingan Nyala Efektif



Gambar 17. Perbandingan nyala efektif dengan variasi bahan bakar

Gambar 17. menunjukkan diagram batang perbandingan nyala efektif dengan bahan bakar sekam padi, bonggol jagung, dan tatal kayu jati. Bahan bakar sekam padi nyala efektif yang dihasilkan selama 33 menit, pada bahan bakar bonggol jagung selama 27 menit, dan pada bahan bakar tatal kayu jati nyala efektif yang dihasilkan selama 24 menit. Artinya jenis bahan bakar yang digunakan dalam gasifikasi ber-pengaruh terhadap nyala efektif yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Jenis bahan bakar berpengaruh terhadap temperatur bahan bakar, waktu lama pendidihan dan nyala efektif

- Temperatur pembakaran tertinggi tatal kayu jati 625 °C
- Waktu pendidihan tercepat tatal kayu jati 9 menit.
- Lama nyala efektif sekam padi 33 menit.
- Bahan bakar yang terbaik digunakan untuk mendidihkan air adalah sekam padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama. Alfian.N.R, 2012. *Pengaruh dinding isolasi pada tungku gasifikasi sekam padi terhadap temperatur pembakaran.* Tugas Akhir. Surakarta : Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Belonio. Alexis. T , 2005. *Rice Husk Gas Stove Handbook.* Philippines: College of Agriculture Central Philippine University Iloilo City.
- Jamilatun. Siti, 2008. *Sifat-sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batubara dan Arang Kayu.* Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 2, No. 2, <http://jurnal.ugm.ac.id/index.php/jrekpros/article/download/554/375> (diakses pada 9 April 2013 jam 20.00 WIB)
- Prastyo. Dwi, 2012. *Pengaruh Kecepatan Udara Pada Tungku Gasifikasi sekam Padi Terhadap Temperatur Pembakaran.*, Tugas Akhir. Surakarta : Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Syawal. Ibnu, 2011. *Rancang Bangun dan Pengujian Alat Produksi Gas Metana dari Sampah Organik dengan Variasi Bahan Sekam Padi, Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu*, Tugas Akhir. Surakarta: Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Z. Habib. A.G.A, 2008. *Gasifikasi batubara dengan unggun terfluidakan*. <http://majari-magazine.com/2008/06/gasifikasi-batubara-dengan-unggun-terfluidakan/> (diakses pada tanggal 9 April 2013 jam 20.00 WIB)