

Pembuatan Alat untuk Memproduksi Arang Tempurung Kelapa Secara Pirolisis

Ivonne Fredrika Yunita Polii¹, Artian Sirun²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ¹ ivonne080675@gmail.com; ² sirunartian@yahoo.co.id

No. Hp: ¹ 085656598466

Abstrak

Pemenuhan energi alternatif khususnya energi biomassa berbentuk briket dapat mengurangi kebutuhan energi minyak bumi, briket yang bersumber dari produk arang tempurung kelapa hasil proses pirolisis bisa didapatkan melalui pembuatan reaktor. Sehingga penelitian ini bertujuan membuat reaktor untuk mendapatkan produk berupa arang dari tempurung kelapa secara pirolisis, dan menguji reaktor yang secara pirolisis yang menghasilkan produk arang. Secara umum kondisi tempurung kelapa yang digunakan untuk pembuatan arang aktif sebagai bahan baku briket diambil dari tempurung kelapa dengan berat 27 kg setiap proses pembakaran secara pirolisis, sedangkan arang yang dihasilkan sebanyak 14 kg. Temperatur ruang rata-rata selama proses pengujian adalah 32,4 °C dan temperatur reaktor mula-mula 33 °C selanjutnya setiap 30 menit temperatur reaktor berubah berturut-turut: 33 °C, 320 °C, 350 °C, 400 °C dan 450 °C dan waktu pembakaran selama 120 menit.

Kata Kunci – Reaktor, Arang Tempurung kelapa.

Making Tools to Produce Coconut Shell Charcoal with Pyrolysis Process

Abstract

The fulfillment of alternative energy, especially biomass energy in the form of briquettes, can reduce the need for petroleum energy, briquettes sourced from coconut shell charcoal products from the pyrolysis process can be obtained through the manufacture of reactors. So this research aims to make a reactor to get a product in the form of charcoal from coconut shells by pyrolysis, and to test the reactors that produce charcoal by pyrolysis. The general condition of the coconut shell which used for resulting of activated charcoal briquettes as raw material taken from coconut shell weighing 27 kg each combustion pyrolysis process, while charcoal produced as much as 14 kg. The average ambient temperature during test process was 32.4°C and the reactor's temperature of 33°C initially then every 30 minutes the temperature of the reactor changed successively: 33°C, 320°C, 350°C, 400°C and 450°C and burning time for 120 minutes.

Keywords – Reactor, Coconut shell Charcoal.

PENDAHULUAN

Energi alternatif khususnya energi biomassa dibutuhkan untuk mengurangi kebutuhan akan energi minyak bumi. Energi biomassa dalam bentuk briket bersumber dari arang tempurung kelapa hasil proses pirolisis.

Penelitian ini bertujuan membuat reaktor untuk menghasilkan arang tempurung kelapa secara pirolisis, dan menguji reaktor yang telah dibuat secara pirolisis yang menghasilkan arang. Manfaat dengan dibuatnya alat untuk menghasilkan arang tempurung kelapa secara pirolisis ini sebagai rujukan bagi civitas akademik dan para pengusaha *home industry* dalam pengolahan sumber daya alam khususnya pengolahan arang tempurung kelapa menjadi bahan baku pembuatan briket. Pokok permasalahan yang akan dibahas mengenai pembuatan alat untuk menghasilkan arang tempurung kelapa secara pirolisis, dan melakukan pengujian alat yang telah dibuat secara pirolisis sehingga menghasilkan arang.

Reaktor Pirolisis merupakan reaktor pengurai senyawa-senyawa organik yang dilakukan dengan pemanasan tanpa berhubungan langsung dengan udara luar dengan suhu 400-600 °C. Reaktor pirolisis dibalut dengan selimut dari bata dan tanah untuk menghindari panas keluar sistem. Proses pirolisis menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padat, gas dan cairan. [1]

Arang adalah bahan padat berpori yang merupakan hasil pengarangan bahan yang mengandung karbon. Sebagian besar pori-pori arang masih tertutup oleh hidrokarbon, tar, dan senyawa organik lain yang komponennya terdiri dari karbon tertambat (*Fixed Carbon*), abu, air, nitrogen dan sulfur. Sedangkan bioarang merupakan arang (salah satu jenis bahan bakar) yang dibuat dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, daun-daunan, rumput, jerami, ataupun limbah pertanian lainnya. Bioarang ini dapat digunakan dengan melalui proses pengolahan, salah satunya adalah menjadi briket bioarang [2][3], Johannes (1991) menyatakan bioarang adalah arang yang diproses dengan membakar biomassa kering tanpa udara (pirolisis) [3]. Energi biomassa yang diubah menjadi energi kimia inilah yang disebut dengan bioarang. Jadi ciri arang yang baik untuk biobriket adalah arang berwarna hitam merata, tidak mengandung kotoran, ujung pecahan arangnya bercahaya, dan bila jatuh di lantai keras maka pecahan kepingannya seperti lingkaran terang.

Dalam ilmu termodinamika, kalor dapat didefinisikan sebagai bentuk energi yang dapat ditransfer melalui perbatasan dari suatu sistem pada temperatur tertentu ke dalam bentuk sistem yang lain pada temperatur tertentu yang lebih rendah akibat adanya perbedaan temperatur. Kalor adalah fungsi lintasan/proses (juga kondisi awal dan akhir), karena itu differensialnya ditulis sebagai ∂Q dan bila diintegalkan, menjadi $\int \partial Q = {}_1Q_2$ artinya panas yang dipindahkan selama proses dari 1 ke 2 dengan satuan Joule (J), sedangkan laju perpindahan panas dari suatu sistem dapat dinyatakan dengan persamaan: $\dot{Q} = \partial Q/dt$ (W) atau (kW). [4]

Perpindahan kalor (*heat transfer*) adalah suatu perpindahan energi dari suatu sistem lainnya sebagai akibat dari beda temperatur antara sistem-sistem tersebut. Energi yang dipindah berupa panas atau kalor, sehingga akan terjadi aliran kalor. Jadi pada ilmu perpindahan kalor sasaran utama adalah laju perpindahan. Perpindahan kalor itu sendiri adalah dimana terdapat *gradient temperature* dalam

suatu fluida atau material padat lainnya, maka akan secara alamiah ataupun dalam kondisi paksa kalor akan bergerak. [5]

Apabila gerakan fluida terjadi karena bantuan blower atau pompa maka disebut konveksi paksa, sedangkan konveksi alamiah terjadi karena perbedaan massa jenis fluida tersebut. Untuk hal ini dapat dihitung dengan rumus:

$$q_h = \bar{h} \cdot A_s (T_s - T_\infty) \quad [5] \quad (1)$$

Konduksi adalah proses perpindahan panas dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah di dalam satu benda padat atau berlapis langsung tanpa disertai perpindahan massa, Untuk hal ini dapat dihitung dengan rumus:

$$q_k = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} \quad [5] \quad (2)$$

Studi awal yang telah dilaksanakan berkaitan dengan studi literatur pembuatan arang dari tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan briket untuk substitusi bahan bakar dari fosil dan gas alam. Tujuan dari penelitian tersebut adalah pembuatan alat berupa reaktor serta menguji reaktor tersebut, reaktor berfungsi untuk mengubah tempurung kelapa hingga menjadi arang dengan pembakaran tertutup tanpa oksigen. Dengan peralatan (reaktor) tersebut diharapkan arang yang dihasilkan dapat memenuhi standar sehingga dapat dibuat untuk bahan baku briket yang mempunyai kualitas yang baik.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan memanfaatkan tempurung kelapa yang dibakar secara pirolisis sebagai bahan baku pembuatan briket, briket merupakan sumber energi alternatif.

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan pelat baja, baja siku dan pipa galvanis dan peralatan yang digunakan mesin potong, mesin rol, mesin las serta peralatan penunjang lainnya yang dibutuhkan.

Rancangan Penelitian

Adapun rancangan dari penelitian ini meliputi:

- Pembuatan reaktor berbagai alat yang berfungsi untuk mengubah tempurung kelapa hingga menjadi arang
- Pengujian reaktor dengan cara melakukan pembakaran tempurung kelapa dengan proses pirolisis

Untuk melakukan pembuatan dan pengujian reaktor dengan proses pirolisis dilakukan dengan beberapa langkah yaitu:

- Persiapan literatur
- Persiapan bahan dan peralatan yang dibutuhkan
- Pembuatan reaktor
- Pengujian reaktor dengan pembakaran tempurung kelapa
- Analisa hasil pembakaran arang tempurung kelapa

Langkah-langkah proses pembuatan dan pengujian reaktor

Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan-tahapan yaitu: desain reaktor pipa lorong api dalam bentuk gambar kerja, pembuatan reaktor pipa lorong api sebagai alat yang berfungsi untuk mengubah tempurung kelapa hingga menjadi arang dan melakukan pengujian reaktor dengan cara melakukan pembakaran tempurung kelapa dengan proses pirolisis.

Untuk melakukan penelitian ini digunakan beberapa langkah yaitu:

- Persiapan berupa pengumpulan data hasil evaluasi sebelumnya dari studi banding dan studi pustaka.
- Desain dalam bentuk gambar kerja
- Persiapan bahan dan peralatan yang dibutuhkan.
- Pembuatan reaktor dengan sarana yang ada.
- Pengujian reaktor dengan pembakaran tempurung kelapa.
- Analisa hasil pembakaran arang tempurung kelapa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Perancangan

Langkah awal mencakup perancangan reaktor pirolisis guna mempermudah pembuatannya. Desain reaktor pirolisis seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. *Mockup reaktor pirolisis tempurung kelapa.*

Pembuatan reaktor pirolisis tempurung kelapa

Reaktor pirolisis ini dibuat dari bahan pelat baja dengan cara: pengukuran, penandaan, pemotongan sesuai gambar, pembentukan, pengerolan, pengelasan, pengerindaan dan *finishing*.

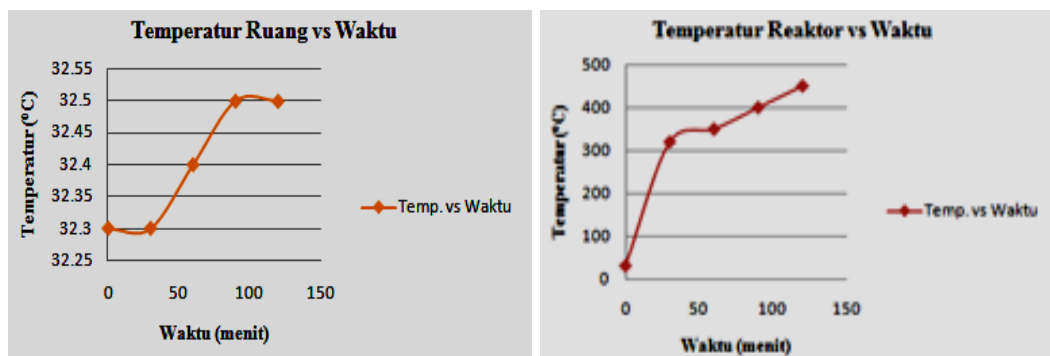
Analisa Hasil Pengujian

Pada proses ini tempurung kelapa yang melalui proses pembakaran sebanyak 27 kg dan waktu proses pembakaran selama 120 menit.

Dari hasil pengamatan peneliti mencatat hasil pengujian dan memperoleh data pada tabel 1 dan dari gambar 2, terlihat bahwa dengan bertambahnya waktu pembakaran maka temperatur ruang di dalam reaktor semakin meningkat, ini terjadi karena proses degradasi termal pada reaktor dimulai pada proses pembakaran dan diakhiri dengan tidak lagi terjadi proses pembakaran karena tempurung kelapa tersebut telah menjadi arang yang tidak lagi terdegradasi.

Tabel 1. Data pengukuran temperatur ruang dan temperatur reaktor pada pengujian alat

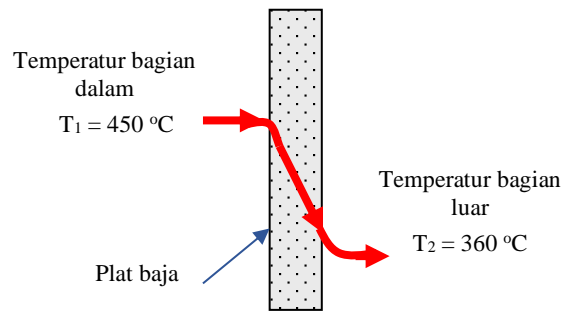
No.	Waktu (menit)	Temperatur ruang (°C)	Temperatur dalam reaktor (°C)	Temperatur luar reaktor (°C)	Massa tempurung (kg)	Massa arang (kg)
1	0	32.3	33	34	27	14
2	30	32,3	320	255		
3	60	32,4	350	282		
4	90	32,5	400	321		
5	120	32,5	450	360		



Gambar 2. Temperatur ruang dan temperatur reaktor

Tabung reaktor berbentuk silinder dengan panjang $L = 0.850$ m dengan diameter dalam $d_i = 0.598$ m tebal plat tabung baja $t = 1$ mm (0,001 m) dan diameter luar $d_o = 0.600$ m dengan *thermal conductivity* (k) = 50.2 W/m K,

Temperatur maksimum bagian dalam tabung reaktor $T_1 = 450$ °C = 723 K dan bagian luar $T_2 = 360$ °C = 633 K.



Gambar 3. Perpindahan panas pada dinding reaktor

Besar kalor yang dilepas/dibuang sepanjang tabung.

Dimana dimensi tabung reaktor adalah: $d_o = 0,600 \text{ m}$ $r_1 = 0,300 \text{ m}$, $d_i = 0,598 \text{ m}$ $r_2 = 0,299 \text{ m}$

Koefisien perpindahan panas pada bagian dalam tabung adalah:

$$h_o = 3.66 \frac{k}{d_i}$$

$$h_o = 3.66 \frac{16}{0,600} = 97,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Perhitungan koefisien perpindahan kalor menyeluruh (U_o) adalah:

$$U_o = \frac{1}{(d_o/d_i)(1/h_i) + [1/(2k)]d_o \ln(d_o/d_i) + (1/h_o)}$$

$$U_o = \frac{1}{(0.600/0.598)(1/97.9) + [1/(2 \times 16)]0.600 \ln(0.600/0.598) + (1/97.6)}$$

$$U_o = \frac{1}{0.010249 + 0.000063 + 0.010246}$$

$$U_o = 0,020558 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Luas penampang tabung reaktor

$$A_t = \pi \cdot d_o \cdot L$$

$$= 3.14 \times 0.600 \times 0.850 = 1.6014 \text{ m}^2$$

Perpindahan panas menyeluruh pada tabung reaktor

$$Q = U_o \cdot A_t (T_i - T_o)$$

$$= 0.020558 \times 1.6014 (723-633) = 2,963 \text{ W}$$

KESIMPULAN

Tempurung kelapa yang dibakar dengan proses pirolisis sebanyak 27 kg sedangkan arang yang dihasilkan pada proses tersebut sebanyak 14 kg, adapun temperatur ruang rata-rata selama proses pengujian adalah 32,4 °C dan temperatur reaktor mula-mula 33 °C selanjutnya setiap 30 menit temperature reaktor berubah berturut-turut: 33 °C, 320 °C, 350 °C, 400 °C dan 450 °C.

SARAN

Melalui penelitian ini diharapkan dapat berkelanjutan sehingga reaktor pirolisis ini dapat dikembangkan dengan hasil yang lebih optimal.

REFERENSI

- [1] Astuti, I., Potensi Pencoklatan Asap Cair Kayu Karet, UGM, Yogyakarta, 2000.
- [2] Pari, G., Hendra, D. dan Hartoyo, H., Beberapa Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Limbah Arang Aktif, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 7, no. 2, hal. 61–67, 1990.
- [3] Johannes, H., *Menghemat Kayu Bakar dan Arang Kayu untuk Memasak di Pedesaan dengan Briket Bioarang*. Yogyakarta: UGM, 1991.
- [4] Reynolds, W.C. dan Perkins, H.C., *Termodinamika Teknik*, cetakan 2. Harahap, F. (editor), Harahap, F. (penerjemah), Jakarta: Erlangga, 1989.
- [5] Holman, J.P., *Perpindahan kalor*, cetakan 6. Erlangga, 1988.