

KEBUTUHAN ENERGI PANAS YANG DIPERLUKAN UNTUK PEMBUATAN ARANG AKTIF DENGAN METODA UAP

Harijanto Soetijjo¹

¹Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Jalan Sangkuriang Bandung 40135

Telpon: +62 022 2503654, Fax: +62 022 2504593

Email: hari018@geotek.lipi.go.id

Sari

Pembuatan arang aktif meliputi dua tahap utama yaitu pertama adalah tahap pembuatan arang (karbonisasi) dan kedua adalah tahap aktivasi untuk membersihkan karbon tersebut sehingga sebagai produk akhir diperoleh karbon aktif. Metoda aktivasi yang digunakan adalah aktivasi uap (steam activation). Panas pada metoda ini digunakan untuk dua hal yaitu pertama untuk memanaskan reaktor dan kedua untuk menghasilkan uap air yang akan digunakan untuk proses pembersihan. Besarnya energi panas yang dipergunakan dalam pelaksanaan metoda aktivasi uap ini telah dihitung berdasarkan suatu persamaan transfer energi. Untuk tujuan tersebut dipergunakan hasil percobaan proses aktivasi uap yang dilaksanakan dengan menggunakan reaktor pemanas Thermolyne dengan kondisi: temperatur 700 °C, waktu aktivasi 30 menit, berat awal arang 20 gram, ukuran arang (-12+24) mesh. Arang aktif yang diperoleh dari proses aktivasi uap mempunyai iodine number bervariasi dari 353 mgr/gr sampai 398 mgr/gr dengan perolehan (rendemen) karbon aktif bervariasi dari 39% sampai 48%. Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa untuk pemanasan reaktor diperlukan panas sebanyak 2160 KJ dan untuk pembuatan uap sebanyak 2615 KJ sehingga jumlah keseluruhan panas yang diperlukan pada metoda aktivasi uap ini adalah 4775 KJ atau 1142 Kcal.

Kata kunci: karbon aktif, aktivasi uap, persamaan transfer energi, iodine number, rendemen.

Abstract

The production of active carbon covers two main steps; firstly is the carbon production (carbonization) step and secondly the activation step to clean the carbon so that as the final product is got active carbon. The activation method used is the steam activation. The heat in this method is used for two purposes; firstly is for heating the reactor and secondly is for producing steam which is used for cleaning process. The amount of heat energy used in this steam activation method has been calculated which is based on an energy transfer equation. For that purpose it is used the result of the experiment of steam activation which is conducted using the heating reactor Thermolyne with the conditions: temperatur 700 °C, time of activation 30 minute, weight of carbon 20 gram, carbon size (-12+24) mesh. The active carbon obtained from this steam activation has iodine number varies between 353 mgr/gr to 398 mgr/gr with the recovery rate of active carbon varies between 39% to 48%. The calculation result shows that the reactor heating needs 2160 KJ and steam production needs 2615 KJ so that the overall heat used in this method is 4775 KJ or 1142 Kcal.

Keywords: active carbon, steam activation, energy transfer equation, iodine number, rate of recovery.

PENDAHULUAN

Karbon aktif adalah karbon yang mempunyai daya adsorpsi dan digunakan di berbagai industri seperti obat-obatan, bahan makanan dan sebagai bahan menghilangkan warna, mengadsorpsi gas-gas racun, dan juga digunakan pada proses solvent recovery. Tahap awal pembuatan arang aktif adalah tahap pembuatan arang (karbonisasi) dan dimana bahan baku seperti kayu; gambut; tempurung kelapa; batubara diubah menjadi arang yang diikuti dengan tahap pembersihan arang (aktivasi). Proses karbonisasi merupakan pemanasan suhu tinggi tanpa udara sehingga terjadi penguapan dan dekomposisi bahan yang menghasilkan bahan baru yang terdiri dari karbon, sedangkan proses aktivasi ditujukan untuk memperbesar keaktifan karbon dengan cara memperbesar permukaan pori dan luas permukaannya (Patrick, J.W., 1995.). Untuk mencapai tujuan tersebut maka zat-zat yang menutupi pori permukaan karbon seperti tar dan abu mineral anorganik yang dihasilkan dari proses karbonisasi harus dihilangkan. Porositas dan kondisi permukaan arang tergantung dari bahan baku awal, preparasi dan kondisi proses karbonisasi yang diterapkan. Proses karbonisasi merupakan tahap penting dan umumnya dilakukan pada temperatur 500 hingga 800°C (Jankowska et al., 1991). Proses aktivasi dilakukan dengan cara memanaskan arang hasil proses karbonisasi dan dilakukan dengan berbagai cara seperti dialiri gas inert, gas CO₂ atau uap air. Dalam proses aktivasi tersebut senyawa organik yang terikat pada bahan karbon akan menguap atau hilang sehingga sebagai hasilnya akan diperoleh bahan arang aktif.

Dalam kaitannya dengan peningkatan nilai tambah dari bahan baku gambut maka Puslit Geoteknologi telah melakukan proses pembuatan karbon aktif dengan memanfaatkan gambut yang berasal dari Sumatera Selatan. Dalam rangkaian penelitian tersebut proses aktivasi arang hasil karbonisasi gambut yang merupakan tahap akhir dari pembuatan karbon aktif telah dilakukan pula dengan berbagai cara. Salah satu proses aktivasi yang diteliti adalah aktivasi dengan menggunakan uap air (*steam activation*). Kebutuhan panas atau energi yang dipergunakan selama proses aktivasi berlangsung merupakan salah satu faktor penentu dalam evaluasi teknik dan ekonomi dari proses. Jumlah energi panas pada pembuatan arang aktif sangat diperlukan karena data tersebut membantu dan dapat dijadikan dasar untuk perhitungan nilai keekonomian proses pembuatan arang aktif dari gambut selanjutnya. Dalam tulisan ini akan dibahas besarnya cara perhitungan kebutuhan energi panas pada proses aktivasi uap dan untuk contoh perhitungan dipergunakan hasil percobaan aktivasi uap yang dilakukan dengan kondisi: temperatur 700 °C, waktu aktivasi 30 menit, berat awal arang 20 gram, ukuran arang (-12+24) mesh.

EKSPERIMENTASI

Arang

Arang yang digunakan adalah arang yang dihasilkan dari proses karbonisasi terhadap gambut yang berasal dari daerah Sumatera Selatan. Jumlah arang yang diproses pada setiap percobaan adalah 20 gram dan ukuran arang yang diaktivasi adalah: (-12+24) mesh.

Arang setelah diaktivasi dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam atau lebih. Setelah kering, arang dianalisa untuk mengetahui kualitas arang dengan cara melakukan analisa daya serap dengan menggunakan metoda AWWA B604-74. Metode ini merupakan suatu prosedur analisa daya adsorpsi pori-pori arang yang memanfaatkan larutan iodine. Hasil yang diperoleh menunjukkan angka iodine number dari conto tersebut.

Proses aktivasi

Proses aktivasi yang dipergunakan untuk membersihkan arang adalah metoda uap air (*steam activation*)

Peralatan aktivasi.

- Sebuah reaktor pemanas (*furnace*) merk Thermolyne, dengan daya 1200 watt (Gambar 1).



Gambar 1. Reaktor pemanas (*furnace*) Thermolyne .

Didalam reaktor pemanas ini terdapat ruang dimana sebuah kolom aktivasi dipasang. Kolom aktivasi dari besi berdiameter $\frac{3}{4}$ inchi dengan panjang 12 cm. Kolom aktivasi dilengkapi dengan tutup yang berlubang pada kedua sisinya. Arang yang akan diaktivasi ditempatkan didalam kolom. Uap air akan ditiupkan masuk kedalam kolom dan melewati arang kemudian mengalir keluar.

- Gelas ukur berkapasitas 2 liter yang dipasang diatas sumber api menjadi sumber uap air yang dialirkan kedalam kolom aktivasi selama proses berlangsung. Uap air yang dihasilkan dari gelas ukur dialirkan masuk kedalam reaktor dan jumlah uap air diatur dengan alat pengatur aliran uap.

Pelaksanaan aktivasi:

Prosedur aktivasi dengan menggunakan metoda uap air adalah sebagai berikut:

Arang dengan jumlah yang sudah ditentukan dimasukkan kedalam kolom aktivasi yang tersedia dan kemudian kolom aktivasi dimasukkan kedalam reaktor pemanas Thermolyne. Setelah temperatur reaktor tercapai (dalam hal ini temperatur diset 700°C) maka uap air ditiupkan masuk kedalam kolom aktivasi. Uap air berasal dari sumber uap yang dihasilkan dari pemanasan air didalam gelas ukur berukuran 1 liter..

Kondisi percobaan:

- Waktu aktivasi 30 menit pada temperatur reaktor 700°C .
 - Jumlah uap air yang ditiupkan masuk kedalam kolom aktivasi adalah 200 mili-liter (cc) per jam.
 - Jumlah arang yang diproses adalah 20 gram per percobaan.
 - Ukuran arang yang diaktivasi adalah: (-12+24) mesh.
- Percobaan yang dilakukan ada sepuluh buah yaitu percobaan no. 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10.

Hasil proses aktivasi dengan menggunakan metoda uap diringkas pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil proses aktivasi dengan menggunakan metoda uap air

Proses aktivasi metoda uap					
No eksp.	Temp. (°C)	Waktu (menit)	Berat conto sebelum (gram)	Berat conto sesudah (gram)	Iodine number (mgr/gr)
1	700	30	20	8,46	353
2	700	30	20	9,18	363
3	700	30	20	7,25	380
4	700	30	20	8,15	398
5	700	30	20	9,56	355
6	700	30	20	9,46	383
7	700	30	20	7,80	369
8	700	30	20	8,90	356
9	700	30	20	9,10	382
10	700	30	20	8,18	388

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kebutuhan energi pada metoda uap pada dasarnya terbagi menjadi dua bagian utama yaitu pertama adalah kebutuhan panas yang dipergunakan untuk keperluan pemanasan reaktor Thermolyne dan kedua adalah kebutuhan panas untuk membuat uap air yang akan ditiupkan masuk kedalam reaktor.

Perhitungan detail dari masing-masing bagian diuraikan berikut ini.

Pertama: untuk pemanasan reaktor Thermolyne berdaya 1200 watt. Pemanasan ini dilakukan sampai temperatur reaktor mencapai 700 °C . Pemanasan dilakukan selama selama 30 menit atau 0,5 jam. Berdasarkan kondisi reaktor tersebut maka perhitungan kebutuhan panas pada tahap ini adalah lamanya waktu pemanasan dikalikan dengan daya reator tersebut. Hasil perhitungannya adalah: 0,5 jam x 1200 watt atau 600 watt-jam (watt hour)/0,6 Kwh atau setara dengan 2160 KJ (Kilo Joule) atau 517 Kcal.

Kedua: untuk pembuatan air panas dengan menggunakan gelas ukur. Dalam penggunaan uap air ini, kebutuhan energi yang diperlukan terbagi menjadi 2 bagian yaitu pertama adalah energi untuk menaikkan temperatur air pada temperatur ruang (dianggap 20°C) sampai mencapai 100°C dan kedua adalah energi yang diperlukan untuk menguapkan air panas tersebut atau menaikkan temperatur uap dari 100°C menjadi 110°C (nb: temperatur uap adalah 110°C). Rumus yang digunakan untuk memanaskan air dan menguapkan air tersebut hingga mencapai temperatur yang diinginkan adalah persamaan transfer energi (energy transfer equation) sebagai berikut (Chitty, R., 2005):

$$E = mC_{pwater} \Delta Q_w + L + C_{psteam} \Delta Q_s$$

dimana:

E = energi/panas yang diperlukan (Joule)

m = massa air (kg)

C_{pwater} = kapasitas panas spesifik air (J/kg^oK)

ΔQ_w = kenaikan temperatur air (°K)

L = panas laten air (J/kg)

C_{psteam} = kapasitas panas spesifik uap (J/kg^oK)

ΔQ_s = kenaikan temperatur uap (°K)

Berdasarkan kondisi percobaan seperti yang telah diuraikan diatas maka hasil perhitungan kebutuhan panas dari metoda uap adalah:

$$E = 1 \{ (4180 \times 80) + 2260000 + (2020 \times 10) \} = 2614600 \text{ J} = 2615 \text{ KJ}$$

(untuk membuat uap air) atau 625 Kcal.

Jadi berdasarkan kedua perhitungan diatas, kebutuhan panas pada saat melakukan pemanasan reaktor selama 30 menit adalah 2160 KJ sedangkan pada pembuatan uap kebutuhan panas adalah 2615 KJ sehingga jumlah keseluruhan panas yang diperlukan pada proses aktivasi dengan metoda uap air adalah 2160 KJ ditambah dengan 2615 KJ menjadi 4775 KJ atau 1142 Kcal.

KESIMPULAN

Eksperimentasi pembuatan karbon aktif dengan metoda uap yang dilakukan dengan kondisi: temperatur 700^oC, waktu aktivasi 30 menit, berat awal arang 20 gram, ukuran arang (-12+24) mesh menghasilkan arang aktif yang mempunyai *iodine number* bervariasi dari 353 mgr/gr sampai 398 mgr/gr dan perolehan (rendemen) karbon aktif yang bervariasi dari 39% sampai 48%. Perhitungan kebutuhan energi panas yang diperlukan dalam pelaksanaan percobaan telah dilakukan dan hasilnya menunjukkan bahwa kebutuhan energi panas pada metoda aktivasi ini digunakan untuk dua hal yaitu pertama untuk memanaskan reaktor dan kedua untuk menghasilkan uap air yang akan digunakan untuk proses pembersihan. Kebutuhan energi panas untuk memanaskan reaktor adalah 2160 KJ sedangkan kebutuhan energi panas untuk menghasilkan uap air untuk proses pembersihan adalah 2615 KJ sehingga jumlah keseluruhan energi yang diperlukan pada metoda aktivasi uap ini adalah 4775 KJ atau 1142 Kcal.

Kebutuhan panas proses aktivasi dengan metoda uap yang dilaksanakan dengan kondisi yang berbeda dengan kondisi percobaan diatas akan menghasilkan kebutuhan panas yang berbeda pula sehingga adanya perhitungan energi panas pada percobaan dengan kondisi lainnya dapat dijadikan acuan dalam mengevaluasi nilai ekonomi suatu proses khususnya yang berkaitan dengan energi panas yang dipergunakan dalam proses aktivasi pembuatan arang aktif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kapuslit dan Kabid Sumberdaya Bumi dan Rekayasa Mineral Geoteknologi LIPI dan pimpinan proyek atas kepercayaan yang diberikan kepada kami untuk melakukan penelitian ini. Rasa terima kasih juga kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung kami dalam melaksanakan penelitian ini baik di lapangan maupun di laboratorium sampai dimuatnya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chitty, R, 2005. *Indirect Water fog fire attack calculations*. FRS UK
.http://www.firetactics.com.
- Figueiredo, J.L., Moulijn, J.A., 1986. *Carbon and Coal Gasification*, Martinus Nijhoff Publishers, hal 604-608.
- Jankowska, H., Swiatkowski, A., Choma, J., 1991. *Active Carbon*. Ellis Horwood Limited, London.
- Patrick, J.W., 1995. *Porosity in Carbons*. 2-20, Edward Arnold, Great Britain.