

PENGERINGAN BATUBARA SUB-BITUMINUS DENGAN METODE UNGGUN FLUIDISASI

Muhamad Januar Ashari^a dan Suherman^{b*}

Program Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Jl. Prof. Soedharto, S.H., Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

^aharijanuar@yahoo.com, ^bhermancrb@gmail.com

Abstrak

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki cadangan batubara yang besar, sehingga bahan bakar tersebut dipakai oleh beberapa industri seperti semen dan baja. Batubara di Indonesia adalah batubara dengan kualitas rendah yang memiliki *moisture content* cukup tinggi dan nilai kalor yang rendah. Dibutuhkan proses pengeringan untuk meningkatkan kualitas batubara. Metode *Fluidized Bed Drying* (Pengeringan Unggun Fluidisasi) dipilih karena memiliki efisiensi yang baik. Penelitian ini dilaksanakan untuk memperoleh kurva pengeringan batubara dan mengetahui pengaruh suhu udara pengering dan ukuran partikel batubara terhadap pengeringan batubara menggunakan ungun fluidisasi. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu preparasi bahan baku batubara (*Size Reduction*), analisa *moisture content* awal, proses pengeringan, dan terakhir analisa akhir *moisture content*. Alat yang digunakan adalah *Fluidized Bed Dryer* (Pengering Unggun Terfluidisasi), *Humidity & temperature meter*, *stopwatch*, dan *test sieve*. Analisa kadar air atau *moisture content* dengan menggunakan metode gravimetri dengan oven. Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa selama proses pengeringan, kandungan air dalam batubara terus menurun tiap waktu dan laju pengeringan terus menurun, proses pengeringan tidak memiliki periode laju pengeringan konstan, dan semakin tinggi suhu udara pengering dan semakin kecil ukuran partikel batubara selama proses pengeringan maka semakin kecil kandungan air pada batubara dan laju pengeringan cenderung menurun.

Kata kunci : batubara, *fluidized bed drying*, kalor, kandungan air, *moisture content*, pengeringan ungun fluidisasi.

LATAR BELAKANG

Batubara merupakan salah satu bahan bakar terpenting dengan presentase pemakaian 40% pada seluruh pembangkit listrik di Dunia dan dipakai juga sebagai bahan baku sintesa senyawa kimia. Indonesia kaya akan batubara, sehingga bahan bakar tersebut dipakai oleh beberapa industri. Batubara yang melimpah ruah di Indonesia termasuk pada kategori kelas rendah (*Low Rank Coal*) mencapai 60%, dimana terdapat kandungan air melebihi 25% [1]. Batubara kelas rendah memiliki nilai kalori rendah dan berbagai karakteristik yang tidak menguntungkan, kadar abu yang tinggi, banyak mengandung mineral pengotor, dan berakibat pada biaya transportasi yang lebih

mahal, dan kurang baik digunakan pembakaran langsung [2]. Terdapat cara untuk melakukan *upgrading* yaitu penurunan kadar air dengan pengeringan dan dapat meningkatkan nilai yang disebut juga sebagai teknologi pengeringan batubara. Teknik pengeringan konvensional yang ada saat ini kurang efisien dan memerlukan pengeringan dengan efisiensi yang lebih baik [15]. Terdapat teknik lain dalam meningkatkan kualitas batubara yaitu dengan metode *dewatering coal* [3].

Pengeringan batubara sering dilakukan pada setiap kegiatan industri terutama pada pembangkit listrik yang menggunakan batubara sebagai bahan bakarnya. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas dari

batubara tersebut, seperti mengurangi kadar air, meningkatkan nilai kalor, dan mengurangi polusi [4]. Metode pengeringan paling konvensional adalah dengan menggunakan tenaga matahari dan diletakan dilapangan. Metode tersebut kurang efektif untuk mengeringkan batubara dan hanya efektif sebagai penyimpanan sementara batubara sebelum masuk proses seperti yang dilakukan oleh PT. Indonesia Power Semarang. Beberapa studi terdahulu ada yang menggunakan *Steam drying*, memiliki kelebihan efisiensi yang lebih tinggi dan mengurangi potensi kehilangan *volatile matter*, namun memiliki kelemahan waktu pengeringan yang lebih lambat dan biaya yang lebih tinggi [5]. Studi yang lain menggunakan teknik *convective drying*, memiliki kelemahan kurang meratanya pengeringan [6]

Dengan beberapa kelemahan metode pengeringan tersebut, terdapat metode pengeringan yang lebih efisien dan memiliki waktu pengeringan lebih cepat, yaitu pengeringan dengan metode unggul terfluidisasi [16]. Selain itu, metode unggul fluidisasi dapat menggunakan medium pengering yang lebih murah seperti gas buang hasil pembakaran ketel uap [3]. Beberapa hal yang mempengaruhi laju pengeringan batubara dengan metode unggul terfluidisasi atau *fluidized bed drying* yaitu humiditi udara pengering, tinggi unggul, ukuran partikel, laju alir udara pengering dan suhu. Maka dalam penelitian ini akan dipelajari pengaruh suhu udara pengering dengan ukuran partikel selama proses pengeringan batubara. Akan dilakukan kajian mendalam pengeringan batubara sub-bituminus yaitu memperoleh kurva pengeringan batubara sub-bituminus menggunakan unggul fluidisasi. Diharapkan hasil penelitian dapat diterapkan di industri dan digunakan sebagai referensi penelitian lanjutan.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan sampel batubara kualitas rendah (Sub-bituminus) dengan kadar air 51.7 % basis kering. Alat yang digunakan adalah unggul

fluidisasi operasi batch, rangkaian alat dapat dilihat pada Gambar 1.

Persiapan Bahan Baku

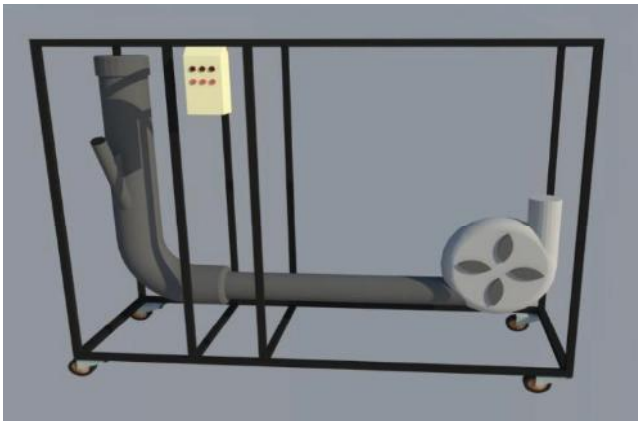
Batubara tipe sub-bituminus dihancurkan manual menggunakan palu melalui proses size reduction dan diayak menggunakan test sieve sampai diameter 1.18-4.75 mm dan dibagi sesuai dengan variabel.

Tahap Pengeringan Menggunakan Fluidized Bed Dryer

Eksperimen dimulai dengan mengukur kecepatan fluidisasi. Suhu udara masuk (Tgi) divariasikan yakni 40, 50, dan 60°C. Proses eksperimen dimulai dengan menyalakan *blower* yang akan mengalirkan udara pengering. Selanjutnya, pemanas udara diatur posisinya sesuai yang dikehendaki, misalkan suhu 40°C. Setelah suhu udara pengering mencapai suhu yang dimaksud, maka bahan batubara halus dimasukkan ke unggul pengering. Proses pengeringan akan berlangsung sampai 1 jam. Produk dipisahkan dari aliran udara di siklon dan kantong penyaring. Temperatur kontroler TIC (di bawah distributor) mempertahankan suhu udara masuk pada level yang dikehendaki. Selama percobaan, suhu udara masuk, suhu udara keluar, dan humiditi udara masuk dan keluar akan terus dicatat setiap 5 menit. Setelah operasi batubara ditampung di tempat yang kedap udara yang selanjutnya akan diukur kadar airnya. Bentuk alat Fluidized Bed Dryer dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisa Kadar Air (*Moisture Content*)

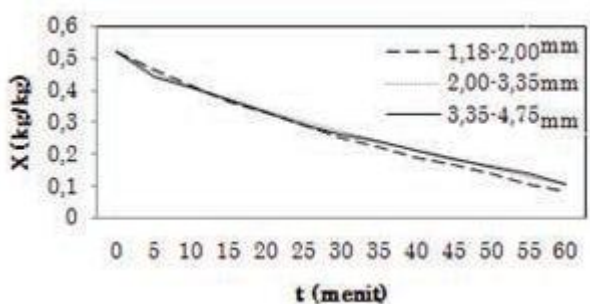
Analisa kadar air dapat dilakukan dengan metode gravimetri dengan oven berdasarkan AS2434.1 (standar Australia untuk pengukuran kandungan air pada batubara kelas rendah atau Sub-Bituminus). Sampel batubara hasil pengeringan diambil 10gr untuk dioven selama 3 jam pada suhu 105°C lalu timbang. Setelah itu dapat diperoleh kadar air yang terdapat dalam sampel batubara.



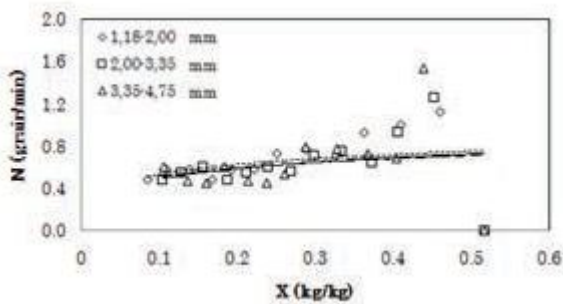
Gambar 1. Gambar Tiga Dimensi Alat Unggun Fluidisasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh diameter partikel terhadap kurva pengeringan



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Grafik Waktu vs X (kadar air) berbagai ukuran partikel pada suhu 50°C; (b) Grafik Hubungan X (kadar air) vs laju pengeringan berbagai ukuran partikel pada suhu 50°C.

Gambar 2(a) menunjukkan hubungan waktu pengeringan terhadap kadar air batubara pada suhu 50°C dan berbagai ukuran partikel. Semakin lama waktu pengeringan maka kandungan air dalam batubara akan semakin menurun, hal ini disebabkan air yang ada dalam batubara semakin banyak menguap dan terbawa oleh udara pengering. Namun

grafik ini tidak akan terus menurun dan akan menuju kondisi *steady state*. Hal ini dikarenakan adanya *equilibrium moisture content*, yaitu batas dimana *moisture content* dalam batubara tidak bisa lebih rendah dari nilai tersebut [7]. Selain itu, Gambar 2(a) menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel atau diameter partikel semakin kecil maka kadar air batubara selama proses pengeringan lebih rendah [8].

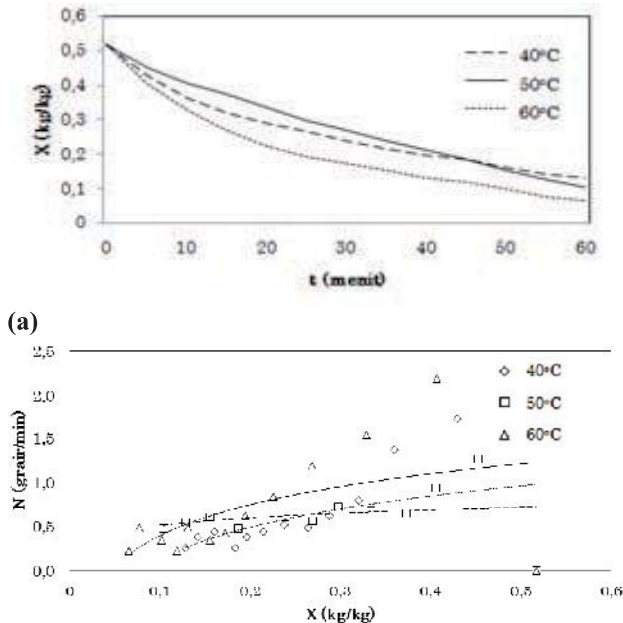
Gambar 2(b) menunjukkan hubungan kandungan air batubara terhadap laju pengeringan pada suhu 50°C dan berbagai ukuran partikel. Laju pengeringan akan terus menurun seiring penurunan kadar air [3]. Fenomena ini akan terus berlanjut hingga laju pengeringan nol. pada kondisi tersebut sudah memasuki kondisi setimbang. Semakin kecil ukuran partikel, maka kadar air dalam batubara akan semakin rendah (Gambar 2(a)) dan laju pengeringan semakin besar (Gambar 2(b)). Hal ini dikarenakan semakin kecil ukuran maka luas sentuh permukaan batubara terhadap udara pengering akan semakin besar.. Selain itu dengan semakin kecilnya ukuran partikel maka semakin cepat transfer massa yang terjadi [17]. Walaupun suhu udara pengering berpengaruh lebih besar dibandingkan pengaruh ukuran partikel dalam efisiensi pengeringan, tetapi ukuran partikel yang lebih kecil memiliki efisiensi pengeringan yang lebih baik [9]. Fenomena ini dapat dilihat pada Gambar 2(a) yang menunjukkan perbedaan kandungan air yang sangat kecil karena pengaruh ukuran partikel.

Fenomena ini sama dengan penelitian terdahulu yaitu pengeringan batubara sub-bituminus dengan menggunakan *microwave* [1] dan pengeringan rumput laut merah menggunakan metode *Solar Drying* [10].

Pengaruh suhu udara pengering terhadap kurva pengeringan

Gambar 3(a) menunjukkan hubungan waktu pengeringan dengan kadar air batubara pada ukuran 2,00-3,35 mm dan berbagai suhu

operasi. Semakin lama waktu pengeringan maka semakin turun kadar airnya. Meningkatnya suhu pengering akan menghasilkan kadar air yang lebih rendah pada waktu yang sama. Hal ini karena meningkatnya transfer panas pada batubara [11].



Gambar 3. (a) Grafik Hubungan Waktu vs X (kadar air) berbagai suhu pada ukuran partikel 2.00 – 3.35mm; (b) Grafik Hubungan X (kadar air) vs laju pengeringan berbagai suhu pada ukuran 2.00 – 3.35mm

Gambar 3(b) menunjukkan hubungan kadar air dengan laju pengeringan batubara sub-bituminus pada ukuran 2,00-3,35 dan berbagai suhu. Menurunnya kadar air akan menurunkan laju pengeringan. Laju pengeringan ini akan mencapai nilai nol pada saat keadaan steady state. Keadaan steady state tersebut dikarenakan moisture content dalam batubara telah mencapai moisture content equilibrium [7]. Kecepatan desorpsi dan reabsorpsi air pada batubara seimbang ketika mencapai equilibrium moisture content [12], Semakin tinggi suhu udara pengering yang masuk maka kadar air dalam batubara akan lebih rendah pada waktu yang sama terlihat pada Gambar 3(a) dan laju pengeringan semakin cepat pada Gambar 3(b). Hal ini dikarenakan semakin tinggi

suhu, energi untuk menguapkan air dalam batubara akan semakin besar (driving force semakin besar) dan menurunkan moisture content equilibrium [7]. Semakin tinggi suhu udara pengering maka akan menurunkan relative humidity udara pengering dan dengan turunnya relative humidity udara pengering akan mengakibatkan semakin menurunnya equilibrium moisture content batubara. Hal tersebut mengakibatkan semakin meningkatnya kecepatan pengeringan. Jadi, untuk waktu pengeringan yang sama diperoleh kadar air yang lebih rendah [13]. Dalam percobaan ini hanya ada laju menurun dan tidak ada *constant rate period*. Hal ini disebabkan karena laju pengeringan batubara ini dipengaruhi oleh laju difusi (Mujumdar 2004). Pada pengeringan kacang Pistachio juga tidak terdapat *constant rate period* [14].

Fenomena ini sama dengan penelitian sebelumnya yaitu pengeringan batubara tingkat rendah dengan metode *disc dryer* [2], pengeringan batubara dengan metode *steam* [5], dan pengeringan hazelnut menggunakan metode unggul fluidisasi [18].

KESIMPULAN

Semakin kecil ukuran partikel batubara maka semakin kecil kandungan air pada batubara dan laju pengeringan semakin besar; Semakin tinggi suhu udara pengering maka semakin kecil kandungan air pada batubara dan laju pengeringan semakin besar; Proses pengeringan tidak memiliki periode laju pengeringan konstan.

REFERENSI

- [1] C. A. Pickles, F. Gao, and S. Kelebek, "Microwave drying of a low-rank sub-bituminous coal," *Miner. Eng.*, vol. 62, pp. 31–42, 2014.
- [2] S. Moon, I. Ryu, S. Lee, and T. Ohm, "Optimization of drying of low-grade coal with high moisture content using a disc dryer," *Fuel Process. Technol.*, vol. 124, pp. 267–274, 2014.

- [3] Z. Rao, Y. Zhao, C. Huang, C. Duan, and J. He, "Recent developments in drying and dewatering for low rank coals," *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 46, pp. 1–11, 2015.
- [4] J. Yu, A. Tahmasebi, Y. Han, F. Yin, and X. Li, "A review on water in low rank coals: The existence, interaction with coal structure and effects on coal utilization," *Fuel Process. Technol.*, vol. 106, pp. 9–20, Feb. 2013.
- [5] S. Niksa and B. Krishnakumar, "Predicting the steam drying behavior of brown coals and lignites," *Fuel*, vol. 159, pp. 345–353, 2015.
- [6] B. a. Fu and M. Q. Chen, "Thin-layer drying kinetics of lignite during hot air forced convection," *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 102, pp. 416–428, 2015.
- [7] H.-S. Kim, Y. Matsushita, M. Oomori, T. Harada, J. Miyawaki, S.-H. Yoon, and I. Mochida, "Fluidized bed drying of Loy Yang brown coal with variation of temperature, relative humidity, fluidization velocity and formulation of its drying rate," *Fuel*, vol. 105, no. October, pp. 415–424, Mar. 2013.
- [8] J.-F. Zhu, J.-Z. Liu, J.-H. Wu, J. Cheng, J.-H. Zhou, and K.-F. Cen, "Thin-layer drying characteristics and modeling of Ximeng lignite under microwave irradiation," *Fuel Process. Technol.*, vol. 130, pp. 62–70, 2015.
- [9] T. Kang, H. Namkung, L. Xu, S. Lee, S. Kim, H. Kwon, and H. Kim, "The drying kinetics of Indonesian low rank coal (IBC) using a lab scale fi xed-bed reactor and thermobalance to apply catalytic gasi fi cation process," *Renew. Energy*, vol. 54, pp. 138–143, 2013.
- [10] A. Fudholi, K. Sopian, M. Y. Othman, and M. H. Ruslan, "Energy and exergy analyses of solar drying system of red seaweed," *Energy Build.*, vol. 68, pp. 121–129, 2014.
- [11] B. a. Fu, M. Q. Chen, and Y. W. Huang, "Heat transfer characteristics on lignite thin-layer during hot air forced convective drying," *Fuel*, vol. 154, pp. 132–139, 2015.
- [12] L. I. Xianchun, S. Hui, W. Qi, M. Chatphol, W. Terry, and Y. U. Jianglong, "Experimental study on drying and moisture re-adsorption kinetics of an Indonesian low rank coal," *J. Environ. Sci.*, vol. 21, pp. S127–S130, 2009.
- [13] W.-C. Wang, "Laboratory investigation of drying process of Illinois coals," *Powder Technol.*, vol. 225, pp. 72–85, Jul. 2012.
- [14] M. Omid, a. Baharlooei, and H. Ahmadi, "Modeling Drying Kinetics of Pistachio Nuts with Multilayer Feed-Forward Neural Network," *Dry. Technol.*, vol. 27, no. 10, pp. 1069–1077, 2009.
- [15] Mujumdar, A.S., "Research and Development in drying : Recent trends and future prospect," *Drying Technology*, 22 (1-2), 1- 26, 2004.
- [16] Mujumdar, A.S. dan Devahastin. S., "Aplication for Fluidized Bed Drying, " pp. 469=484, in W.C. Yang, (Ed.). Hanbook of Fluidization and Fluid-Particle System. Marvel Dekker, New York, 2003.
- [17] Gibbins, J.R., J. Jacobs, C. K Man, and K.J Pendlebury., "Effect of Coal Particle Size on Volatile Yields During Rapid Heating," London, 1992.
- [18] Topuz, Adnan, Mesut Gur, and M. Zafer Gul, "An experimental and numerical study of fluidized bed drying of hazelnut," *Applied Thermal Engineering*, 24. 1535-1547, 2004.