

Pengaruh waktu dan ukuran partikel pada pengeringan batubara dengan menggunakan gelombang mikro

Muhammad Haviz^{1,*}, Sandri Erfani², Darmansyah¹, Donny Lesmana¹, Lia Lismeri¹

¹ Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung Jalan Prof. Soemantri Brodjonegoro, No. 1, Gedong Meneng, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

² Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung Jalan Prof. Soemantri Brodjonegoro, No. 1, Gedong Meneng, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

*E-mail: muhammadhaviz@eng.unila.ac.id

Abstrak

Sekitar 40 miliar ton batubara di Indonesia, 45% berada di Pulau Sumatera. Kebanyakan dari batubara tersebut dikategorikan sebagai batubara peringkat rendah dengan 15-31% kandungan *Total Moisture* (TM). Pada batubara peringkat rendah, proses pengeringan dapat berjalan tidak efektif karena menggunakan energi yang besar pada prosesnya. Dengan menggunakan *microwave* diharapkan dapat berjalan secara efektif, karena menggunakan frekuensi yang spesifik 2,45 MHz. Berdasarkan hasil Analisa Proksimat, terdapat sekitar 15-16% *Total Moisture* (TM) pada batubara yang digunakan sebagai objek penelitian ini. Pada penelitian ini, ukuran partikel batubara yang akan dianalisa dibagi menjadi 16-20, 20-40, dan 40-60 mesh dengan berat yang seragam yaitu 5 gram. Batubara akan diiradiasi selama 5 menit dengan menggunakan oven *microwave* 400 watt, dan dihitung massanya tiap menit. Kehilangan kadar air paling banyak terjadi pada proses pengeringan batubara ukuran partikel 40-60 mesh selama 5 menit, yaitu sebesar 0,045 gram atau 5,73%.

Kata kunci: batubara, *coal drying*, *microwave*, ukuran partikel pengeringan

1. Pendahuluan

Pembatubaraan merupakan proses perubahan vegetasi dari gambut, lignit, sub-bituminus, bituminus, semi antrasit, antrasit dan batubara meta-antrasit. Tingkat transformasi atau pembatubaraan disebut peringkat batubara (Thomas, 2013).

Batubara merupakan salah satu bahan bakar fosil yang masih menjadi sumber energi paling penting, dengan kegunaannya sebagai bahan bakar di hampir 40% power plant di seluruh dunia (Krawczykowska, 2012).

Ada beberapa moisture yang mengakibatkan kandungan air pada batubara, antara lain (Thomas, 2013):

1. *Surface Moisture*. *Surface moisture* merupakan kandungan air yang bukan berasal dari dalam batubara. Dengan pemanasan suhu rendah (40°C) *surface moisture* dapat dihilangkan. Biasanya penghilangan *surface moisture*, berada pada awal analisa.
2. *Inherent Moisture*. *Inherent Moisture* (IM) merupakan banyaknya air yang terkandung pada mikropori batubara dengan kata lain nilai dari IM tidak terpengaruh dari jumlah air eksternal seperti air formasi.
3. *Total Moisture*. *Total moisture* adalah jumlah keseluruhan moisture yang dapat

dihilangkan dengan pemanasan di suhu yang cukup tinggi (150°C).

Kadar air pada batubara akan mencirikan peringkat batubara, semakin banyak kadar air, maka berbanding terbalik dengan peringkat batubara. Banyaknya kadar air juga akan mengakibatkan banyaknya energi yang dikonsumsi selama proses pembakaran.

Sumatera memiliki sekitar 45% dari total cadangan batu bara Indonesia, yang terhitung tinggi, dengan karakteristik, tinggi *moisture content*, kalori rendah dan kadar abu tinggi. Lapangan batubara Tanjung Enim yang merupakan bagian dari Cekungan Sumatera Selatan, memiliki cadangan batubara 2,8 miliar ton. Target produksi batubara pada tahun 2020 adalah sebesar 31 juta ton dan tahun 2021 sebesar 32 juta ton.

Dengan mengurangi kadar air pada batubara, maka akan mengurangi energi yang dikonsumsi untuk *size reduction*, *heat loss*, biaya transportasi dan emisi gas buang. Semakin sedikit kadar air, maka akan meningkatkan efisiensi pembakaran dan tingkat keamanan. Cara mengurangi kadar air adalah dengan *pre-drying*, untuk mendapatkan tujuan-tujuan tersebut (Pakowski dkk, 2011).

Pengeringan batubara (*coal drying*) bertujuan untuk menghilangkan *total moisture* sehingga dengan berkurangnya moisture content ini

mampu meningkatkan nilai kalor dari batubara. Batubara yang telah dikeringkan dapat meningkatkan efisiensi proses operasi, menurunkan biaya perawatan utilitas peralatan, serta mengurangi resiko terjadinya bahaya kebakaran spontan (Baaqy, 2013)

Menurut Komariah (2012), kandungan air pada batubara dapat dihilangkan dengan gelombang mikro. Kisaran waktu 1,5-5 menit, dengan jarak perhitungan setiap 30 detik sekali menjadi acuan dalam penggunaan variable waktu. Selain itu daya juga menjadi variabel yang divariasikan pada penelitian tersebut.

Selama proses irradiasi oleh gelombang mikro (dengan temperatur yang berbeda), akan mengakibatkan *thermal fractures* pada permukaan dan struktur batubara. Akibatnya, area tempat akses keluarnya *liquors* yang terkandung pada batubara akan semakin besar

Datta dkk (2011) mengemukakan beberapa alasan yang menyebabkan pemanasan dengan gelombang mikro jauh lebih efektif daripada menggunakan furnace (pemanasan konvensional), antara lain :

1. Proses pemanasannya berlangsung cepat, karena tingkat pemanasannya jauh lebih tinggi
2. Lebih seragam
3. Adanya selektivitas, karena daerah yang lembab akan diberi pemanasan yang lebih daripada yang kering.
4. Dapat dihentikan secara instan
5. Penguapan internal pada batubara dapat meningkatkan jumlah moisture yang hilang selama proses pemanasan

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Batubara yang digunakan merupakan batubara peringkat rendah dari formasi Muara Enim.

Alat-alat yang digunakan antara lain :

1. Microwave dengan daya 400 Watt
2. Timbangan digital dengan 4 angka desimal
3. Ayakan mesh 16 tertahan 20 mesh (16-20), 20 tertahan 40 mesh (20-40) dan 40 tertahan 60 mesh (40-60).
4. Cawan Porselain terlapis *aluminium foil*.
5. Oven dengan suhu 110°C

Adapun untuk variabel-variabel pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Variabel-variabel yang digunakan pada penelitian

Variabel Tetap

Massa Batubara	: 5 gram
Daya Microwave	: 400 watt
Variabel Berubah	
Waktu	: 1,2,3,4, dan 5
Ukuran Partikel	menit
	: 16-20 mesh, 20-40 mesh dan 40-60 mesh
Variabel Respon	
Kadar air (<i>Moisture Content</i>)	

2.1. Analisa proksimat awal

Parent coal adalah batubara yang dijadikan sampel dalam mengetahui kandungan *moisture* nya melalui Analisa Proksimat yang mengacu kepada Standar Operasional Prosedur (SOP) Analisis Kimia Proksimat Batubara oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).

2.2. Preparasi sampel

Parent Coal direduksi ukuran partikelnya sehingga menjadi berbeda-beda, yaitu 16 tertahan 20 mesh (16-20), 20 tertahan 40 mesh (20-40) dan 40 tertahan 60 mesh (40-60). Kemudian sampel diseragamkan dalam berat, yaitu 5 gram.



Gambar 1. *Parent Coal*

2.3. Pengeringan oleh gelombang mikro

Pada tahapan pengeringan oleh gelombang mikro oleh oven *microwave* 400 watt, sampel dengan ukuran partikel yang berbeda diiradiasi selama 5 menit, dengan penimbangan massa sampel per menitnya.

3. Hasil dan pembahasan

Hasil dan pembahasan ditulis dengan font Times New Roman 12 regular. Dari hasil Analisa proksimat awal pada *Parent Coal*, diketahui *Moisture Content* yang terdapat pada *Parent Coal* adalah 15,83%.

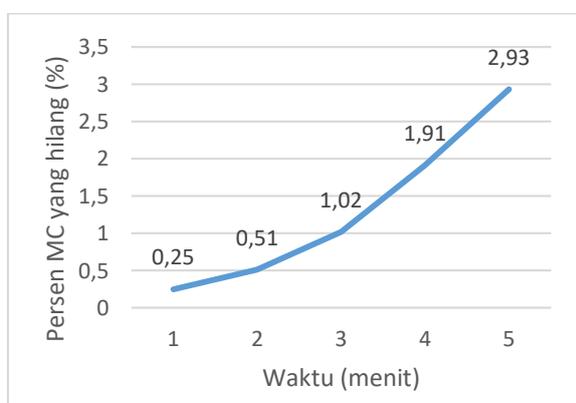
3.1. Pengeringan Pada Ukuran Partikel 16-20 mesh

Hasil dari pengeringan menggunakan gelombang mikro pada sampel dengan ukuran partikel 16-20 mesh dapat dilihat di tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengeringan oleh oven *microwave* 400 W pada sampel 16-20 mesh

Waktu (Menit)	Air yang Hilang (gr)	% Air yang Hilang (%)
1	0,002	0,25
2	0,004	0,51
3	0,008	1,02
4	0,015	1,91
5	0,023	2,93

Untuk melihat perubahan *moisture content* pada sampel 16-20 mesh selama proses pengeringan menggunakan oven *microwave* 400 watt, dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Persentase *Moisture Content* (MC) yang hilang pada sampel 16-20 mesh

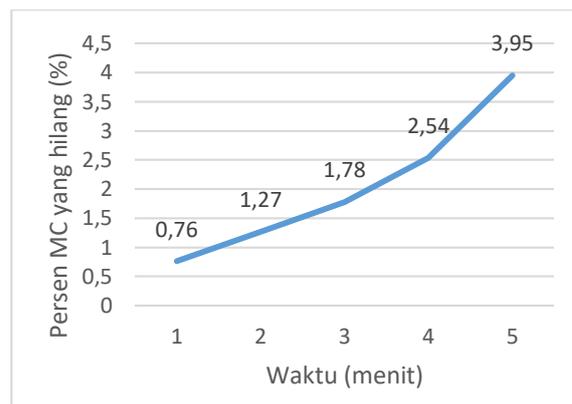
3.2. Pengeringan Pada Ukuran Partikel 20-40 mesh

Hasil dari pengeringan menggunakan gelombang mikro pada sampel dengan ukuran partikel 20-40 mesh dapat dilihat di tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengeringan oleh oven *microwave* 400 W pada sampel 20-40 mesh

Waktu (Menit)	Air yang Hilang (gr)	% Air yang Hilang (%)
1	0,006	0,76
2	0,010	1,27
3	0,014	1,78
4	0,020	2,54
5	0,031	3,95

Untuk melihat perubahan *moisture content* pada sampel 20-40 mesh selama proses pengeringan menggunakan oven *microwave* 400 watt, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Persentase *Moisture Content* (MC) yang hilang pada sampel 20-40 mesh

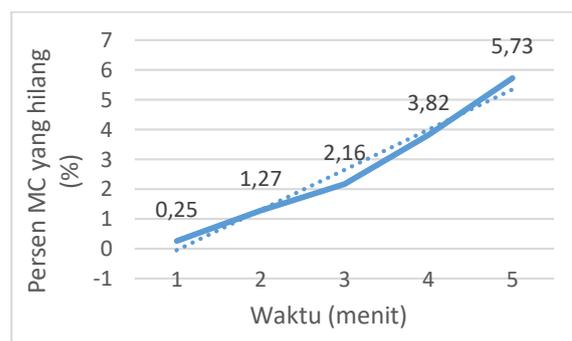
3.3. Pengeringan Pada Ukuran Partikel 40-60mesh

Hasil dari pengeringan menggunakan gelombang mikro pada sampel dengan ukuran partikel 40-60 mesh dapat dilihat di tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengeringan oleh oven *microwave* 400 W pada sampel 40-60 mesh

Waktu (Menit)	Air yang Hilang (gr)	% Air yang Hilang (%)
1	0,002	0,25
2	0,010	1,27
3	0,017	2,16
4	0,030	3,82
5	0,045	5,73

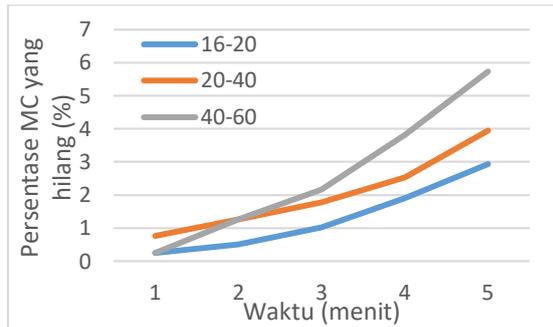
Untuk melihat perubahan *moisture content* pada sampel 40-60 mesh selama proses pengeringan menggunakan oven *microwave* 400 watt, dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Persentase *Moisture Content* (MC) yang hilang pada sampel 20-40 mesh

3.3. Pengeringan Pada Ukuran Partikel 40-60mesh

Perbandingan persentase *Moisture Content* (MC) dari berbagai ukuran partikel, dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Persentase *Moisture Content* (MC) yang hilang pada sampel di berbagai ukuran partikel

Terlihat pada gambar 4, di menit ke-5, sampel pada ukuran partikel 40-60 mesh mengalami kehilangan *moisture content* paling tinggi, disusul 20-40 dan terakhir 40-60.

Pada proses pengeringan dengan gelombang mikro, ukuran partikel sangat mempengaruhi pada proses *drying* atau terlepasnya *moisture content* pada sampel.

Pada pemanasan dengan menggunakan gelombang mikro terjadi mekanisme polarisasi dipolar karena adanya interaksi dipol-dipol antara molekul-molekul polar ketika bertemu dengan gelombang mikro

Proses pengeringan pada penelitian ini bertujuan untuk menguapkan air dari dalam matriks batubara. Setelah diradiasi gelombang mikro, maka air telah berubah menjadi uap air yang mengalami proses perpindahan massa uap air dari matriks batubara ke udara (Komariah, 2012).

Baaqy dkk (2013) mengemukakan akan kemungkinan terjadinya reabsorpsi batubara sampel karena adanya afinitas oksigen pada permukaan batubara, dimana afinitas tersebut pada udara cukup tinggi untuk memicu terjadinya oksidasi. Kemungkinan reabsorpsi terjadi pada proses pengukuran massa sampel tiap menitnya

Nilai afinitas lebih tinggi pada batubara peringkat rendah. Hal ini terjadi karena proses *size reduction* pada saat penggilingan menyebabkan permukaan batubara bersifat lebih *hydrophobic*.

Berdasarkan gambar 5 dapat diketahui bahwa semakin kecil ukuran partikel maka semakin mudah *moisture content* lepas dari matriks batubara. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan luas permukaan sampel yang semakin besar dan juga massa sampel yang kecil. Menurut Braga (2019), ketika partikel diperkecil, maka luas permukaan dan jumlah ruang kosong antar partikel akan meningkat.

Semakin lama proses pengeringan oleh gelombang mikro, maka akan semakin banyak pula *moisture content* yang dapat lepas dari matriks batubara.

4. Kesimpulan

Dengan massa sampel 5 gram, didapatkan semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin memudahkan *moisture content* untuk terlepas dari batubara. Semakin lamanya waktu pengeringan, maka akan semakin banyak *moisture content* untuk terlepas dari batubara.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih diucapkan untuk Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah memberikan hibah dana penelitian DIPA FT kepada peneliti.

Daftar pustaka

- Baaqy, L. A., Arias, G., Rachimoellah, M., Nenu, R. K. T. (2013) *Pengeringan Low Rank Coal dengan Menggunakan Metode Pemanasan Tanpa Kehadiran Oksigen*. Jurnal Teknik POMITS, vol. 2, No. 2 (2301-9271)
- Braga, E. M. H., Silva, G. L. R., Amara, R. C. V., Assis, P. S., Lemos, L R. (2019) *Influence of moisture and particle size on coal blend bulk density*. Minas Gerais. REM – International Engineering Journal (2019) Vol. 72 No. 2.
- Datta, A., Rakesh, V. (2011) *Microwave puffing : Mathematical Modeling and Optimization*. Procedia Food Science I (2011) 762-769.
- Krawczykowska, A., Kowalska, J.M. (2012). *Problems of Water Content in Lignites- Methods of Its Reduction*. AGH Journal of Mining and Geoengineering, vol. 36, No. 4 . Poland.
- Komariah, W. E. (2012) Peningkatan Kualitas Batubara Indonesia Peringkat Rendah Melalui Penghilangan Moisture Dengan Pemanasan Gelombang Mikro. M.T. Thesis. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Pakowski, Z., Adamski R., Kokocińska M., Kwapisz S. (2011) *Generalized desorption equilibrium equation of lignite in a wide temperature and moisture content range*. Fuel, 90. pp. 3330-3335.
- Thomas, L.P (2013) *Coal Geology Second Edition*, John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, 444p