

Submitted : 16 May

Revised : 29 May

Accepted : 31 May

## PENGARUH DIAMETER PARTIKEL TERHADAP STABILITAS BAHAN BAKAR ALTERNATIF *COAL-OIL MIXTURES (COM)*

Nufus Kanani<sup>1\*</sup>, Bardi Murrachman<sup>2</sup>, Budhijanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Kimia, Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

<sup>2</sup>Teknik Kimia, Teknik, Universitas Gadjah Mada

\*Email: [nufuskanani@yahoo.com](mailto:nufuskanani@yahoo.com)

### Abstrak

*Coal-Oil Mixtures (COM)* merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang telah lama diterapkan di industri, namun ada satu faktor yang menjadi masalah pada *Coal-Oil Mixtures* yaitu batubara dapat mengendap dan terpisah dari minyak, padahal kita menginginkan agar terjadi kestabilan antara campuran minyak dan batubara. Campuran batubara dan minyak terpisah dan membentuk lapisan batubara dan minyak. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan berat jenis antara batubara dan minyak. Untuk menjaga kestabilan campuran agar tidak terjadi pengendapan, selain ukuran partikel dibuat sangat kecil, juga ditambahkan surfaktan sebagai suatu senyawa yang berfungsi untuk mencegah terjadinya aglomerasi dari partikel batubara, sehingga dapat menstabilkan campuran tersebut. Pada penelitian ini dikembangkan metode untuk pengkajian tentang stabilitas bahan bakar alternatif *Coal-Oil Mixtures* yang ditunjukkan dengan tingginya penurunan partikel batubara terhadap tinggi cairan total (h/L) pada *Coal-Oil Mixtures* dengan menggunakan berat surfaktan 0,4 gram dan rasio berat batubara:minyak = 0,2 dan ukuran diameter partikel 0.149 mm, 0.192 mm dan 0.352 mm. Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran diameter partikel yang digunakan maka stabilitas bahan bakar alternatif *Coal-Oil Mixtures* yang dihasilkan semakin baik. Kestabilan tertinggi diperoleh pada ukuran diameter partikel 0.149 mm.

**Kata kunci:** Batubara, *Coal-Oil Mixtures*, Surfaktan

### Abstract

*Alternative fuel oil of Coal-oil mixtures (COM) has been investigated and implemented in the company, but the difference of density from this coal particles and oil caused the problem of using this COM, the coal particle is separated from the oil and instability of this COM occurs. Some surfactants are added to keep the stability of this COM and also the coal particle is made in very small size to avoid the agglomeration of coal particle so the stability of COM can be obtained. This study presents the method for assessment of the stability of Coal-Oil mixtures as an alternative fuel oil by measuring the decrease of particle height to total height of mixtures (h/L) using 0,4 in surfactant weight, 0,2 in coal: oil ratio and 0.149 mm, 0.192 mm 0.352 mm of particle size. From the experiment show that the smallest particle size is the most stable of COM. The highest stability of mixtures is reached by using 0,149 mm of particle size.*

**Key words :** Coal, *Coal-Oil Mixtures*, surfactants

## 1. PENDAHULUAN

Batubara adalah salah satu sumber daya energi yang cukup melimpah di Indonesia. Menurut Ssiti (2005) Saat ini, batubara di Indonesia bukan hanya merupakan komoditi ekspor penghasil devisa negara tetapi juga mulai dimanfaatkan sebagai sumber energi pengganti minyak dan gas bumi. Di masa yang akan datang, dengan harga yang relatif lebih murah serta keberadaannya yang melimpah diperkirakan pemakaian batubara di dalam negeri akan terus meningkat, terutama dengan semakin menyusutnya cadangan minyak dan gas bumi yang dimiliki Indonesia.

Pada saat ini dunia memproduksi batubara kurang lebih 4030 juta ton atau naik sebesar 38% dalam 20 tahun terakhir. Seperti yang telah dipaparkan oleh Asthary pada tahun 2007 bahwa cadangan batubara di Indonesia diperkirakan sekitar 36,5 milyar ton, dari sejumlah itu sekitar 5,1 milyar ton dikategorikan sebagai cadangan terukur. Sumber daya ini sebagian besar berada di Kalimantan yaitu sebesar 61%, di Sumatera sebesar 38% dan sisanya tersebar di wilayah lain.

Salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi masalah pemenuhan kebutuhan energi di masa yang akan datang adalah pengembangan bahan bakar non-konvensional seperti biomassa, gasifikasi arang, *bricket*, dan pengenceran ataupun pembuatan *slurry* dari batubara menggunakan *Coal-Oil Mixture* (COM). Beberapa penelitian mengenai batubara antara lain adalah penelitian yang dilakukan oleh Putri (2009) mengenai desulfurisasi batubara dengan senyawa hipoklorit secara leaching dan penelitian yang dilakukan oleh Supriono (2005) mengenai pembakaran terfluidisasi batubara dengan menggunakan campuran LPG-udara.

Dalam penelitian ini metode yang ingin dikembangkan adalah pengkajian tentang stabilitas bahan bakar alternatif *Coal-Oil mixtures* yang ditunjukkan dengan tingginya penurunan partikel batubara terhadap perbedaan ukuran partikel pada *Coal-Oil mixtures*

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pembuatan bahan bakar alternatif campuran antara batubara dan minyak yang dikenal sebagai *Coal-Oil Mixtures* (COM) telah diteliti dan telah diterapkan di perusahaan. Pada mulanya padatan batubara langsung digunakan sebagai sumber energi, namun penggunaan padatan batubara secara langsung memiliki beberapa kekurangan antara lain kesulitan dalam proses transportasi, penyimpanan dan kontrol pembakarannya. Selain itu juga pembakaran batubara dapat menyebabkan masalah pencemaran lingkungan khususnya pencemaran udara, menurut Hiroya dan Ihara (1982) Salah satu cara yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan mengembangkan studi tentang *Coal-Oil Mixtures* (COM).

*Coal-Oil Mixtures* merupakan salah satu cara yang dilakukan dalam pengembangan pemanfaatan batubara. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Rowel dkk, pada tahun 1980 dimana batubara dicampur dengan minyak untuk dijadikan sebagai bahan bakar alternatif. *Coal-Oil Mixtures* di publikasikan untuk pertama kalinya pada *The First International Symposium on Coal-Oil Mixture Combustion*, yang diselenggarakan di Florida, Amerika Serikat pada tahun 1978. *Coal-Oil Mixtures* memiliki beberapa kelebihan, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Yoo, pada tahun 1984, kelebihan dari menggunakan bahan bakar COM antara lain adalah sebagai berikut:

- a. *Coal-oil Mixtures* memiliki nilai kalor yang tinggi.
- b. Pencemaran udara yang dihasilkan *Coal-oil Mixtures* lebih rendah jika dibandingkan dengan pembakaran yang hanya menggunakan batubara.
- c. *Coal-Oil Mixtures* dapat dibakar menggunakan alat pembakaran yang sama dengan yang digunakan pada pembakaran menggunakan petroleum.
- d. *Long-distance land transportation* (transportasi menggunakan pipa).
- e. Dapat menghemat tempat untuk penyimpanannya.

Selain memiliki beberapa kelebihan, menurut penelitian yang dilakukan oleh Hiroya dan Ihara pada tahun 1982 ada satu faktor yang menjadi masalah pada *Coal-Oil Mixtures* yaitu batubara dapat mengendap dan terpisah dari minyak, padahal kita menginginkan agar terjadi kestabilan antara campuran minyak dan batubara. Campuran batubara dan minyak terpisah dan membentuk lapisan batubara dan minyak. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan berat jenis antara batubara dan minyak.

Untuk mengetahui penurunan batubara pada campuran minyak dan batubara, perlu diperhatikan beberapa parameter yang mempengaruhi yang meliputi ukuran partikel, jumlah surfaktan, serta perbandingan antara berat minyak dan batubara.

- a. Ukuran partikel

Pada pembuatan *Coal-Oil Mixtures*, ukuran partikel sangat berpengaruh dimana semakin besar ukuran partikel batubara maka semakin sulit untuk menjaga kestabilan campuran antara minyak dan batubara karena partikel batubara akan lebih mudah jatuh dan mengendap, sehingga akan terpisah lalu membentuk lapisan minyak dan lapisan batubara. Menurut Brown, G.G., 1950, jika dalam *slurry* mengandung partikel dengan ukuran yang berbeda, yaitu partikel dengan ukuran kecil dan besar maka partikel dengan ukuran yang lebih besar akan jatuh lebih cepat dibanding partikel dengan ukuran lebih kecil. Secara persamaan sesuai dengan yang telah dituliskan oleh Foust, A.S., tahun 1980 bahwa pengaruh ukuran partikel terhadap *settling velocity* dapat dinyatakan dengan persamaan dari *stokes' law* sebagai berikut:

$$v = \frac{(\rho_s - \rho)gD_p^2}{18\eta}$$

b. Jumlah surfaktan

Kesetabilan antara campuran minyak dan batubara akan terjaga dengan semakin banyaknya surfaktan yang ditambahkan ke dalam campuran minyak dan batubara tersebut. Surfaktan berfungsi sebagai zat yang dapat menurunkan tegangan muka baik antar muka udara air, minyak-air dan zat padat-zat cair, selain itu juga surfaktan berfungsi sebagai zat pembasah dalam hal ini pada partikel batubara, sehingga dengan menambahkan surfaktan pada *coal-oil mixtures* dapat mencegah terjadinya penggumpalan antar partikel batubara yang dapat menyebabkan perubahan ukuran partikel membentuk ukuran partikel batubara dengan diameter yang lebih besar. Awang dan Yuen tahun 2009 melakukan penelitian mengenai *coal-oil mixtures* menggunakan surfaktan 0%; 0,5%; 1,0%; 2,0%; 3,0% dan diperoleh stabilitas 0,96; 0,36; 0,32; 0,20; 0,20. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah surfaktan mempengaruhi penurunan partikel batubara meskipun pada konsentrasi 3,0% tidak mengalami kenaikan.

c. Perbandingan berat minyak dan batubara

Konsentrasi partikel batubara dalam cairan akan berpengaruh pada penurunan dari partikel batubara tersebut, dimana menurut buku yang ditulis oleh Perry pada tahun 1999 semakin tinggi konsentrasi padatan yang terdapat pada campuran maka penurunan dari batubara pada campuran akan menurun. Hal ini disebabkan karena adanya interaksi hidrodinamika atau tumbukan antar partikel dengan partikel lainnya yang dikenal dengan *hindered settling*.

Untuk menjaga kestabilan campuran agar tidak terjadi pengendapan, selain ukuran partikel dibuat sangat kecil, juga ditambahkan surfaktan sebagai suatu senyawa yang berfungsi untuk mencegah terjadinya aglomerasi dari partikel batubara dengan cara membasahi seluruh permukaan partikel batubara, sehingga dapat menstabilkan campuran tersebut.

### 3. METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang dipakai pada penelitian ini antara lain adalah: batubara, minyak dan *Alkylbenzene Sulfonate* (ABS).

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi beberapa bagian antara lain berupa persiapan, proses, pengambilan data dan pengulangan percobaan.

a. Persiapan

Batubara yang diperoleh dari PT. Novagro Indonesia yang ditambang di Banyu Banyu Asin Propinsi Sumatera Selatan digiling dengan menggunakan gilingan, kemudian di ayak menggunakan

*screener*. Pada penelitian ini digunakan sampel batubara -80+115 (0.149 mm), -65+80 (0.192 mm), -32+65 mesh (0.253 mm).

b. Proses

*Alkylbenzene sulfonates* (ABS) dimasukkan dalam gelas ukur dicampur dengan Minyak bekas lalu diaduk sampai homogen selama ± 5 menit. Setelah *Alkylbenzene sulfonates* (ABS) dan minyak tercampur lalu batu bara dimasukkan dalam campuran tadi, kemudian gelas ukur ditutup lalu campuran tadi diaduk sampai terbentuk campuran yang homogen antara minyak, surfaktan dan batubara kemudian diukur penurunan dari partikel batubara selama waktu tertentu.

Percobaan yang dilakukan adalah dengan menggunakan rasio berat batubara:minyak 0.20 dan berat surfaktan 0.4 gram dengan berbagai variasi ukuran partikel batubara. Partikel batubara yang digunakan adalah 0,149 mm.

c. Pengambilan Data

Pengambilan data penurunan dilakukan setiap 6 menit pada campuran minyak, batubara dan surfaktan yang telah tercampur secara homogen.

d. Pengulangan Percobaan

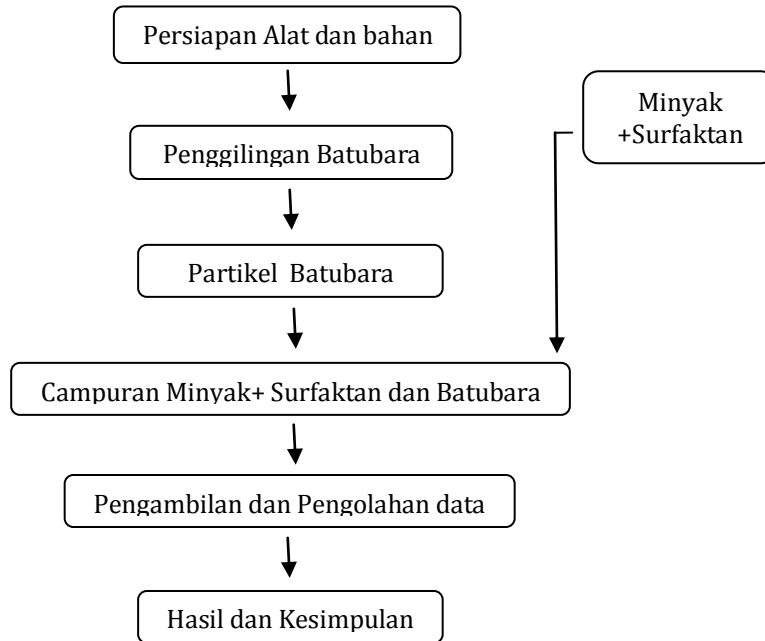
Percobaan yang dilakukan adalah dengan menggunakan rasio berat batubara:minyak 0.20 dan berat surfaktan 0.4 gram dengan berbagai variasi ukuran partikel batubara. Partikel batubara yang digunakan adalah 0,192 mm, dan 0,352 mm.

Sedangkan untuk kerangka penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh ukuran partikel yang dipelajari adalah 0,149 mm, 0,192 mm, dan 0,352 mm dengan berat surfaktan 0,4 gram dan rasio berat batubara:minyak = 0,2. Hubungan antara penurunan partikel batubara dengan waktu pada perbandingan ukuran partikel disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2. Dari Gambar 2 terlihat bahwa pada ukuran diameter partikel 0,149 sampai 0,352 pada saat t = 0 sampai t = 18 menit terjadi penurunan (h/L) yang sangat signifikan, sementara itu, setelah proses berjalan selama 18 sampai 30 menit terjadi penurunan (h/L) yang rendah dan pada saat t = 30 menit sampai 60 menit penurunan (h/L) relatif konstan. Hal ini disebabkan karena setelah waktu tertentu konsentrasi batubara pada tinggi tertentu dalam campuran *coal-oil mixtures* akan meningkat sehingga tumbukan antar partikel batubara yang terjadi akan semakin sering sehingga menyebabkan penurunan partikel batubara akan cenderung lebih rendah atau dengan kata lain pada saat t = 18 menit sampai 30 menit konsentrasi partikel batubara menjadi semakin tinggi sehingga pada saat itu akan terjadi *hindered settling* yang mengakibatkan penurunan (h/L) akan semakin

rendah, bahkan pada saat  $t = 30$  menit sampai 60 menit penurunan batubara dalam campuran akan menjadi konstan.



**Gambar 1.** Kerangka Penelitian

**Tabel 1.** Pengaruh ukuran partikel

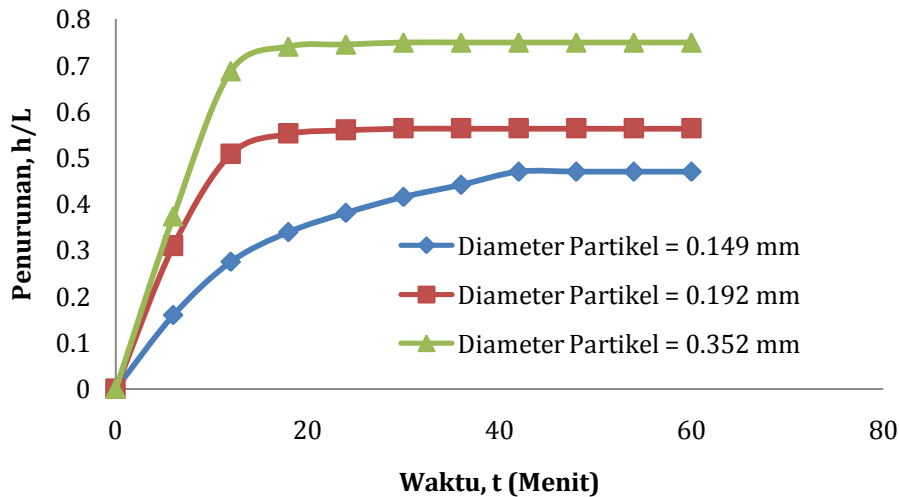
Waktu (Menit)	Penurunan Partikel Batubara, h/L		
	Diameter Partikel = 0,149 mm	Diameter Partikel = 0,192 mm	Diameter Partikel = 0,352 mm
0	0	0	0
6	0.1595	0.3092	0.3728
12	0.275	0.5080	0.6870
18	0.3393	0.5517	0.7402
24	0.3810	0.5598	0.7446
30	0.4155	0.5632	0.7489
36	0.4417	0.5632	0.7489
42	0.4702	0.5632	0.7489
48	0.4702	0.5632	0.7489
54	0.4702	0.5632	0.7489
60	0.4702	0.5632	0.7489

*Tabel pengaruh ukuran partikel dengan Berat Surfaktan = 0,4 gram dan rasio berat batubara:minyak = 0,2*

Pada Gambar.2 dapat terlihat bahwa penurunan batubara pada campuran batubara dan minyak (*Coal-Oil Mixtures*) terendah adalah pada ukuran partikel 0,149 mm, kemudian ukuran partikel 0,192 mm dan terakhir adalah ukuran partikel dengan diameter 0.352 mm. Dari hasil berikut terlihat bahwa penurunan sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel, yaitu pada jumlah surfaktan yang sama serta rasio berat batubara:minyak juga sama, semakin besar ukuran diameter partikel maka akan semakin tinggi penurunannya, begitu juga sebaliknya, semakin kecil ukuran diameter partikel maka akan semakin kecil penurunannya sehingga stabilitasnya akan semakin baik. Hal ini sesuai dengan Hukum Stoke's:

$$v = \frac{(\rho_s - \rho)gD_p^2}{18\eta}$$

Maka semakin besar ukuran diameter partikel yang digunakan pada pembuatan *Coal-Oil Mixtures* maka akan semakin cepat penurunannya. Hal inilah yang menjadi sebab mengapa ukuran diameter partikel batubara harus dibuat sekecil mungkin agar penurunannya semakin lama. Dari grafik tersebut diatas, hasil penurunan partikel batubara terbaik adalah penurunan (h/L) yang paling kecil yaitu pada penurunan partikel batubara dengan ukuran diameter partikel batubara 0,149 mm.



Gambar 2. Hubungan penurunan dengan waktu pada variasi ukuran partikel

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kestabilan COM tertinggi (h/L) yang paling kecil diperoleh pada ukuran diameter partikel 0.149 mm.

### 5.2 Saran

Untuk mendapatkan kestabilan COM yang lebih baik, tidak saja hanya diperhatikan ukuran diameter partikel, namun disarankan agar memperhatikan juga banyaknya jumlah surfaktan serta rasio batubara dan minyak yang digunakan, sehingga kestabilannya dapat terjaga.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Asthary, R.; Teknologi Gasifikasi Batubara, 2007.

Awang, R.; Yuen, M.C, Charcoal-Oil Mixture ad an alternative Fuel, 2009.

Foust, A. S., Principles of Unit Operation, New York 1980.

Hiroya, O.; Ihara, H., Coal-Oil Mixture, U.S. Patent No. 4.309.191, 1982.

Perry, R.H.; Green.D.W., Chemical Engineer's hand book, Mc. Graw Hill, New York, 1999.

Putri, N.P., Desulfurisasi Batubara dengan Senyawa Hipoklorit Secara Leaching, Tesis Pascasarjana UGM, Yogyakarta, 2009.

Rowel, R. I.; Amherst.; Vasconcellos, S. R., Coal-Oil Composition, U.S. Patent No. 4.201.552, 1980.

Ssiti, Kajian Zonasi Daerah Potensi Batubara untuk Tambang dalam Provinsi Kalimantan Selatan Bagian Tengah, 2005.

Supriono, Pembakaran Terfluidisasi Batubara dengan Menggunakan Campuran LPG-Udara, Tesis Pascasarjana UGM, 2005.

Yoo, J. S.; Flossmoor, Process for Forming Stable Coal-Oil Mixtures, U.S. Patent No. 4.448.585, 1984.