

# PERANCANGAN SISTEM PENGANGKUTAN BATUBARA MENGGUNAKAN PIPA DALAM SKALA LABORATORIUM (*Design of Coal Transportation System Using Pipe In Laboratory Scale*)

Gayus I. Andeina, Agus Winarno, Shalaho D. Devy

Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda

Email: gayusirwantoandeina@gmail.com

## Abstrak

Pengangkutan batubara dari *stockpile* ke pelabuhan atau ke Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan truk, kereta api, dan tongkang masih menjadi pilihan utama di Indonesia, akan tetapi seiring dengan meningkatnya permintaan batubara yang tidak diiringi dengan ketersediaan infrastruktur jalan angkut. Untuk itu maka dalam penelitian ini akan dilakukan cara alternatif pengangkutan batubara dengan menggunakan pipa dalam skala laboratorium. Hal yang dilakukan pertama adalah pembuatan *coal slurry* dengan menggunakan metode *Upgrade Brown Coal* (UBC) yaitu dengan menggoreng batubara menggunakan campuran minyak tanah, minyak jelantah dan batubara dengan suhu 160 °C dilakukan selama 1 jam dan membuat variasi campuran dengan komposisi 50 gram, 100 gram, 150 gram, 200 gram, dan 250 gram untuk Formasi Balikpapan dan untuk Formasi Pulaubalang. Hasil pengujian *viscositas* dan pengaruhnya terhadap debit aliran *slurry* diketahui bahwa pengujian *viscositas* menggunakan *viscometer* diperoleh nilai tertinggi 14,8 cP pada komposisi batubara 250 gram dan terendah 10,3 cP pada komposisi batubara 50 gram. Dengan nilai *viscositas* yang rendah mempunyai debit aliran fluida yang tinggi terdapat pada *coal slurry* komposisi campuran batubara 50 gram yang mempunyai *viscositas* 10,3 cP dan debit aliran *slurry* 0,000142 m<sup>3</sup>/s dan nilai *viscositas* yang tinggi mempunyai debit aliran fluida yang rendah terdapat pada *coal slurry* komposisi campuran batubara 250 gram yang mempunyai *viscositas* 15,0 cP dan debit aliran *slurry* 0,000114 m<sup>3</sup>/s.

**Kata Kunci:** transportasi batubara, pipa, coal slurry, viscositas

## Abstract

*The transportation of the coal from the stockpile to the port or to a steam power plant (PLTU) by truck, train, and barge is still the main choice in Indonesia, however in line with the increasing demand for coal which is not accompanied by the availability of haul road infrastructure. For this reason, in this study an alternative way of transporting coal using pipes will be carried out on a laboratory scale. The first thing to do is manufacture coal slurry using the Upgrade Brown Coal (UBC) method, namely by frying coal using a mixture of kerosene, used cooking oil and coal at a temperature of 160 °C carried out for 1 hour and making various mixture with a composition of 50 grams, 100 grams, 150 grams, 200 grams and 250 grams for the Balikpapan Formation. As well Pulaubalang Formation. In the viscosity test using a viscometer, the highest value was 14.8 cP for the 250 gram coal composition and the lowest 10.3 cP at the 50 gram coal composition. With a low viscosity value, a high fluid flow rate is found in the coal slurry, the composition of the 50 gram coal mixture has a viscosity of 10.3 cP and a slurry flow rate of 0.000142 m<sup>3</sup>/s and a high viscosity value has a low fluid flow rate. There is a coal slurry composition of a coal mixture of 250 grams which has a viscosity of 15.0 cP and a slurry flow rate of 0.000114 m<sup>3</sup>/s for viscosity test results and its effect on known slurry flow rates.*

**Keywords:** coal transportation, pipe, coal slurry, viscositas

## PENDAHULUAN

Pengangkutan (transportasi) batubara dari *stockpile* ke pelabuhan atau ke Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan truk, kereta api, dan tongkang masih menjadi pilihan utama di Indonesia, akan tetapi seiring dengan meningkatnya permintaan batubara yang tidak diiringi dengan ketersediaan infrastruktur jalan angkut, rel kereta api dan ketersediaan air sungai atau pengerukan sungai.

Untuk membangun infrastruktur tersebut akan menjadi permasalahan tersendiri dan menghabiskan banyak energi yang dapat berkontribusi terhadap masalah lingkungan dan keselamatan, untuk mengatasi permasalahan

tersebut, maka dibutuhkan alternatif lain untuk pengangkutan batubara tersebut. Alternatif lain yang belum umum dilakukan di Indonesia khusus di Kalimantan untuk mengurangi keterbatasan infrastruktur pengangkutan batubara adalah pengangkutan batubara dalam bentuk *coal slurry* melalui jaringan pipa yang panjang dari *stockpile* ke pelabuhan atau Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).

Untuk mengatasi permasalahan keterbatasan jalan angkut, rel kereta api dan pedangkalan sungai untuk mengangkut batubara ke PLTU dan kepulauan, maka dalam penelitian ini dilakukan perancangan sistem pengangkutan batubara melalui pipa, mengetahui pengaruh *viscositas*

fluida terhadap debit aliran *slurry* dan mencari faktor-faktor yang berpengaruh pada sistem pengangkutan batubara melalui pipa.

### METODOLOGI

Metodologi pada penelitian ini dilakukan dengan berbagai tahap yaitu tahap pendahuluan, pengumpulan data serta pembahasan dan analisis data.

#### Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur yang dilakukan sebagai titik awal dari penentuan konsep dan rancangan penelitian. Melalui kegiatan ini diperoleh data yang diperlukan dari berbagai referensi mengenai proses perancangan alat penelitian, dasar teori tentang alat angkut, pompa, *coal slurry*, *viscositas* serta uji proksimat batubara.

#### Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Preparasi Sampel  
Preparasi sampel adalah persiapan sampel sedemikian rupa sehingga menjadi sampel yang siap diuji dan dianalisis. Standar yang digunakan adalah ASTM.
2. Analisis Proksimat  
Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui *moisture*, *ash content*, *volatile matter*, *fixed carbon*, dan *calorific value* pada batubara. Standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah ASTM.
3. Pembuatan *Coal Slurry*  
*Coal slurry* merupakan batubara yang dicairkan melalui proses *upgrading* menggunakan metode *Upgrading Brown Coal (UBC)* yang akan digunakan untuk proses pengujian alat pengangkutan batubara melalui pipa serta uji *viscositas coal slurry*.
4. Perancangan dan Pengujian Alat

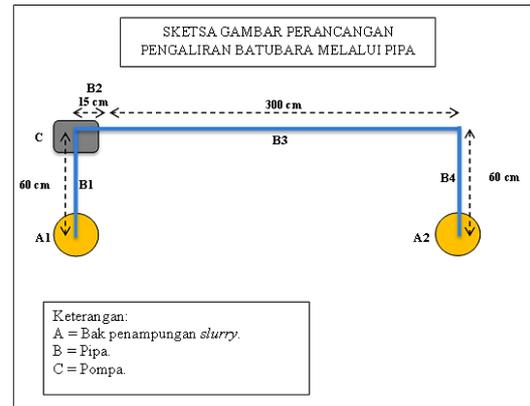
#### Tahap Pembahasan dan Analisis Data

Pada tahap pembahasan dan analisis data dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Analisis nilai proksimat.
2. Analisis nilai *viscositas coal slurry*.
3. Analisis debit aliran *coal slurry*.
4. Analisis hubungan *viscositas* dan debit aliran fluida.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan dan pembuatan alat pengangkutan batubara melalui pipa ini diharapkan dapat mewakili fenomena yang terjadi di industri, meskipun sebagai alat simulasi tetapi sifat dan prosesnya dikondisikan seperti fenomena yang terjadi pada umumnya seperti pengaliran minyak, gas dan air dalam pipa.



Gambar 1. Sketsa sistem pengangkutan batubara dengan menggunakan pipa.

#### Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan setelah preparasi sampel dengan menggunakan standar ASTM D-3172 untuk menentukan *moisture*, *volatile matter*, *ash content*, dan *fixed carbon*. Hasil analisis proksimat ini ada 2 yaitu untuk sampel awal (Tabel 1) dan akhir setelah proses pengangkutan melalui pipa (Tabel 2).

Tabel 1. Hasil analisis proksimat awal sampel batubara

Formasi	Ukuran sampel (#)	IM (%)	Ash (%)	VM (%)	FC (%)
Pulaubalang	100	11,19	14,27	44,50	30,03
	80	11,81	13,28	43,18	31,74
Balikpapan	100	13,97	9,60	54,30	22,13
	80	14,01	9,32	53,47	23,21

Tabel 2. Hasil analisis proksimat akhir sampel batubara

Formasi	Ukuran sampel (#)	IM (%)	Ash (%)	VM (%)	FC (%)
Pulaubalang	100	1,98	1,73	64,59	31,70
	80	2,24	1,82	62,22	33,91
Balikpapan	100	2,14	1,66	61,36	34,85
	80	2,61	1,84	59,58	35,96

Pada Tabel 1 dan Tabel 2 terlihat bahwa nilai hasil analisis proksimat mengalami perubahan. Perubahan nilai ini terjadi karena pada sampel akhir batubara yang melalui pipa sudah dilakukan proses *upgrading* dengan metode *Upgrading Brown Coal (UBC)*, nilai *Inherent Moisture (IM)* dan *Ash* (Kadar Abu) mengalami penurunan sedangkan nilai *Volatile Matter (VM)* dan *Fixed Carbon (FC)* nilainya naik.

#### Nilai *Viscositas Coal Slurry*

Pengujian nilai *viscositas* pada *slurry* dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan dari *slurry* itu sendiri sehingga dapat menjadi salah satu acuan dalam penentuan tingkat

kecepatan mengalirnya slurry. *Coal slurry* dibuat sebanyak lima komposisi campuran dengan metode *Upgrade Brown Coal* (UBC) yang dilakukan menggunakan campuran minyak tanah dan minyak jelantah dengan perbandingan 1 : 1 (dalam Liter) dan batubara dengan komposisi tertinggi 250 gram dan terendah 50 gram.

**Tabel 3.** Nilai *viscositas coal slurry* sebelum pengaliran

Formasi	Ukuran sampel (#)	Nilai <i>viscositas</i>
Pulaubalang	100	13,0
	80	12,2
Balikpapan	100	12,4
	80	12,1

**Tabel 4.** Nilai *viscositas coal slurry* setelah pengaliran

Formasi	Ukuran sampel (#)	Nilai <i>viscositas</i>
Pulaubalang	100	13,2
	80	12,9
Balikpapan	100	13,1
	80	12,8

**Nilai Debit Aliran *Coal Slurry***

Debit aliran *slurry* pada pengujian pengangkutan batubara melalui pipa berdasarkan rumus menurut Willia m (2011) di bawah ini, yang menjelaskan menjelaskan bahwa kapasitas pompa adalah kemampuan pompa untuk mengalirkan volume fluida dalam waktu tertentu dengan satuan *m3/detik*.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana:

- Q = kapasitas pompa (*m<sup>3</sup>/detik*)
- t = kecepatan aliran *slurry* (s)
- V = volume aliran *slurry* (*m<sup>3</sup>*)

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan didapatkan nilai debit aliran *coal slurry*, seperti pada Tabel5 berikut ini.

**Tabel 5.** Nilai debit aliran *coal slurry*

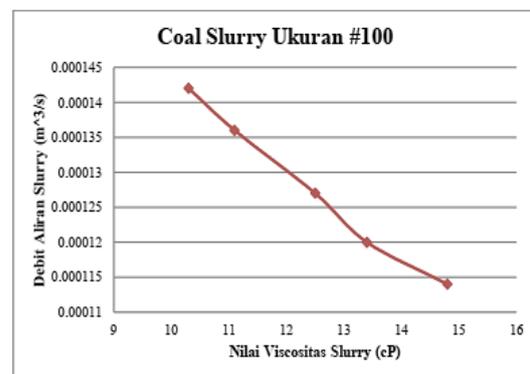
Formasi	Ukuran sampel (#)	Nilai <i>viscositas</i>
Pulaubalang	100	0,000128
	80	0,000134
Balikpapan	100	0,001948
	80	0,002062

**Hubungan Nilai *Viscositas* dan Debit Aliran *Coal Slurry***

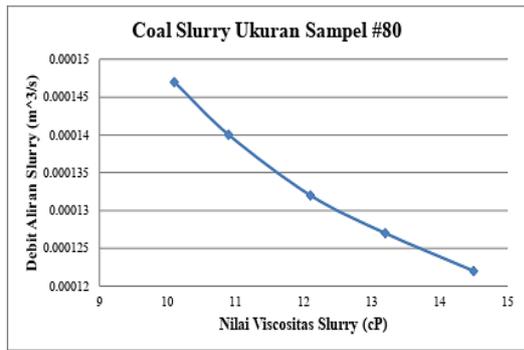
Nilai *viscositas* dan debit aliran *coal slurry* dari hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6, sedangkan untuk hubungannya dapat dilihat pada Gambar 2,3,4 dan 5 berikut.

**Tabel 6.** Nilai *viscositas* dan debit aliran *coal slurr*

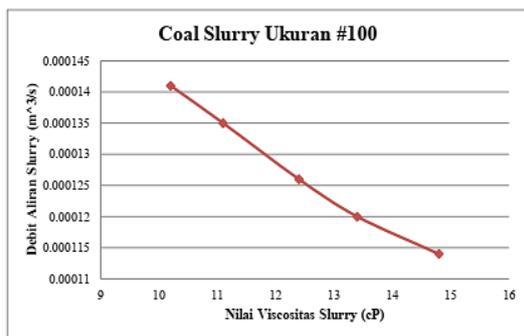
Formasi	Ukuran sampel (#)	Nilai <i>viscositas</i>	Debit aliran ( <i>m<sup>3</sup>/detik</i> )
Pulaubalang	100	10,3	0,000142
		11,1	0,000136
		12,5	0,000127
		13,4	0,000120
		14,8	0,000114
	80	10,1	0,000147
		10,9	0,000140
		12,1	0,000132
		13,2	0,000127
		14,5	0,000122
Balikpapan	100	10,2	0,00181
		11,1	0,00191
		12,4	0,00195
		13,4	0,00201
		14,8	0,00206
	80	10,1	0,00191
		10,8	0,00198
		12,1	0,00206
		13,2	0,00214
		14,4	0,00222



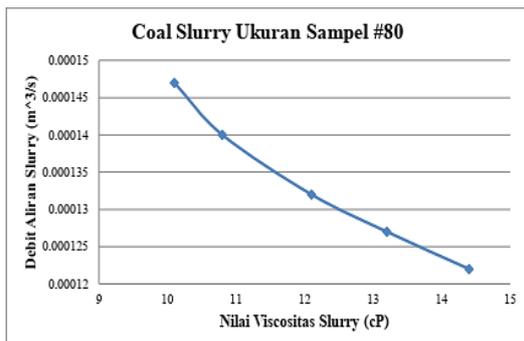
**Gambar 2.** Hubungan nilai *viscositas* dan debit aliran *coal slurry* Formasi Pulaubalang ukuran 100#.



**Gambar 3.** Hubungan nilai *viscositas* dan debit aliran *coal slurry* Formasi Pulaubalang ukuran 80#.



**Gambar 4.** Hubungan nilai *viscositas* dan debit aliran *coal slurry* Formasi Balikpapan ukuran 100#.



**Gambar 5.** Hubungan nilai *viscositas* dan debit aliran *coal slurry* Formasi Balikpapan ukuran 80#.

Berdasarkan Gambar 2, 3, 4, dan 5, dapat diketahui bahwa nilai *viscositas* (kekentalan) suatu fluida sangat berpengaruh terhadap laju dari aliran fluida itu sendiri. Sehingga dapat berpengaruh terhadap jumlah debit fluida yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai *viscositas* (kekentalan) suatu fluida maka semakin lambat fluida itu mengalir dan semakin rendah pula debit fluida yang dihasilkan. Sebaliknya, semakin rendah nilai *viscositas* (kekentalan) suatu fluida maka semakin cepat fluida itu mengalir dan

semakin tinggi pula debit fluida yang dihasilkan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan:

1. Nilai *viscositas* (kekentalan) suatu fluida sangat berpengaruh terhadap laju dari aliran fluida itu sendiri. Sehingga dapat berpengaruh terhadap jumlah debit fluida yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai *viscositas* (kekentalan) suatu fluida maka semakin lambat fluida itu mengalir dan semakin rendah pula debit fluida yang dihasilkan. Sebaliknya, semakin rendah nilai *viscositas* (kekentalan) suatu fluida maka semakin cepat fluida itu mengalir dan semakin tinggi pula debit fluida yang dihasilkan.
2. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pengangkutan batubara menggunakan pipa adalah ukuran butir batubara dan komposisi campran yang akan berpengaruh kepada nilai *viscositas*, volume dan debit aliran *slurry*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfansuri, Solihin., 2010. *Perlindungan Pipa Bawah Laut*. Surabaya.
- Anonim. 2011. *Tentang Bio-Slurry*. National Biogas Rumah (BIRU). 13 Juli 2020
- Aryando, W., 2016. *Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Tanah Penutup Batubara di Banko Barat Pit 1 PT Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE*. Jurnal Teknologi Pertambangan. Hal. 5-6. Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta.
- ASTM D-2013/D2013M-09, 2013, *Standard Practice for Preparing Coal Samples for Analysis*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM D-3176, 2013, *Standard Practice for Ultimate Analysis of Coal and Coke*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM D-3177, 2013, *Standard Practice for Ultimate Analysis of Coal and Coke*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- ASTM D-3178, 2013, *Standard Practice for Ultimate Analysis of Coal and Coke*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.

- ASTM D-3179, 2013, *Standard Practice for Ultimate Analysis of Coal and Coke*, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- Aswati, Nani., 2011. *Peningkatan Mutu Batubara Peringkat Indonesia Melalui Teknik Slurry Dewatering*. Jurnal. Hal. 4. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.
- Badawi, Abdullah., 2014. *Proses Pembentukan dan Jenis-jenis Batubara*. (<https://mineritysriwijaya.blogspot.com/2012/12/prosespembentukandanjenis-jenisbatubara.html>, diakses 17 Juli 2020)
- Baskoro, A.I., 2013. *Analisa Performa Efisiensi pada Sea Water Booster Pump Unit 10 PLTU Jawa Tengah Rembang*. Skripsi. Hal. 22. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Billah, Mustasim., 2010. *Peningkatan Nilai Kalor Batubara Peringkat Rendah Dengan Menggunakan Minyak Tanah dan Minyak Residu*. Jurnal. Hal. 5. Surabaya : UPN Press.
- Bird, Tony., 1993. *Kimia Fisika untuk Universitas*. Jakarta: PT.Gramedia.
- Burtanto., 2016. *Alat Berat Dan Sistem Undercarriage*. Pustaka baru press. Hal. 36. Yogyakarta.
- Couch, G.R., 1990. *Lignite Up-Grading*. IEA Coalresearch, 23, United Kingdom.
- Danang Jaya., 2017. *Dewatering Batubara Jorong Kalimantan dengan Menggunakan Minyak Goreng Bekas dan Minyak Tanah*. Jurnal. Program Studi Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta. Vol. 14. No.2.
- Dongoran, J.G., 2012. *Analisa Performansi Pompa Sentrifugal Susunan Tunggal, Seri dan Paralel*. Skripsi. Hal. 34. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Datin, F.U., 2006. *Karakteristik Batubara Samaranggau Sebelum dan Setelah Proses Upgrading Brown Coal (UBC)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Teknologi.
- Elia, I., Mukhlis dan Razali. 2015. *Kajian Pemanfaatan Konsentrat Limbah Cair dan Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Unsur Hara Tanah Ultisol*. Jurnal Agroekoteknologi. Teknik Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.
- Epi., 2017. *Pengaturan Peralatan Coal Getting untuk Memenuhi Target Produksi Desember di Site Muara Tiga Besar Utara PT Bukit Asam (Persero) Tbk*. Jurnal Ilmu Teknik. Hal. 6. Padang.
- Hafidz, N.F., 2018. *Perancangan Sistem Pengangkutan Batubara Melalui Pipa*. Jurnal. Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat. Kalimantan Selatan.
- Indonesianto, Y., 2012. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta.