

PERANCANGAN SISTEM PENGANGKUTAN BATUBARA MELALUI PIPA (SKALA LABORATORIUM)

Riswan^{1*}, Hafidz Noor Fikri², Karina Shella Putri³

^{1, 2, 3} Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat
email: *riswan@unlam.ac.id

ABSTRAK

Ketersediaan sarana pengangkutan pada kegiatan pertambangan seperti jalan angkut, rel kereta api, dan sungai atau pengerukan sungai 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. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan Perancangan suatu sistem pengangkutan batubara melalui pipa, dan menganalisa faktor-faktor yang berpengaruh pengangkutan batubara melalui pipa. Metode yang digunakan adalah perancangan alat dan melakukan pengujian dalam skala laboratorium. Peralatan yang digunakan pada perancangan adalah kolam pembuatan slurry, selang isap pompa, pompa, mesin penggerak, pipa, kolam penampungan slurry dan alat pengukur debit aliran. Alat ini dapat direkomendasikan untuk pengangkutan batubara melalui pipa untuk pengembangan penggunaan pada skala industri berdasarkan pengujian laboratorium, dan faktor-faktor yang berpengaruh pada pengangkutan batubara melalui pipa adalah komposisi slurry (batubara dan air), rpm pompa dan ukuran pompa dan jenis pompa serta ukuran pipa yang digunakan.

Kata-kata kunci: batubara, pengangkutan, pipa, pompa, slurry

PENDAHULUAN

Pertambangan pada saat ini tidak dapat dipisahkan kehidupan manusia, perkembangan teknologi membawa peradaban manusia berkembang pesat. Kebutuhan akan barang tambang semakin meningkat dan beragam. Kebutuhan akan barang tambang diperlukan oleh hampir semua jenis industri seperti industri pertanian, makanan, telekomunikasi, transportasi, kimia, perumahan, serta penyediaan energi.

Pertambangan sesuai UU Minerba No.4 Tahun 2009 adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang.

Pengangkutan (transportasi) batubara dari stock pile 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.

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 melalui jaringan pipa, di mana batubara diangkut melalui pipa yang panjang dari stock pile ke pelabuhan atau ke Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, untuk mengatasi permasalahan keterbatasan jalan angkut, rel kereta api dan pendangkalan sungai untuk mengangkut batubara

ke PLTU dan kepelabuhan, maka dalam penelitian ini dilakukan:

- a. Perancangan sistem pengangkutan batubara melalui pipa.
- b. Faktor-faktor yang berpengaruh pada sistem pengangkutan batubara melalui pipa.

METODOLOGI

Tahapan-tahapan dalam perancangan alat pengangkutan batubara melalui pipa, sehingga alat ini dapat bekerja sesuai dengan rencana.

Menentukan Tema Perancangan

Hal yang paling awal harus ditentukan adalah tema dari rancangan yang akan dibuat. Tema ini akan mewakili pikiran utama ke arah mana alat ini akan dibuat. Dalam perancangan kali ini tema yang diambil yaitu pembuatan alat pengangkutan batubara melalui pipa.

Identifikasi dan Analisa Kebutuhan

Alat yang akan dibuat sebaiknya memenuhi beberapa kriteria sebagai berikut:

1. Mudah digunakan
2. Dapat mengangkut atau memindahkan batubara melalui pipa
3. Sederhana, tidak memakan tempat yang besar.
4. Dapat dilihat dan diamati prinsip kerjanya
5. Tidak ada kebocoran yang bisa mengganggu sistem.

Pembatasan permasalahan

Alat yang dibuat dibatasi hanya untuk skala laboratorium, dengan panjang lintasan ± 20 m, dan menggunakan media batubara campura dan dialirkan melalui pipa serta komposisi campuran (batubara dan air) bisa diatur pada berbagai kecepatan.

Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk memahami dasar-dasar teori yang berhubungan dengan pompa, sistem pemompaan dan slurry, sehingga diharapkan mampu memberikan gambaran dalam pembuatan desain alat.

Analisa Desain Awal

Dari desain awal yang telah dibuat, dianalisa untuk mengetahui berbagai kemungkinan dalam pengerjaannya, apakah bisa digunakan, apa saja kendalanya, bagaimana cara mengatasinya, kemudian alternatif yang dapat digunakan.

Membuat Desain Akhir

Setelah desain awal dianalisa kemudian ditentukan model seperti apa yang akan dibuat, maka dibuatlah desain akhir yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan alat.

Inventarisasi Komponen

Inventarisasi komponen dilakukan untuk mendata part-part apa saja yang sudah tersedia dan part yang belum tersedia.

Pembuatan Urutan Pengerjaan

Urutan pengerjaan perlu dibuat untuk mempermudah dalam pembuatan alat, sehingga urutan proses pengerjaannya bisa dilakukan secara sistematis.

Pengadaan Komponen

Komponen yang belum ada perlu disediakan sebaik mungkin karena ini menyangkut kesiapan alat. Apabila ada satu komponen yang belum tersedia maka akan mengganggu terselesainya alat tepat pada waktunya.

Pembuatan Alat

Setelah semuanya tersedia, termasuk perkakas yang akan dipakai, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan ataupun perakitan alat. Biasanya proses ini memakan waktu yang cukup lama. Apabila menemui kendala biasanya menggunakan jasa bengkel umum untuk menyelesaikan pembuatan alat. Tapi alangkah baiknya kalau pembuatannya dilakukan sendiri.

Trial Alat

Usaha ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat uji yang telah dibuat, apakah sudah memenuhi keinginan atau belum. Trial dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan hasil yang baik. Termasuk evaluasi komponen atau spare part yang digunakan dan cara pemasangan dan pengoperasiannya.

Analisa Kegagalan dan Tindakan Perbaikan

Tidak selamanya trial alat bisa langsung mendapatkan hasil yang memuaskan, oleh karena itu apabila ditemui hasil yang tidak sesuai perlu dilakukan analisa kegagalan dan tindakan perbaikannya.

Analisa Kerja Alat

Dalam pengambilan data kita bisa mengetahui apakah alat uji bias berfungsi dengan baik dengan melihat hasil / data yang diambil. Apakah terjadi penyimpangan yang cukup signifikan diantara data-data yang sama, atau hasil yang diambil merupakan data yang relatif sama.

Kesimpulan

Setelah data diambil kemudian dilakukan analisa terhadap hasil pengujian, maka akan didapatkan suatu kesimpulan yang bisa diambil dengan berdasarkan atas data-data yang telah ada.

DESAIN ALAT

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.

Perancangan

Suatu sistem yang akan digunakan perlu disusun suatu perencanaan dari sistem tersebut yang bertujuan

memberikan gambaran secara umum konsep yang dibuat., menyebutkan bahwa: "Perancangan adalah suatu kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesign sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik." (Al-Bahra Bin Ladjamudin 2005: 39)

Perancangan adalah penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi sebagai perancangan sistem dapat dirancang dalam bentuk bagan alir sistem (system flowchart), yang merupakan alat bentuk grafik yang dapat digunakan untuk menunjukkan urutan-urutan proses dari sistem., (Syifaun Nafisah 2003: 2).

Berdasarkan definisi di atas, perancangan dapat definisikan suatu pola yang dibuat untuk mengatasi masalah yang dihadapi perusahaan atau organisasi setelah melakukan analisis terlebih dahulu.

Sistem

Sistem adalah perangkat unsur yg secara teratur saling berkaitan sehingga membentuk suatu totalitas (Anonim. 2008). Asal kata sistem berasal dari bahasa Latin *systema* dan bahasa Yunani *sustema*. Pengertian sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai suatu tujuan. Atau dapat juga dikatakan bahwa Pengertian Sistem adalah sekumpulan unsur / elemen yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi dalam melakukan kegiatan bersama untuk mencapai suatu tujuan. Jadi, secara umum Pengertian Sistem adalah perangkat unsur yang teratur saling berkaitan sehingga membentuk suatu totalitas. Pengertian lain dari Sistem adalah susunan dari pandangan, teori, asas dan sebagainya.

Pengangkutan

Pengangkutan adalah usaha membawa, mengantar, atau memindahkan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain (anonym, 2008). Berdasarkan defines dari Kamus Besar Bahasa Indonesia, Pengangkutan berfungsi untuk memindahkan barang atau orang dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan maksud untuk meningkatkan daya guna dan nilai. Proses pemindahan barang tersebut dilakukan melalui darat, laut, udara dan perairan darat atau sungai dengan menggunakan berbagai jenis alat transportasi sesuai dengan kebutuhannya.

Pompa

Pompa adalah suatu alat untuk memindahkan fluida cair dari suatu tempat ke tempat lain dengan memberikan gaya tekan terhadap zat yang akan dipindahkan. Pada dasarnya, prinsip kerja pompa dalam melakukan pengaliran yakni dengan cara memberikan gaya tekan terhadap fluida. Tujuan dari gaya tekanan tersebut ialah untuk mengatasi friksi atau hambatan yang timbul di dalam pipa saluran ketika proses pengaliran sedang berlangsung. Friksi tersebut umumnya disebabkan oleh adanya beda elevasi (ketinggian) antara saluran masuk dan saluran keluar, dan juga karena adanya tekanan balik yang harus dilawan. Tanpa adanya tekanan pada cairan maka cairan tersebut tidak mungkin untuk dialirkan/dipindahkan (Nesbitt. 2006).

Perpindahan fluida cair dapat terjadi secara horizontal maupun vertikal, seperti zat cair yang berpindah secara mendatar akan mendapatkan hambatan berupa gesekan dan turbulensi Sedangkan zat cair dengan

perpindahan ke arah vertikal, hambatan yang timbul dapat berupa hambatan-hambatan yang diakibatkan karena adanya perbedaan tinggi antara permukaan isap (suction) dan permukaan tekan/buang (discharge).

Slurry

Slurry (Bubur) pada dasarnya adalah campuran padatan dan cairan. Karakteristik fisiknya bergantung pada banyak faktor seperti ukuran dan distribusi partikel, konsentrasi padatan dalam fase cair, ukuran konduit, tingkat turbulensi, suhu, dan viskositas absolut (atau dinamis) pembawa (Baha E. Abulnaga, 2002). Slurry Batubara/bubur batubara adalah batubara yang di crushing menjadi ukuran kecil < 10 mm dan dicampur dengan air atau Slurry merupakan perpaduan antara air dan batubara ukuran kecil < 10 mm yang dapat dipompa melalui pipa.

KAPASITAS POMPA SLURRY

Perhitungan kapasitas slurry berdasarkan hukum darcy. Pada prinsipnya pompa tanah memindahkan material tanah dalam bentuk slurry yang debit pemompaan nya sangat bergantung pada diameter pipa yang digunakan dan kecepatan yang direncanakan. Laisamputty (2014), menjelaskan bahwa kapasitas pompa adalah kemampuan pompa untuk mengalirkan volume fluida dalam waktu tertentu dengan satuan m³/detik. Oleh karena itu, perhitungan yang akan menggunakan:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

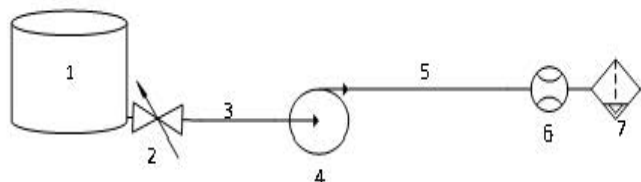
Q = Kapasitas pompa (m³/detik)

A = Luas penampang pipa (m²)

V = Kecepatan aliran / lifting velocity (m/detik)

HASIL DAN DISKUSI

Desain Alat



Keterangan:

1. Bak Slurry

2. Valve

3. Selang Isap pompa

4. Pompa dan Mesin Penggerak

5. Pipa Distribusi

6. Flow Meter

7. Screen Pemisahan air dan Batubara

Gambar-1. Sketsa Sistem Pengangkutan Batubara Melalui Pipa

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.

Untuk mempermudah dalam pengerjaannya, maka dikelompokkan menurut fungsinya, yaitu:



Gambar-2. Flow Chart Pengelompokan Menurut Fungsinya

SPESIFIKASI ALAT

Untuk lebih memperjelas bagaimana pembuatan alat uji ini dan peralatan apa saja yang digunakan dalam penelitian, berikut peralatan yang dipakai:

- Bak pembuatan Slurry (Kapasitas 1,5 m³)
- Selang isap pompa (selang Spiral 3 inch)
- Mesin Penggerak (Yanmar 22 HP)
- Pompa (Pompa Kato Buatan Pontianak 3 Inch)
- Pipa (Pipa PVC Maspion 3 inch)
- Bak penampungan Slurry (Kapasitas 1,5 m³)

Prosedur Pengambilan data

Fluida yang berupa slurry ditempatkan pada tangki kemudian dipompa menggunakan pompa yaitu pompa slurry (pompa 3 inch), sehingga fluida akan mengalir menuju pipa dengan diameter 3 inch sejauh 20 meter. Variasi kecepatan diperoleh dengan cara mengatur pembukaan pada valve utama dimana variasi yang digunakan adalah pembukaan dari 0° (valve menutup penuh) sampai dengan 90° (valve membuka penuh) pembukaan ini berpatokan pada busur derajat yang terpasang pada valve utama. Variasi pembukaan valve adalah sebesar 5° dimulai dari pembukaan 30°. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan variasi data yang lebih banyak.

Konsentrasi dari batubara dan pelarut dalam hal ini air murni juga mengalami variasi dimana campuran yang digunakan, konsentrasi 45% air dan 55% Batubara, konsentrasi 35% air dan 65% Batubara dan yang terakhir konsentrasi sebanyak 25% air dan 75% Batubara konsentrasi larutan bertujuan agar mendapatkan campuran yang ideal antara Batubara dan air sehingga dapat dialirkan. Temperatur diusahakan konstan pada temperatur standar lingkungan yaitu 27°C. kecepatan aliran mengetahui, dengan menampung fluida yang keluar dari pipa dengan waktu tertentu, dengan menggunakan persamaan kontinuitas maka kecepatan aliran dapat diketahui.

Tahap Pengujian

Tahap pengujian dalam pengambilan data adalah sebagai berikut :

- Masukan fluida uji (lumpur) ke dalam bak penampungan, pastikan seberapa besar volume lumpur tersebut.
- Tambahkan air sebagai pelarut sesuai dengan konsentrasi yang dikehendaki
- Aduk rata campuran antara lumpur dan air sehingga konsentrasi antara lumpur dan air menjadi merata

4. Menutup perlahan katup by-pass sehingga didapat aliran maksimum pada pipa uji.
5. Menutup katup utama sehingga aliran dalam pipa uji menjadi kosong
6. Mulai membuka katup utama sebesar 30o dan membaca perbedaan ketinggian pada manometer pertama dan manometer kedua, kemudian pada pembuangan di pipa uji diukur debit alirannya dengan cara fluida yang keluar dari pipa uji ditampung dengan gelas ukur dengan jumlah volume tertentu dalam satuan waktu, kemudian timbang berat fluida tadi untuk mengetahui massa jenis dari fluida tersebut.
7. Lakukan langkah ke 7 dengan pembukaan katup utama diperbesar 5o sampai dengan pembukaan penuh sebesar 90o. dan catat semua hasil yang didapat untuk melakukan pengolahan data serta analisa hasil.
8. Setelah semua data di dapat maka kita tambahkan air untuk membuat perbedaan konsentrasi antara padatan dengan air. Dan lakukan langkah ke dua sampai langkah ke delapan
9. Pengujian dilakukan berulang-ulang untuk mendapatkan data yang benar dan berusaha agar penyimpangan data sekecil mungkin
10. Setelah semuanya selesai rapikan semua peralatan yang digunakan dan tutup semua katup agar tidak ada padatan yang masuk ke dalam pipa penyalur hal ini dapat menyebabkan terjadinya pengendapan dalam pipa penyalur dan apabila alat disirkulasikan lagi dapat menyebabkan pecahnya sambungan pipa karena tekanan yang besar dari pompa.

Dari beberapa kali percobaan dengan berbagai konsentrasi padatan maka didapatkan beberapa data analisa sebagai berikut :

Tabel-4. Pengaruh konsentrasi terhadap debit aliran slurry

No.	Konsentrasi (%)		Kecepatan (m/detik)	Debit (m ³ /detik)
	Batubara	Air		
1	55	45	20	0.12
2	65	35	18	0.11
3	75	25	10	0.09

Pada konsentrasi padatan 75% dengan campuran pelarut sebanyak 25% sifat dari menunjukkan kecepatan aliran dan debit yang rendah, pada 1000 rpm pompa dan bukaan valve 90°. Penelitian ini masih berlanjut dengan berbagai pengujian pada berbagai ukuran valve.

KESIMPULAN

Setelah penelitian tahap pertama ini dapat ditarik kesimpulan sementara sebagai berikut :

1. Alat ini dapat di rekomendasikan untuk pengangkutan batubara melalui pipa
2. Faktor faktor yang berpengaruh pada pengangkutan batubara melalui pipa ada komposisi slurry, rpm pompa dan ukuran pompa.serta Ukuran pipa yang digunakan.

SARAN

Dalam penelitian ini masih banyak hal – hal yang belum terlaksana dengan baik dan maksimal, maka dari itu

untuk pengembangan dan penyempurnaan lebih lanjut dapat dilakukan hal – hal sebagai berikut :

3. Untuk mencapai hasil yang maksimal, maka perlu diberi pengujian pada pengaruh panjang pipa, diameter pipa. Rpm pompa, ukuran pompa pada berbagai komposisi slurry
4. Alat ini dapat digunakan oleh peneliti yang lain untuk mengetahui pengaruh viskositas, densitas, ukuran butir untuk mengetahui debit slurry.
5. Alat ini berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan aplikasi langsung di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Teknik, Ketua Program Studi Teknik Pertambangan dan Mahasiswa Teknik Pertambangan Angkatan 2014, Angkatan 2015 yang telah memberi dukungan dalam bentuk finansial, fasilitas, atau legalitas dan tenaga terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2008, Kamus Bahasa Indonesia. Jakarta: Pusat bahasa Departemen pendidikan nasional
- [2] Al-Bahra bin Ladjamudin. 2005. Analisis dan Desain Sistem Informasi. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [3] Baha E. Abulnaga, 2002, Slurry Systems Handbook, New York, McGRAW-HILL
- [4] Nafisah Syifaun. 2003. Grafika Komputer. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [5] Nesbitt, Brian. 2006. *Handbook of Pumps and Pumping*, London: Elsevier Science & Technology Books
- [6] Pressman, Ph.D. Roger S. 2010. Pendekatan Praktisi Rekayasa Perangkat Lunak. Edisi 7 Yogyakarta. Penerbit Andi.
- [7] Ram S. Gupta (Author) Hydrology and Hydraulic Systems 3rd Edition
- [8] Sularso dan Tahara 2004 Pompa dan Kompresor, pemilihan, pemakaian dan Pemeliharaan, Jakarta, Penerbit Pradnya Paramita
- [9] Warman Slurry pump Handbook, 2009