

PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN FISIKA PENAMBANGAN BATUBARA DI FORMASI TANJUNG, CEKUNGAN BARITO, KALIMANTAN SELATAN

Herman Santoso Pakpahan¹, Lilik Hendrajaya²

Magister Pengajaran Fisika, FMIPA-ITB, Jl. Ganesha No.10, Bandung

E-mail korespondensi: pakpahan.herman891@gmail.com

Abstrak: Indonesia merupakan salah satu negara penting penghasil batubara di dunia dengan potensi cadangan terbesar. Salah satu daerah penghasil batubara yang cukup besar di Indonesia adalah Formasi Tanjung, Cekungan Barito, Kalimantan Selatan. Kegiatan penambangan pun tidak lepas dari pengaruh kejadian fisika dari alam yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia, sehingga dapat dilakukan penelitian tentang proses fisika dari proses penambangan batubara. Secara mekanika batuan, analisis mekanika batuan pada lapisan batubara dapat dilakukan pada bidang dan ruang. Mekanika batuan ini banyak menggunakan teori elastisitas, plastisitas dan sistem struktur fisika batuan secara eksperimen. Proses fisika pada pengeboran batubara berasal dari hukum Pascal dan suseptibilitas suatu magnet batuannya berpengaruh juga terhadap besarnya intensitas magnetik batuan tersebut. Semakin kecil atau lambat kecepatan gelombang P maka modulus elastisitasnya semakin kecil, batuan yang mempunyai kecepatan gelombang P dan elastisitas paling besar merupakan jenis batuan yang memiliki tingkat kekerasan tinggi dan tidak mudah pecah. Pada proses penggalian dan pengangkutan batubara dianalisis secara fisika dengan menggunakan hubungan gaya (F), massa batuan (m) dan percepatan pengangkutan (a). Proses pembelajaran ini diharapkan dapat memberikan pemahaman kepada masyarakat, khususnya para siswa atau mahasiswa tentang pentingnya belajar dan memahami fisika menuju pengembangan dan pemanfaatan sumber daya alam daerah.

Kata Kunci: *Batubara, Bahan Ajar, Fisika Penambangan*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penting penghasil batubara di dunia dengan potensi cadangan sekitar 36,27 miliar ton. (Ningrum, N.S., Santoso, B., 2009) yang terutama terbesar di daerah Kalimantan dan Sumatera. Kegiatan penambangan sangat penting dalam potensi cadangan batubara sebagai sumber energi alternatif, serta kegiatan penambangan pun tidak lepas dari pengaruh kejadian fisika dari alam yang tidak dapat dikendalikan oleh manusia.

Salah satu caranya adalah mengetahui gejala fisika dari terbentuknya batuan, fisika tektonik, mekanika batuan, proses pengolahan batubara, dan hubungan kecepatan gelombang P dan S pada kekerasan batubara. serta sumber energinya dalam bentuk modul bahan ajar.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi tentang bagaimana belajar fisika dari batubara tepatnya di Formasi Tanjung, Cekungan Barito, Kalimantan Selatan. Selama ini batubara hanya dikenal sebagai bahan untuk sumber energi dan bahan bakar, namun dalam penelitian ini batubara dijadikan sebagai bahan pembelajaran fisika. Dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam di sekitar kita, dalam hal ini batubara maka mampu disusun suatu bahan ajar yang berbasis pembelajaran kontekstual Fisika Energi Sumber Daya Mineral (Fisika-ESDM). Metode yang digunakan dalam penyusunan bahan ajar dalam penelitian ini adalah metode konstruksi alur pikir.

Penyusunan bahan ajar dilakukan dengan cara mengamati proses-proses yang terjadi pada batubara kemudian dibahas dengan bahasa fisika. Beberapa topik yang bisa dilakukan antara lain fisika tektonik, mekanika batuan, proses pengolahan batubara, dan hubungan kecepatan gelombang P dan S pada kekerasan batubara.

Bahan ajar ini dibagi atas empat bagian utama, yaitu:

1. Mata kuliah fisika kontekstual batubara
2. Proses batubara dalam bahasa fisika
3. Praktikum fisika alam terkait dengan Batubara
4. Bahan pelatihan untuk dunia kerja

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Fisika Tektonik

Pada dasarnya terbentuknya batubara di Kalimantan diawali dari gejala fisika pada pola tektonik yang terjadi pada lempeng Mikro Sunda yang merupakan proses pemisahan akibat tekanan yang terjadi pada lempeng itu sendiri. Tekanan (P) yang terjadi adalah gaya faktor eksternal per luasan penampang yang terangkat dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Faktor eksternal yang ikut berperan dalam perkembangan tatanan tektonik di Pulau Kalimantan adalah interaksi antara Lempeng Sunda dengan Lempeng Pasifik di sebelah timur, Lempeng Hindia, Australia di selatan, dan Lempeng Laut Cina Selatan.

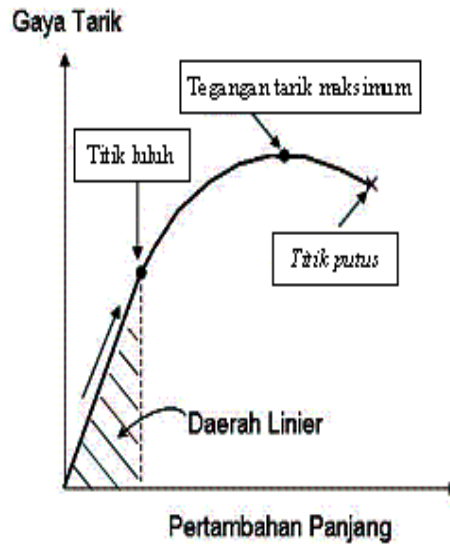
b. Mekanika Batuan

Secara mekanika, batuan batubara adalah sistem "Multiple Body". Analisis mekanika tanah dilakukan pada bidang, sedang analisis mekanika batuan dilakukan pada bidang dan ruang. Selain itu juga faktor-faktor penyebab tekanan batuan antara lain :

- a. Berat batuan itu sendiri, merupakan perkalian bobot isi batuan dengan kedalaman letaknya dari permukaan bumi.
- b. Tegangan pada batuan di bawah permukaan yang terjadi apabila disekitar batuan terdapat gejala geologi seperti perlipatan dan patahan. Dengan dibukanya lubang bukaan maka akan terjadi pelepasan energi secara tiba-tiba.

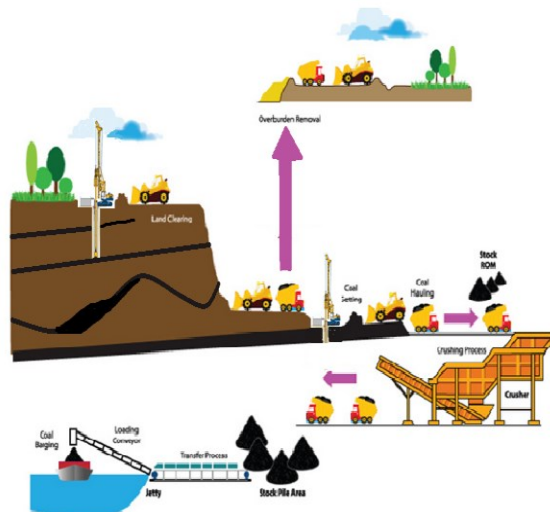
Secara umum tegangan tergantung pada :

1. Tegangan dimana batuan dikenakan.
2. Orientasi dari luas permukaan dimana batuan dikenakan.
3. Sistem dari gaya-gaya luar yang dikenakan pada sebuah benda.



Gambar 1. Rekonstruksi Mekanika Batubara (Harahap Asri. M.N., 2009)

Setelah kegiatan pengeboran selesai maka hasil batuan kemudian di keruk oleh *Back Hoe (Excavator)* lalu diangkut ke *Stock Yard* dengan menggunakan *Dump Truck*. Kemudian dilakukan pengapalan yang bertugas menstrasfer material dari pelabuhan ke kapal dan begitu pula sebaliknya untuk di ekspor sedangkan yang lainnya dibawa ke pabrik untuk diproses lebih lanjut.



Gambar 2. Kegiatan Penambangan (Widodo. S., 2009.)

Transfer material meliputi semua material yang akan diolah yaitu penerimaan, pengangkutan, dan penimbangan batu bara yang masih akan diolah pada unit *slag treatment*. Pada proses penggalian dan pengangkutan apabila di analisis secara fisika didapatkan persamaan pengangkutan batuanannya menjadi:

$$F = m.a.....(2)$$

$$a = \frac{v}{t}.....(3)$$

$$v = \frac{x}{t}.....(4)$$

Selain pengangkutan, dapat dijelaskan juga proses fisika dari prinsip dasar pengeboran batuan dengan sistem hidrolik yang berasal dari hukum Pascal, pada dasarnya menyatakan dalam suatu bejana tertutup yang ujungnya terdapat beberapa lubang yang sama maka akan dipancarkan kesegala arah dengan tekanan dan jumlah aliran yang sama. Jika bor masuk (F_{masuk}) diletakkan pada bagian yang akan dibor, maka tekanan yang dihasilkan akan diteruskan oleh bor keluar (F_{keluar}).

Dengan mengubah gaya tekan fluida yang dihasilkan oleh mesin bor hidrolik dengan naik/turunnya mesin bor sesuai letak dari mesin. Daya yang dihasilkan mesin bor hidrolik, lebih besar dari daya yang dikeluarkan oleh mesin bor. Besar kecilnya daya yang dihasilkan oleh mesin bor hidrolik dipengaruhi besar kecilnya luas penampang pada tempat pengeboran.

c. Proses Pengolahan Batubara

Selanjutnya sampel batubara yang telah di bawah ke pabrik akan di proses dengan melalui beberapa tahap pengolahan yaitu:

1. Ore Blending

Proses ini diuji oleh unit Quality Control menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dengan prinsip kerja pada mesin yaitu menggunakan prinsip hukum Bragg:

$$2d \sin \theta = m\lambda \dots\dots\dots(5)$$

Menurut Bragg, kisi kristal dalam suatu material dapat menghamburkan suatu gelombang. Gelombang hanya dapat terhambur jika panjang gelombang yang datang memiliki orde yang sama dengan kisi kristal tersebut. Kisi-kisi kristal memiliki orde yang sama dengan salah satu gelombang elektromagnetik yaitu sinar X.

Bila menghitung energi dari unsur batubara itu sendiri maka bisa menggunakan persamaan dari teori efek fotolistrik dan efek compton yaitu:

$$E = h\nu \dots\dots\dots(6)$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \dots\dots\dots(7)$$

Kemudian untug menghitung panjang gelombang sinar X yang terhambur dari proses kerja penggunaan mesin XRD dengan menggunakan persamaan:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0c} (1 - \cos \phi) \dots\dots(8)$$

Melalui persamaan diatas, maka dapat ditentukan nilai fraksi energi yang hilang akibat hamburan dari sinar X dengan persamaan:

$$\frac{E' - E}{E} = \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda} \dots\dots\dots(9)$$

2. Ore Preparation

Pada proses ini terjadi proses thermal, dimana gas panas berasal dari hot air generator dengan hasil panas dari pembakaran batubara. Hasil yang didapat adalah efisiensi termal dari mesin adalah persentase dari energi panas yang ditransformasikan menjadi kerja. Efisiensi termalnya didefinisikan dengan persamaan:

$$\eta_{th} = \frac{Q_{keluar}}{Q_{masuk}} \dots\dots\dots(10)$$

3. Proses Pembakaran

Proses pembakaran ini memerlukan temperature yang sangat tinggi. Secara termodinamika maka ada pengaruh temperatur dan tekanan, dengan persamaan:

$$T = \left(\frac{\partial U}{\partial S} \right)_v \dots \dots \dots (11)$$

d. Hubungan Kecepatan Gelombang P dan S Pada Kekerasan Batubara

Semakin kecil atau lambat kecepatan gelombang P maka modulus elastisitasnya semakin kecil, batuan yang mempunyai kecepatan gelombang P dan elastisitas paling besar merupakan jenis batuan yang memiliki tingkat kekerasan tinggi dan tidak mudah pecah.

Semakin keras dan membulat pori-pori suatu batuan maka kecepatan gelombang mekanik yang merambat pada batuan semakin besar. Batuan yang memiliki ukuran butir material penyusun yang beragam memiliki kecepatan gelombang mekanik lebih kecil.

4. SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Melalui penjelasan bahasan fisika dari proses batubara ini, dibentuk suatu modul pembelajaran (dalam lampiran) yang menghasilkan bahan ajar Fisika kontekstual berbasis Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dari batubara.

Keberadaan bahan ajar ini diharapkan mampu menjadi inovasi terbaru untuk memberikan informasi kepada masyarakat Kalimantan Selatan pada khususnya, dan masyarakat umum lainnya tentang sejarah keberadaan batubara Tanjung, manfaat batubara, dan cara penambangan batubara dari segi fisika. Dengan demikian selain mengetahui potensi kekayaan daerah yang dimiliki dan bagaimana cara memanfaatkannya secara tidak langsung masyarakat akan mengetahui dan mengerti tentang fisika.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Harahap Asri. M.N., 2009. *“Studi Genetik Batubara Daerah Lamuru Kecamatan Lamuru Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan”*, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Ningrum, N.S., Santoso, B., 2009. *“Petrographyc Study On Genesis Of Selected Inertinite-Rich Coal From Jambi Subbasin”*. Indonesian Mining Journal, Vol.12, No.3. Bandung. Indonesia.
- Stach, E., et all., 1982. *“Stach’s Textbook of Coal Petrology”*, Gebruder Borntraeger, Berlin.
- Sukamto, R., dan Supriatna, S. 2010. *“Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat Sulawesi”*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Depatemen Pertambangan dan Energi. Bandung. Indonesia.
- Suwarna. N., 2006. *“Permian Mengkarang Coal Facies And Environment Based On Organic Petrology Study”*. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1 No. 1. Hal 1-8. Bandung. Indonesia.
- Thomas. L., 2010. *“Handbook Of Practical Coal Geology”*, John Willey and Sons. Baffins Lane, Chicsester. England.
- Widodo. S., 2009. *“Rekonstruksi Fasies Pengendapan Berdasarkan Komposisi Maseral Pada Endapan Batubara Di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan”*, Fakultas Teknologi Industri dan Komputer, Program Studi Pertambangan, UMI-Makassar.