

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Batubara

3.1.1 Definisi

Menurut Elliot (dalam Irwandy Arif, 2014), ahli geokimia batubara, berpendapat batubara merupakan batuan sedimen yang secara kimia dan fisika adalah heterogen yang mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, serta oksigen sebagai komponen unsur utama dan belerang serta nitrogen sebagai unsur tambahan.

Menurut Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 tentang mineral dan batubara, batubara merupakan endapan senyawa organik karbonan yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan dan bisa terbakar.

Menurut Sukandarrumidi (dalam Irwandy Arif, 2014), batubara adalah batuan sedimen (padatan) yang dapat terbakar, berasal dari tumbuhan, serta berwarna coklat sampai hitam, yang sejak pengendapannya terkena proses fisika dan kimia yang menjadikan kandungan karbonnya kaya

3.1.2 Genesa

Tahap pertama, selama zaman batubara adalah beriklim tropis dan terdapat beberapa jenis tumbuhan yang subur di daerah rawa dan membentuk hutan tropis. Ketika tumbuhan tersebut mati terjadilah tumpukan tumbuhan di atas tanah, tumpukan itu semakin lama semakin tebal sehingga bagian dasar dari rawa turun secara perlahan dan material tumbuhan tersebut teruraikan oleh jamur dan bakteri. Bagian tumbuhan terurai dibawah kondisi aerob menjadi karbon dioksida, air dan amoniak

serta dipengaruhi oleh iklim. Proses ini disebut dengan proses pembentukan humus (*humification*) dan hasilnya adalah gambut (*peat*).

Tahap kedua, dengan berubahnya letak topografi, gambut menjadi terkubur dibawah lapisan lanau (*silt*) dan pasir diendapkan oleh sungai dan rawa. Semakin dalam terkubur, maka semakin bertambah timbunan sedimen yang menghimpitnya sehingga tekanan pada lapisan gambut bertambah serta terjadi kenaikan suhu. Tahap ini merupakan tahapan pembentukan lignit, yaitu batubara *rank* paling rendah yang memiliki rumus kimia perkiraan $C_{79}H_{5,5}O_{14,1}$. Lignit mengandung karbon 80,4%, hidrogen 0,5% dan oksigen 19,1%.

Tahap ketiga, terjadi proses pembentukan batubara yaitu perubahan batubara *rank* rendah menjadi batubara sub-bituminus. Selama tahapan ketiga, kandungan hidrogen akan tetap konstan akan tetapi terjadi penurunan oksigen.

Tahap keempat, terjadi pembentukan batubara bituminus, dimana kandungan hidrogen turun dengan menurunnya jumlah oksigen secara perlahan.

Tahap kelima, terjadi pembentukan batubara antrasit. Dalam tahapan ini, oksigen hampir konstan sedangkan hidrogen akan turun. Proses pembentukan batubara merupakan proses dari reaksi fisik dan kimia yang diatur oleh suhu dan tekanan.

3.1.3 Klasifikasi

Dalam penamaan batubara perlu diperhatikan karena setiap Negara memiliki acuan dalam pengklasifikasian batubara. Cara mengklasifikasikan batubara menurut kualitasnya terdapat beberapa cara yaitu menurut ASTM (*American Society Organization for Standarditation*), ISO (*International Organization and Standarditation*) dan *Australian Standard* (Muchjidin, 2013). Negara Indonesia memiliki standar acuan menurut klasifikasi ASTM. Berikut adalah klasifikasinya :

1. *Lignite*

2. *Sub-bituminus coal*
3. *Bituminus coal*
4. *Antracite*

Dari *lignite* sampai dengan *anthracite* adalah urutan dari batubara *rank* rendah sampai batubara *rank* rendah.

3.2 **Bulldozer**

Menurut Partanto Prodjosumarto (1993), *Bulldozer* merupakan alat gali dan alat dorong atau alat gusur (*dozer*) yang kuat serta dapat banyak membantu pekerjaan alat-alat muat.

Ditinjau dari penggerakannya terdapat 2 macam bulldozer yaitu :

1. *Bulldozer* yang memakai roda-roda karet (*rubber tired bulldozer or wheel dozers*).
2. *Bulldozer* yang memakai rantai (*track type bulldozers or crawler dozer*).

Kemampuan *bulldozer* dapat dipergunakan untuk melakukan :

1. Untuk pembabatan atau penebasan dan pembersihan lahan.
2. Merintis (*pioneering*), yaitu kelanjutan dari pembabatan atau penebasan (*clearing*) dan meliputi pekerjaan untuk meratakan, membuat jalan darurat alat mekanis dan membuat saluran air penirisan (*drainage*).
3. Gali muat angkut pendek (*short haul excavation*) yaitu menggali lalu mendorong material ke tempat tertentu.
4. *Pusher loading* yaitu membantu *conventional (standard) power scraper* dalam mengisi muatan.
5. Menyebarkan material (*spreading*) yaitu menyebarkan material ke tempat tertentu dengan ketebalan yang diinginkan.

6. Menimbun kembali (*backfilling*) yaitu penimbunan kembali pada bekas lubang galian, seperti menutup saluran air dibawah tanah, menimbun lubang fondasi atau tiang penyangga bangunan (jembatan, menara dari beton, dsb).

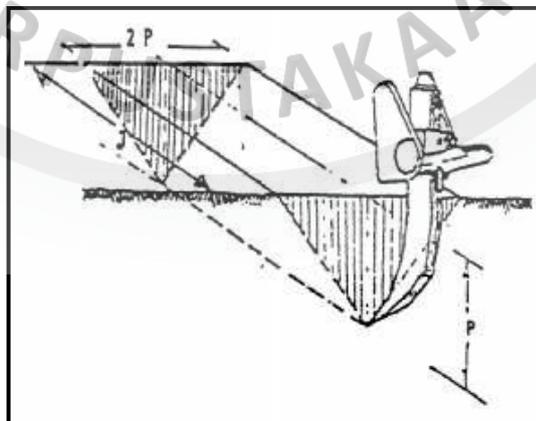
3.2.1 Ripper Bulldozer

Ripper merupakan salah satu perangkat *bulldozer* untuk memecah, menggali lapisan batuan untuk menjadi pecahan – pecahan dan selanjutnya didorong oleh *blade*.

Kemampuan *ripper* tergantung pada kemampuan giginya untuk masuk ke dalam tanah dan kekuatan mesin penarik *ripper* tersebut (*bulldozer*). Berdasarkan jumlah gigi (*shank*), *ripper* dapat dikelompokkan *single shank ripper* dan *multi shank ripper*.

1. Single Shank Ripper

Single shank ripper atau *Giant ripper* adalah *ripper* yang mempunyai satu gigi (**Gambar 3.1**). *Ripper* jenis ini dirancang khusus untuk material yang keras dan sulit dibongkar. *Giant ripper* biasanya digunakan untuk material yang keras dan sulit dibongkar karena tenaga yang dihasil dari *bulldozer* akan diteruskan hanya ke satu *ripper*.

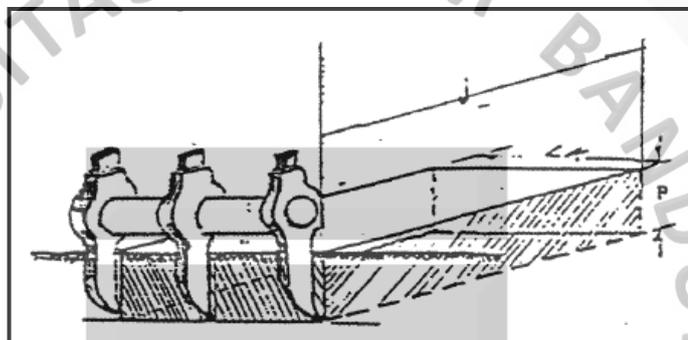


Sumber : Tenriadjeng, 2003.

Gambar 3.1
Single Shank Ripper

2. *Multi Shank Ripper*

Multi shank ripper adalah *ripper* yang mempunyai dua atau tiga gigi (**Gambar 3.2**). *Ripper* jenis dimaksudkan untuk meningkatkan produktivitas *ripping*, namun *ripper* jenis ini akan lebih efektif untuk material lunak dan mudah dibongkar. Pada *multi shank ripper*, tenaga yang dihasilkan *bulldozer* akan terdistribusi ke dua atau lebih *ripper*, sehingga tenaga yang dihasilkan tidak maksimal.



Sumber : Tenriadjeng, 2003.

Gambar 3.2
Multi Shank Ripper

Menurut Indonesianto (2013), material yang dapat digaru dengan *ripper* berdasarkan dari sifat fisiknya adalah:

1. Material memiliki bidang lemah berupa patahan, *joint* atau kekar. Semakin banyak bidang lemah yang terdapat pada material penggaruan akan semakin mudah.
2. Material hasil pelapukan atau material yang lapuk (*weathered material*). Material yang lapuk memiliki kekuatan yang lemah, sehingga akan lebih mudah untuk dibongkar.
3. Material memiliki bidang perlapisan atau berstruktur stratifikasi. Bidang perlapisan material merupakan bidang lemah dari material tersebut, sehingga dapat memudahkan dalam pembongkaran material tersebut.

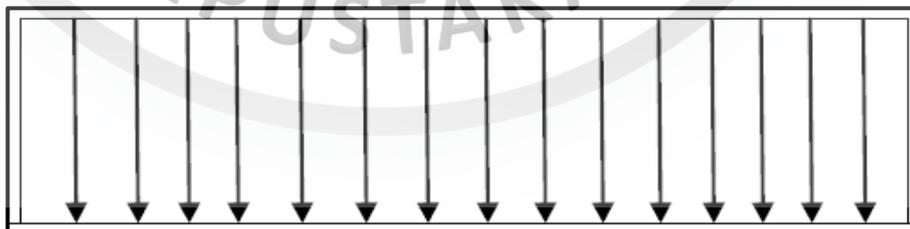
4. Material terbentuk dari kumpulan butiran-butiran yang besar. Material dengan butiran yang besar biasanya akan menyebabkan banyak celah yang tidak terisi diantara butiran tersebut. Celah ini dapat mempermudah pembongkaran material tersebut.
5. Material memiliki kuat tekan rendah (*low compressive stress*). Saat pembongkaran material, *ripper* akan ditancapkan kedalam lapisan material dan akan menekan material tersebut sampai terbongkar dari lapisannya. Maka dengan kuat tekan rendah, material akan mudah untuk dibongkar

3.2.2 Metode Ripping

Metode *ripping* terdiri atas 2 metode yaitu *ripping* berdampingan dan *ripping* silang. *Ripping* yang dilakukan bertujuan untuk menghasilkan fragmentasi yang sesuai dan mempermudah dalam melakukan *loading*.

1. Metode Penggaruan Berdampingan atau *Parallel Ripping*

Metode ini biasanya digunakan pada penggalan pelepasan material yang mudah untuk dibongkar dan lebih cepat dalam pemberaian material. Cara kerja metode *ripping* berdampingan dengan melakukan *ripping* secara sejajar atau berdampingan ke satu arah. Selanjutnya *bulldozer* akan maju kembali menggaru dengan jarak tertentu.

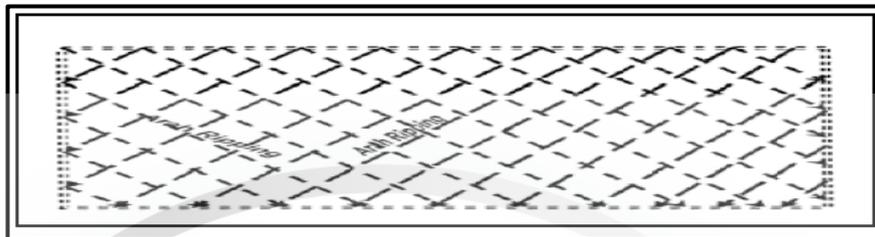


Gambar 3.3
Metode *Ripping* Berdampingan

2. Metode Penggaruan Silang atau *Cross Ripping*

Metode ini digunakan pada penggaruan material yang relatif keras dan sukar untuk diberaikan. Metode yang dilakukan yaitu *ripping* pada arah vertikal lalu arah horizontal (berlawanan). Tujuannya adalah untuk

menghasilkan fragmentasi yang kecil atau sesuai dengan spesifikasi ukuran *dump hopper*.



Gambar 3.4
Metode *Ripping Silang*

3.3 Produktivitas *Bulldozer* dan *Backhoe*

3.3.1 Waktu Efektif (W_e)

Waktu efektif adalah waktu yang digunakan hanya untuk bekerja tanpa adanya waktu hambatan. Waktu efektif adalah waktu produktif dikurangi dengan waktu hambatan.

Waktu efektif selalu berubah-ubah dari hari ke hari bahkan jam ke jam. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, suasana kerja, dan keadaan operator atau alat. Waktu efektif semakin kecil akibat dari adanya hambatan-hambatan dalam pekerjaan seperti melumasi kendaraan, perbaikan jalan, antri ketika pengangkutan dan lain-lain (Partanto Prodjosumarto, 1993). Terdapat dua jenis hambatan :

1. Hambatan yang tidak dapat dihindari

Hambatan yang diakibatkan oleh alam dan gangguan pada alat. Contohnya adanya longsor, cuaca ekstrim, perbaikan alat dan lainnya.

2. Hambatan yang dapat dihindari

Hambatan yang diakibatkan oleh operator. Contohnya operator terlambat datang, keperluan operator, tunggu *ripping* dan lainnya.

Dengan adanya waktu hambatan dan waktu produktif, maka waktu efektif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$We = Wp - Wh \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

We = Waktu efektif (menit)

Wp = Waktu produktif (menit)

Wh = Waktu hambatan (menit)

3.3.2 Efisiensi Kerja

Bagian ini adalah hal yang penting dalam melakukan penjadwalan alat. Keadaan alat merupakan faktor yang dapat menunjukkan kondisi alat yang digunakan dalam pekerjaan dengan memperhatikan kehilangan waktu selama kegiatan produksi berjalan.

Pemanfaatan yang efektif (*Effective Utilization*) menunjukkan bahwa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif.

Persamaan dari efisiensi kerja yaitu :

$$E.U = \frac{We}{We + R + S} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

We = Waktu efektif (jam)

R = *Repair hours* atau waktu rusak yang berhubungan dengan alat (jam)

S = *Standby* atau waktu bekerja tapi tidak dapat bekerja (jam)

Tabel 3.1
Klasifikasi Efisiensi Kerja

Efisiensi Kerja	
Jenis	Parameter
Baik Sekali	$\geq 83\%$
Baik	75% - 83%
Sedang	50% - 75%
Buruk	$< 50\%$

Sumber : Partanto Prodjosumarto, 1993.

3.3.3 Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)

Menurut Partanto Prodjosumarto (1993), *swell factor* adalah suatu material yang terdapat di dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik sehingga sedikit bagian yang kosong atau ruang-ruang yang terisi oleh udara akan tetapi jika material tersebut digali dari tempat aslinya, maka akan terjadi faktor pengembangan atau pemuaian volume (*swell*) sehingga akan terjadi suatu penambahan volume.

$$\text{Swell Factor} = \frac{\rho_l}{\rho_i} \times 100\% \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan :

ρ_l = *Density Loose* (ton/LCM)

ρ_i = *Density Insitu* (ton/BCM)

3.3.4 Faktor Pengisian atau *Fill Factor*

Faktor Pengisian atau *Fill Factor* sangat berpengaruh terhadap kemampuan dari produksi alat –alat mekanis dapat diartikan bahwa faktor pengisian merupakan perbandingan antara volume nyata atau aktual dengan volume teoritis. Maka dari itu, persamaan dari faktor pengisian adalah :

$$\text{Fill Factor} = \frac{V_n}{V_t} \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan :

V_n = Volume Nyata/Aktual (LCM)

V_t = Volume Teoritis (LCM)

3.3.5 Produktivitas *Ripping Bulldozer*

Produktivitas *ripping bulldozer* menggunakan *Giant Shank* dengan metode *cross ripping* atau metode penggaruan silang dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Pb_1 = \frac{\left(\frac{3600 \times Eb \times P \times S \times J}{Cb} \right)}{2} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :

Pb_1 = Produktivitas *Bulldozer* (ton/jam/alat)

Eb = Efisiensi Kerja *Bulldozer* (%)

P = Kedalaman Penetrasi *Shank* (m)

S = Spasi *Ripping* (m)

J = Jarak *ripping* (m)

Cb = *Cycle Time Bulldozer* (detik)

Sedangkan produksi *bulldozer* (Pb) adalah perkalian Produktivitas (Pb_1) dengan jumlah *bulldozer* (n_b) :

$$Pb = Pb_1 \times n_b \dots\dots\dots (3.6)$$

3.3.6 Produktivitas *Backhoe*

Perhitungan produktivitas alat muat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut ini:

$$Pm_1 = \frac{(3600 \times Em) \times Hm \times SF \times FFm}{CTm} \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan :

Pm = Produktivitas alat muat (BCM/Jam/Unit)

Em = Efisiensi alat muat (%)

Hm = Kapasitas *bucket* (LCM)

SF = *Swell Factor* (%)

FF = *Fill Factor* (%)

CT_m = *Cycle time* alat muat (detik)

Sedangkan produksi *backhoe* (P_m) adalah perkalian Produktivitas (P_{m1}) dengan jumlah bulldozer (n_m) :

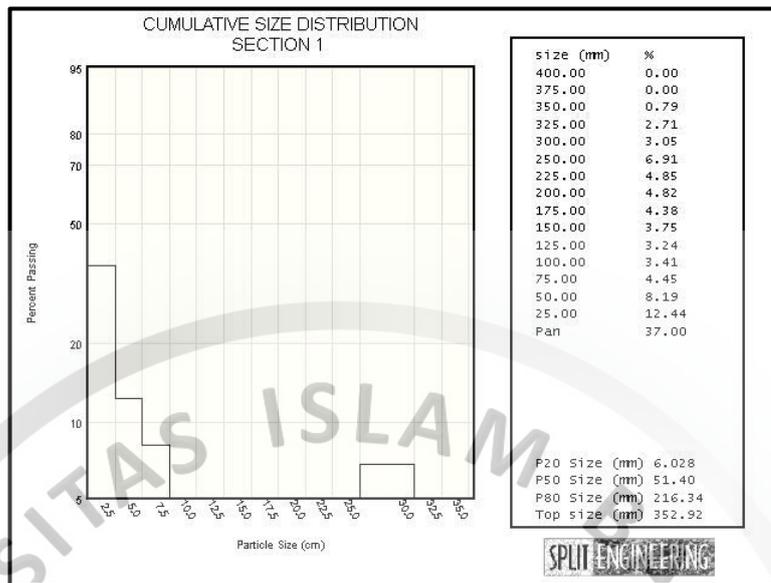
$$P_m = P_{m_1} \times n_m \dots\dots\dots (3.8)$$

3.4 **Software Split Desktop 2.0**

Split desktop merupakan *software* atau program yang berfungsi untuk menganalisa ukuran fragmentasi batuan. *Split desktop* merupakan program analisa gambar yang dikembangkan oleh Universitas Arizona, Amerika Serikat. Hasil dari analisa gambar berupa grafik persentase tertahan atau lolosnya material pada ayakan dan dapat mengetahui ukuran fragmen dari hasil peledakan atau *ripping*. *Split desktop* memiliki beberapa fungsi yaitu :

1. Proses awal, mengkondisikan dan menduplikat hasil foto fragmentasi sehingga foto fragmentasi akan lebih jelas.
2. Menganalisis ukuran fragmentasi berdasarkan *range* dari ISO, UK, US dan dapat menggunakan *range* secara manual.
3. Kalkulasi *automatic* parameter dengan menggunakan pendekatan metode distribusi *Rosin Rammler* atau *Schumann*.

Berikut adalah salah satu contoh dari hasil perhitungan fragmentasi menggunakan *split desktop* :



Gambar 3.5
Cumulative Size Distribution

