

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Genesa pasir

Pasir terbentuk dari proses sedimentasi batuan sebelumnya, pasir biasanya tersusun atas partikel atau butiran mineral, batuan atau bahan organik yang telah berubah menjadi ukuran pasir oleh proses pelapukan dan terangkut ke suatu lingkungan pengendapan oleh media transportasi berupa air, angin atau es.

Waktu dan jarak transportasi pasir sangat singkat dan signifikan. Selama proses transportasi butiran ini akan terus dipengaruhi oleh pelapukan kimia dan fisika. Jika pasir berdekatan dengan sumber batuanya komposisinya akan menyerupai batuan induknya. Namun semakin lama waktu dan jarak yang memisahkan batuan sumber dari endapan pasirnya, komposisi tersebut akan signifikan berubah selama proses transportasi. Butiran yang terdiri dari bahan mudah lapuk akan diubah dan mineral atau partikel yang secara fisik lemah akan hilang dan hancur (Bambang, 2010).

Pembentukan pasir :

1. Pelapukan Batuan

Pelapukan adalah peristiwa penghancuran massa batuan, baik secara fisika, kimiawi, maupun secara biologis. Proses pelapukan batuan membutuhkan waktu yang sangat lama. Semua proses pelapukan umumnya dipengaruhi oleh cuaca. Batuan yang telah mengalami proses pelapukan akan berubah menjadi tanah. Apabila tanah tersebut tidak bercampur dengan mineral lainnya maka tanah tersebut dinamakan tanah mineral.

2. Erosi

Erosi adalah salah satu dari kelompok proses eksogen dan merupakan yang terpenting dalam proses denudasi. Prosesnya menguraikan batuan secara fisik dan kimia serta mentransport material yang dihasilkannya dengan media yang bergerak, yaitu air, angin, dan es yang semuanya tentu di bawah pengaruh gaya gravitasi.

3. Pengendapan

Pengendapan secara mekanik; kapasitas angkut media (air) sangat tergantung pada kecepatan aliran dan ukuran butir sedimen besar ukuran butir, maka pengangkutannya akan memerlukan kecepatan aliran yang lebih besar pula. Butiran yang berukuran besar umumnya terbawa tidak jauh dari sumbernya, Sedangkan yang berukuran lebih kecil bisa terbawa lebih jauh dari sumbernya. pengendapan secara mekanik akan terjadi jika energi yang berasal dari kecepatan aliran lebih kecil dari gravitasi.

4. Litifikasi

Litifikasi adalah proses sedimen baru yang urai perlahan-lahan berubah menjadi batuan sedimen. Selama litifikasi terjadi perubahan-perubahan. Keseluruhan perubahan secara kimia, fisika, dan biologi yang mempengaruhi sedimen sejak diendapkan. Selama dan setelah litifikasi disebut diagenesis. Perubahan diagenesis yang utama dan sederhana adalah kompaksi, sementasi, dan rekristalisasi.

3.2 Tahapan Kegiatan Penambangan

Kegiatan penambangan adalah suatu kegiatan untuk mengambil suatu material berharga dari dalam bumi untuk dimanfaatkan oleh manusia. Dalam kegiatan penambangan tentunya melibatkan kegiatan pemindahan tanah atau material dengan menggunakan alat mekanis, dari mulai menggali material hingga pada kegiatan

penimbunan material hasil tambang itu sendiri. Pada umumnya tahapan kegiatan penambangan secara garis besar adalah sebagai berikut :

3.2.1 Penggalian

Penggalian merupakan suatu kegiatan penggalian pada suatu bahan galian yang bertujuan untuk melepaskan bahan galian yang akan ditambang terlepas dari batuan induknya, untuk melakukan penggalian ini diperlukan alat-alat yang sesuai dan tepat untuk daerah yang akan dikerjakan. Pemilihan alat-alat tersebut tergantung pada faktor teknis dan ekonomis. Faktor teknis misalnya jenis, sifat fisik dan letak endapan, sedangkan faktor ekonomis misalnya harga alat dan biaya perawatan alat tersebut. Alat yang digunakan didalam kegiatan penggalian bermacam-macam tergantung pada jenis batuan yang akan digali, adapun jenis-jenis alat gali sebagai berikut:

1. Batuan sangat keras sekali (*massive rock*) yaitu semua formasi batuan yang kompak dan dalam bentuk yang sangat besar seperti granit, *basalt* dan *diorite*. Dalam melakukan penggalian maka batuan sangat keras sekali ini dapat dilakukan dengan melakukan peledakan terlebih dahulu dengan menggunakan bahan peledak *high explosive* dalam jumlah yang banyak.
2. Batuan sangat keras (*very hard rock*) yaitu semua batuan beku yang masih segar dan semua batuan metamorf yang masih segar seperti *gneiss*, *schist* dan grafit. batuan ini harus diledakkan dengan bahan peledak *high explosive* dalam jumlah yang cukup banyak.
3. Batuan keras seperti batuan pasir berpartikel besar-besar yang tersemen. Batuan ini dapat digali dengan *ripper*. Terlebih dahulu batuan ini harus diledakkan dengan bahan peledak *high explosive* dalam jumlah yang sedikit atau bahan peledak *low explosive* dalam jumlah yang banyak.

4. Batuan sedang (*medium hard rock*) yaitu batuan yang mudah lapuk, batuan yang banyak memiliki retakan-retakan. Batuan ini digali dengan menggunakan alat seperti *dragline*, *power shovel*, dan *back hoe* tanpa dilakukan peledakan.
5. Batuan sangat lunak (*very soft rock*) yaitu batuan yang sedikit mengandung air atau tidak mengandung air, seperti pasir, kerikil, tanah liat yang berpasir. Tetapi dapat juga batuan yang mengandung air seperti tanah atas (*soil*), tanah liat dan lumpur. Untuk menggali batuan jenis ini dapat digunakan alat mekanis seperti *dragline*, *back hoe* dan *power shovel* tanpa perlu diledakan.

3.2.2 Pemuatan

Pemuatan merupakan serangkaian kegiatan atau pekerjaan yang dilakukan untuk mengambil dan memuat material bahan galian ke dalam alat angkut ke suatu tempat penampungan material, ataupun ke alam suatu alat pengatur aliran material (*hooper, bin, feeder*).

3.2.3 Pengangkutan

Pengangkutan (*hauling*) adalah serangkaian pekerjaan yang dilakukan untuk mengangkut endapan bahan galian dari suatu operasi penambangan. Pengangkutan ini sangat mempengaruhi kegiatan penambangan, terkadang keuntungan dan rugi suatu perusahaan pertambangan terletak pada lancar atau tidaknya pengangkutan. Beberapa alat angkut yang sering digunakan pada tambang terbuka adalah *dump truck*, lori dan lokomotif, *belt conveyer*, *cable way transportation*, *power scraper*, pipa dan pompa, tongkang dan kapal tunda, kapal curah dan lain-lain.

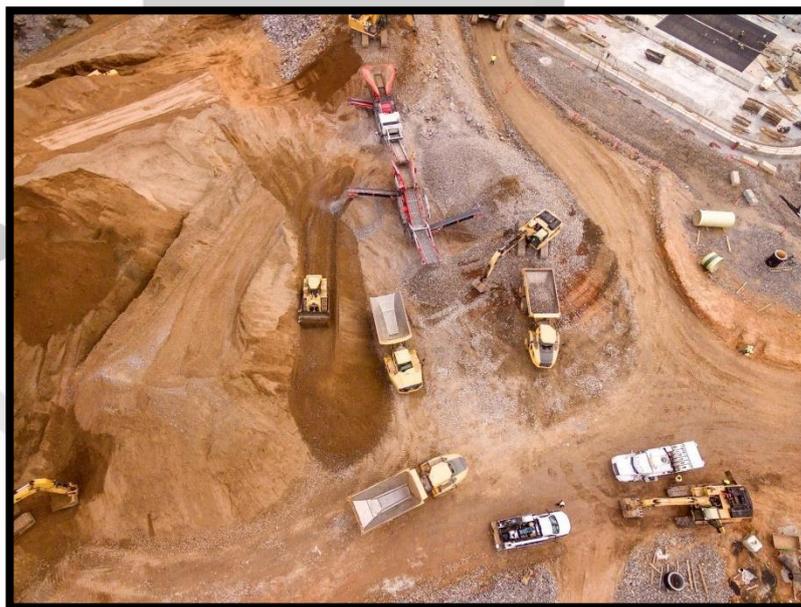
3.3 Metode Tambang Terbuka

Penambangan terbuka merupakan suatu metode penambangan yang kegiatan nya dilakukan di atas permukaan tanah atau berhubungan langsung dengan udara luar, adapun keuntungan dari tambang terbuka antara lain ongkos

penambangan lebih murah, kondisi kerja lebih baik karna berhubungan langsung dengan udara luar, penggunaan alat mekanis leluasa, relatif lebih aman dan nyaman dan perolehan tambang lebih besar selain memiliki keuntungan tambang terbuka memiliki kekurangan yaitu kegiatan penambangan di pengaruhi oleh cuaca, sulit didalam mencari tempat pembuangan tanah penutup, pencemaran lingkungan hidup relatif lebih besar.

Metode tambang terbuka berdasarkan jenis endapan dikelompokkan menjadi beberapa metode yaitu :

1. *Open Pit / Open Cut / Open Cast / Open Mine.*
2. *Quarry (Kuari).*
3. *Strip Mine.*
4. *Alluvial Mine.*



Sumber: khufra, 2016

Gambar 3.1
Kegiatan tambang terbuka

3.4 Waktu Efektif dan Efisiensi Kerja

3.4.1 Waktu Efektif

Waktu efektif merupakan waktu maksimal yang digunakan oleh operator alat untuk melakukan kegiatan pekerjaan didalam mencapai produktifitas dari suatu

perusahaan dan sudah dikurangi oleh waktu hambatan yang terjadi didalam suatu kegiatan kerja, adapun waktu yang menjadi hambatan yang terjadi terdiri dari:

1. Hambatan yang dapat dihindari.

Hambatan yang dapat dihindari merupakan suatu kegiatan yang menyebabkan terjadinya suatu pengurangan dari waktu efektif kerja hal ini disebabkan oleh beberapa sebab dan dapat digolongkan sebagai berikut :

a. Hambatan Karena Faktor Alat (Faktor Teknis)

Hambatan karena faktor alat merupakan suatu pengurangan waktu efektif yang disebabkan karena adanya suatu kerusakan alat yang digunakan dalam kegiatan penambangan dan membutuhkan waktu kegiatan alat. Hal ini akan berdampak pada waktu efektifitas dan akan menurun nya produktifitas dari kegiatan penambangan.

b. Hambatan Karena Faktor Operator

Hambatan faktor operator merupakan suatu pengurangan dari waktu efektif yang disebabkan adanya perilaku dari operator yang kurang bertanggung jawab dalam melakukan suatu pekerjaan. Hal ini berdampak pada waktu efektif dan menurunnya produktifitas kegiatan penambangan.

Hambatan operator dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu terdiri dari:

- Keterlambatan waktu kerja

Keterlambatan waktu kerja merupakan suatu perilaku pekerja operator alat yang dimana dia terlambat dalam memulai suatu pekerjaan dan hal ini akan berdampak pada waktu efektifitas dan akan menurunnya produktifitas kegiatan penambangan.

- Waktu Istirahat lebih awal

Waktu istirahat lebih awal merupakan lebih awalnya operator didalam melakukan berhenti bekerja untuk istirahat sebelum waktu istirahat tiba

dan hal ini disebabkan karena operator tidak disiplin dalam melakukan suatu kegiatan.

- Terlambat masuk kerja setelah istirahat
Operator tidak datang pada waktu yang telah ditentukan oleh perusahaan.
- Mengakhiri kerja lebih cepat
Perkerja berhenti melakukan aktifitas pekerjaan sebelum waktu selesainya pekerjaan.

2. Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari

Hambatan yang tidak dapat dihindari merupakan suatu waktu pengurangan waktu efektif yang di sebabkan karna terjadinya suatu kegiatan proses pemeliharaan alat, kondisi alam, dan dihentikan operasi penambangan karena pertimbangan faktor keselamatan kerja. Dengan memperhitungkan hambatan tersebut, maka waktu kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_e = W_p - W_h \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

W_e = Waktu Kerja Efektif (menit).

W_p = Waktu Produktif atau Waktu Tersedia (menit).

W_h = Waktu Hambatan kerja (menit).

3.4.2 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan suatu penilaian terhadap kinerja pelaksanaan pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia dinyatakan dalam persen. Tinggi rendahnya efisiensi kerja tergantung pada faktor motivasi dan disiplin kerja operator, sedangkan

produktivitas kerja tergantung kepada tempat kerja, keadaan material digali dan dimuat serta pengalaman itu sendiri. Adapun penggolongan efisiensi kerja dapat dilihat pada (Tabel 3.1). Untuk menghitung efisiensi kerja digunakan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

E = Efisiensi Kerja (%).

W_e = Waktu kerja efektif (menit).

W_p = Waktu kerja produktif (menit).

Tabel 3.1
Penilaian Kondisi Kerja Berdasarkan Nilai Efisiensinya

<i>Operating Condition</i>	<i>Job Efficiency</i>
<i>Good</i>	$\geq 0,83$
<i>Average</i>	0,75 - 0,83
<i>Rather Poor</i>	0,67 - 0,75
<i>Poor</i>	0,58 - 0,67
<i>Very Poor</i>	$\leq 0,58$

Sumber : Pemindahan Tanah Mekanis (Pradjosumarto, Partanto, 1993)

3.5 Investasi Ekonomi

Investasi ekonomi tidak terlepas dari biaya - biaya yang ditimbulkan oleh suatu kegiatan, baik itu biaya langsung maupun biaya tidak langsung. Biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan suatu barang atau jasa merupakan salah satu unsur terpenting dalam pengelolaan perusahaan hal ini disebabkan besar kecilnya biaya akan menentukan jumlah keuntungan yang akan diperoleh perusahaan. Oleh sebab itu biaya mempunyai pengertian semua pengeluaran yang dapat diukur dengan uang, baik yang telah, sedang maupun yang akan dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk.

Untuk memudahkan analisa, secara umum biaya dikelompokkan berdasarkan kriteria tertentu, yaitu :

a. Biaya langsung

biaya langsung merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan akibat kegiatan yang berhubungan langsung dengan semua proses produksi.

b. Biaya tidak langsung

Biaya tidak langsung yaitu biaya pengeluaran uang yang disebabkan oleh kegiatan-kegiatan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi.

c. Biaya komersial

Biaya komersial yaitu biaya tak langsung yang digunakan untuk mendukung kegiatan produksi, seperti biaya penjualan suatu produk, biaya administrasi yang dikeluarkan untuk mendukung kelancaran proses produksi.

Dalam industri pertambangan yang sangat erat kaitannya dengan berbagai biaya baik yang akan menuju kepada kerugian ataupun keuntungan secara umum terdiri dari :

3.5.1 Biaya kepemilikan

Biaya kepemilikan (*owning cost*) merupakan suatu biaya yang harus diperhitungkan selama alat yang bersangkutan masih dioperasikan jika alat tersebut milik sendiri. Biaya ini harus dipertimbangkan karena alat semakin lama akan semakin berkurang jumlah produksinya, bahkan pada waktu tertentu alat tidak dapat digunakan untuk kegiatan produksi sehingga akan mengalami penyusutan (Depresiasi). Adapun beberapa komponen dalam perhitungan biaya kepemilikan (*Owning Cost*) terdiri dari :

1. Depresiasi (penyusutan)

Depresiasi merupakan suatu nilai yang hilang yang terjadi pada suatu alat hal ini disebabkan karena alat yang digunakan mengalami peningkatan umur alat dan hal ini menyebabkan terjadinya suatu penurunan harga, dan untuk dapat membaca dari suatu nilai depresiasi maka harus dilakukan terlebih dahulu pengkajian mengenai umur kegunaan alat yang dimiliki oleh perusahaan dan

batas maksimal dari penggunaan alat yang digunakan oleh perusahaan, perhitungan depresiasi dilakukan dengan melakukan perhitungan dengan metode garis lurus yaitu dengan melakukan terjadinya suatu penurunan harga dengan mengkaji terlebih dahulu mengenai nilai dari penyusutan harga disesuaikan dengan waktu dari penggunaan alat berat, Metode ini dapat dihitung dengan cara menjumlahkan harga beli alat, biaya angkut, biaya muat, biaya bongkar, dan biaya pemasangan alat dibagi dengan perkiraan umur pakai alat. Dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Depresiasi} = \frac{\text{Harga Alat} - \text{Trade in Value}}{\text{Umur Alat (jam)} \times \text{Annual Use in Hours}} \dots\dots\dots (3)$$

*Untuk alat-alat yang menggunakan *crawler*, harga ban tidak ada.

2. Pajak dan asuransi

Pajak dan asuransi dari suatu alat akan di tentukan oleh umur dari alat yang digunakan oleh pihak perusahaan dan di tentukan oleh medan kerja dan jenis pekerjaan yang dilakukan oleh alat berat yang digunakan oleh perusahaan, Perhitungan bunga modal, pajak dan asuransi dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\text{Pajak + Asuransi} = \frac{\text{Faktor} \times \text{Harga Alat Bunga perTahun}}{\text{Jumlah Pemakaian perTahun}} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Faktor} = \frac{1 - (n-1) \times (1-r)}{2 \times n} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

n = Umur ekonomis (*life time*) alat (tahun)

r = Nilai sisa alat (%)

3.5.2 Biaya Operasi

Biaya operasi (*operating Cost*) merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak perusahaan selama proses penambangan berlangsung, dan biaya dari operasi meliputi biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya penggantian ban, biaya reparaasi, biaya pengatian suku cadang dan upah operator (*operator wage*)

1. Biaya Bahan Bakar

Biaya bahan bakar yang dikeluarkan oleh perusahaan memiliki perbedaan tersendiri di sesuaikan dengan kondisi alat yang digunakan didalam kegiatan operasi penambangan, dan berpengaruh pada besar dan kecilnya alat yang digunakan oleh perusahaan, dan tidak luput di sesuaikan dengan kondisi medan yang ringan atau berat juga menentukan. Data-data ini biasanya dapat diperoleh dari pabrik produsen alat atau dealer alat bersangkutan ataupun berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan. Pabrik pembuat alat biasanya memberikan prakiraan konsumsi bahan bakar sesuai daya mesin alat yang dinyatakan dalam liter/jam atau galon/jam.

Hal yang harus di perhatikan didalam pengeluaran biaya solar bahwa kegiatan pengoprasian alat tidak selalu menggunakan *power full* tetapi di sesuaikan dengan beban dan kinerja dari alat yang digunakan, saat *dump truk* yang digunakan didalam keadaan kosong (tanpa beban material) makan *power* yang digunakan tidak maksimal dan hal ini disebut dengan *operating factor*, yang semakin besar *operating factornya* makin besar pula tenaga mesin bekerja. Biaya bahan bakar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Biaya Bahan Bakar} = \text{Kebutuhan BBM/jam} \times \text{Harga BBM/liter} \dots\dots\dots(6)$$

2. Biaya Filter

Biaya filter merupakan biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan filter dan disesuaikan dengan kebutuhan bahan-bahan tersebut, seperti pada kebutuhan

bahan bakar, masing-masing alat besar dalam kebutuhan per jam berbeda sesuai dengan kondisi pekerjaan, bahan pelumas yang terdiri dari:

- a. Oil mesin
- b. Oil tranmisi
- c. Oil hidrolis
- d. Oil final drive
- e. Stempet (*grase*)

Penggunaan oli di sesuaikan dengan spesifikasi alat yang digunakan dan lama dari penggunaan oil yang digunakan disesuaikan dengan medan yang ditempuh oleh alat dan biasanya antara 100 sampai 300 jam pemakaian. Untuk kebutuhan minyak pelumas, minyak hidrolisk, gemuk (*grease*) dan filter biasanya pabrik pembuat memberikan prakiraan yang dinyatakan dalam liter/jam atau gallon/jam tergantung kondisi medan kerjanya.

$$\text{Biaya Bahan Pelumas} = \text{Kebutuhan Pelumas/jam} \times \text{Harga Pelumas/liter} \dots\dots\dots(7)$$

Sedangkan biaya filter biasanya diambil 50% dari jumlah biaya pelumas diluar bahan bakar atau dalam rumus hitungannya.

$$\text{Biaya Filter/jam} = \frac{\text{Jumlah Filter} \times \text{Haga Filter}}{\text{Lama Pergantian Filter (jam)}} \dots\dots\dots (8)$$

3. Biaya Ban

Biaya ban merupakan suatu pengeluaran perusahaan untuk melakukan penggantian ban, umur ban akan ditentukan oleh medan yang akan di tempuh alat berat, di sesuaikan juga oleh merk dan kualitas ban yang digunakan oleh alat perusahaan, dan tekanan angin akan sangat berpengaruh pada kekuatan ban yang digunakan.

$$\text{Biaya Ban} = \frac{\text{Haga Ban (rupiah)}}{\text{Umur Kegunaan Ban (jam)}} \dots\dots\dots (9)$$

4. Biaya Reparasi (Perbaikan)

Biaya reparasi merupakan suatu biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan perbaikan ataupun pemeliharaan alat –alat sesuai dengan kerusakan yang di alami oleh alat, termasuk harga suku cadang (*spare part*) dan ongkos pasang dari suku cadang.

5. Upah operator

Upah operator merupakan suatu biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan pembayaran kepada seorang pekerja yang menjalankan alat berat, dan gaji dari operator biasanya akan disesuaikan dengan tingkat kecakapan hingga lamanya pengalaman kerja opertor tersebut.

3.6 *Present Worth Cost*

Present Worth Cost (PWC) merupakan perencanaan investasi suatu proyek pada tahun awal (*present*) untuk suatu jangka waktu tertentu berdasarkan *coast* (biaya) yang dibutuhkan. Analisis biaya secara *present worth cost* ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar investasi atau biaya yang dibutuhkan pada saat ini (*present*).

Oleh karena itu pada penganalisaan ini menghasilkan *operating cost* yang berbeda setiap tahunnya, serta diasumsikan tidak ada *salvage value* karena alat tersebut telah dioperasikan selama batas akhir umur ekonomisnya dan tidak lakunya alat tersebut untuk dijual sebagai barang bekas, Maka untuk menghitung *Present Worth Cost* ini dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{PW Cost} = C + \text{OC}_1 (P/F_{i,n}) + \text{OC}_2 (P/F_{i,n}) + \dots + (\text{OC}_n - L) (P/F_{i,n}) \dots \dots \dots (10)$$

Dimana :

- | | | | |
|---|----------------------------------|----|----------------------------------|
| i | = Tingkat suku bunga (%) | OC | = Biaya operasi (operating cost) |
| n | = Periode/jangka waktu (tahun) | L | = Nilai sisa |
| C | = Biaya kapital (investasi awal) | | |