

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Produktifitas Alat-Alat Mekanis

Pemindahan tanah mekanis adalah segala macam pekerjaan yang berhubungan dengan kegiatan pembeaian (*loosening / breaking*) dan penggalian (*digging*), pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling; transporting*), penimbunan (*dumping; filling*), perataan (*spreading and leveling*) dan pemadatan (*compacting*) tanah atau batuan dengan alat – alat mekanis (*Partanto Prodjosumarto, 2005*).

Untuk memperkirakan besarnya produksi alat-alat mekanis maka perlu dilakukan pengamatan gerakan dan waktu, terhadap alat-alat mekanis dengan menggunakan stop watch yang pembacaannya dilakukan dalam detik.

3.1.1 Alat Gali Muat (*Excavator*)

Pengamatan terhadap gerakan dan waktu pemuatan alat gali muat meliputi berapa bagian, yaitu :

- Waktu menggali (*digging time*)
- Waktu putar/isi (*swing time/loaded*)
- Waktu pengosongan/tumpah (*dumping time*)
- Waktu putar/kosong (*swing time/empty*)

Waktu menggali dihitung mulai, *bucket* dari alat muat menyentuh permukaan tanah yang siap untuk menggali dan berakhir bila *bucket* dari alat muat terisi penuh. Waktu berputar terus dihitung hingga *bucket* dari alat muat mulai menumpahkan muatannya kedalam *dump truck*. Waktu pengosongan terus dihitung hingga muatannya habis ditumpahkan.

Sedangkan waktu berputar *bucket* dalam keadaan kosong dihitung terus, hingga posisi *bucket* dari alat muat kembali dan siap untuk melakukan pemuatan selanjutnya.

Untuk menghitung besarnya produksi alat muat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{am} = (H \times SF) \times \frac{3600}{Ct} \times FF \times \rho \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.1})$$

Keterangan :

P_{am} = Produktifitas alat muat, (Ton/jam)

H = Kapasitas *bucket* alat muat, (LCM)

Ct = Waktu Edar alat muat, (detik)

Ek = Efisiensi kerja alat muat, (%)

SF = *Swell Factor*, (%)

FF = Faktor pengisian *bucket*, (%)

ρ = *Density insitu* (ton/m³)

3.1.2 Alat Angkut (*Dump Truck*)

Pengamatan terhadap gerakan dan waktu *dump truck* meliputi beberapa bagian di antaranya : waktu pengisian/muat (*loading time*), waktu pengangkutan (*hauling time*), waktu pengosongan (*dumping time*), waktu kembali (*returning time*), dan waktu tunggu (*waiting time*).

Waktu pengisian dihitung mulai alat muat menumpahkan muatan ke dalam *dump truck* dan berakhir bila *dump truck* bergerak dari tempat alat muat, dimana waktu pengangkutan mulai dihitung hingga *dump truck* berhenti pada tempat penimbunan (*disposal*), waktu pengosongan dihitung termasuk waktu berputar, mundur dan mengosongkan muatan. Sedangkan waktu kembali ditentukan bila *dump truck* bergerak dari tempat penimbunan dan berakhir bila berhenti pada

tempat pengisian di depan alat muat. Waktu menunggu termasuk waktu yang dibutuhkan untuk penyesuaian pada posisi pengisian.

Untuk menghitung besarnya produksi alat angkut yang digunakan dapat diketahui dengan rumus :

$$P_{aa} = (\text{Vol. Bucket} \times \text{Bucket Factor} \times n) \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.2})$$

Keterangan :

P_{aa} = Produktifitas alat angkut, (ton/jam)

VB = Volume Bucket, (ton)

BF = Bucket Factor, (%)

n = Jumlah pengisian (kali)

3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktifitas Alat-alat Mekanis

Salah satu tolak ukur yang dapat dipakai untuk mengetahui baik buruknya hasil kerja suatu alat pemindahan mekanis adalah besarnya produksi yang dapat dicapai oleh alat tersebut. Oleh sebab itu usaha dan caranya untuk dapat mencapai produksi yang tinggi selalu menjadi perhatian yang khusus. Untuk memperkirakan dengan teliti produksi alat-alat mekanis perlu diketahui faktor-faktor yang langsung mempengaruhi hasil kerja alat-alat tersebut, di antaranya adalah sebagai berikut :

3.2.1 Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh suatu alat untuk melakukan satu siklus kegiatan. Waktu edar terdiri dari dua jenis, yaitu waktu tetap (*fixed time*) dan waktu variable (*variable time*). Jadi waktu edar total adalah penjumlahan waktu tetap dan waktu variable. Yang termasuk ke dalam waktu tetap adalah waktu pengisian atau pemuatan termasuk maneuver dan menunggu, waktu pengosongan muatan, waktu membelok dan mengganti gigi dan percepatan, sedangkan waktu variable adalah waktu mengangkut muatan dan kembali kosong.

A. Waktu Edar Alat Muat

Untuk setiap macam alat muat, komponen waktu edar dapat berbeda-beda karena dipengaruhi oleh pola gerak yang digunakan. Untuk alat muat pada penelitian ini komponen waktu edarnya meliputi :

1. Gerak mengisi *bucket*, dihitung sejak *bucket* menyentuh material pecahan batu sampai *bucket* terisi penuh.
2. Gerak mengayunkan muatan, dihitung sejak *bucket* terisi penuh dimana *backhoe* mulai bergerak sampai pada posisi siap mencurahkan muatan.
3. Gerak menumpahkan muatan, dihitung sejak mulai menumpahkan muatan sampai muatan tersebut tertumpah semua.
4. Gerak kembali kosong untuk mengisi, dihitung sejak muatan tertumpah semua, dimana *backhoe* mulai bergerak untuk mengisi sampai *bucket* menyentuh batu andesit.

Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu edar alat muat antara lain:

1. Posisi letak material batu sangat mempengaruhi pemuatan.
2. Keadaan lapangan kerja, diwaktu hujan permukaan lapangan kerja cukup licin sehingga sangat berpengaruh terhadap waktu edar.
3. Keterampilan *operator*, dimana semakin terampil dan berpengalaman maka waktu edar yang dibutuhkan lebih sedikit.

Waktu edar alat muat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\boxed{CT = A + B + C + D} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.3})$$

Keterangan :

CT = Waktu edar alat muat, (detik).

A = Waktu menggali, (detik).

B = Waktu mengayun bermuatan, (detik).

C = Waktu menumpahkan, (detik).

D = Waktu mengayun kosong, (detik).

B. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut adalah waktu yang digunakan untuk satu kali pengangkutan material menuju *waste dump* ataupun *stockpile*. Waktu edar alat angkut mulai dihitung dari *dump truck* mulai dilayani alat muat sampai *dump truck* mulai bergerak meninggalkan alat muat. Waktu edar alat angkut pada penelitian ini terdiri dari :

1. Waktu *maneuver* kosong dihitung mulai dari waktu *dump truck* sampai di tempat pengisian dan melakukan pencarian posisi untuk diisi.
2. Waktu muat dihitung dari *dump truck* mulai diisi sampai selesai.
3. Waktu mengangkut muatan dihitung dari *dump truck* mulai bergerak meninggalkan alat muat sampai di *stockpile* tambang.
4. Waktu *maneuver* isi dihitung mulai dari *dump truck* berhenti sampai siap untuk menumpahkan muatan.
5. Waktu *dumping* dihitung mulai dari *dump truck* menumpahkan muatan sampai habis.
6. Waktu kembali kosong dihitung mulai bergerak meninggalkan *stockpile* tambang sampai *dump truck* tiba di permukaan kerja tambang.

Waktu edar alat angkut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$CT = A + B + C + D + E + F \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.4})$$

Keterangan :

CT = Waktu edar alat angkut, (detik).

A = Waktu *maneuver* kosong, (detik).

- B = *loading time*, (detik).
- C = Waktu angkut isi, (detik).
- D = Waktu *maneuver* untuk *dumping* (detik).
- E = Waktu *dumping*, (detik).
- F = Waktu kembali kosong, (detik).

3.2.2 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia dan dinyatakan dalam persen. Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar – benar dipergunakan untuk berproduksi atau waktu produktif dikurangi dengan waktu yang terbuang oleh adanya hambatan – hambatan. Dari hasil pengamatan tentu terdapat keterlambatan dalam penggunaan jam kerja yang tersedia, sehingga jam kerja efektif berkurang. Hambatan-hambatan yang terjadi selama jam kerja dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

1. Hambatan yang Dapat Dihindari

Hambatan yang dapat dihindari merupakan hambatan yang menyebabkan waktu produksi efektif berkurang, hambatan ini disebabkan karena faktor kerusakan alat dan operator. Hambatan-hambatan yang dapat dihindari dapat digolongkan sebagai berikut :

- a. Hambatan Karena Faktor Alat (Faktor Teknis)

Hambatan karena faktor alat (teknis) adalah waktu hambatan yang terjadi karena kerusakan alat sehingga alat berhenti beroperasi dan membutuhkan waktu untuk perbaikan. Terjadinya hambatan ini menyebabkan pengurangan dalam waktu kerja sehingga menurunkan waktu produksi efektif alat yang menyebabkan efisiensi kerja alat rendah.

b. Hambatan Karena Faktor Operator (Non Teknis)

Hambatan karena faktor operator (non teknis) adalah hambatan yang sering terjadi karena perilaku dari operator yang kurang disiplin yang menyebabkan menurunnya waktu produktif yang tersedia. Hambatan non teknis yang sering terjadi antara lain :

1. Terlambat awal
2. Istirahat kerja lebih awal
3. Terlambat awal kerja setelah istirahat
4. Mengakhiri kerja lebih awal

2. Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari

Hambatan yang tidak dapat dihindari adalah hambatan yang menyebabkan tidak dapat beroperasinya peralatan meskipun kondisi alat dalam keadaan baik dan siap beroperasi. Hambatan ini antara lain disebabkan karena proses pemeliharaan alat (*preventif maintenance*), faktor alam (cuaca dan bencana), atau dihentikannya operasi karena pertimbangan faktor keselamatan kerja.

Dengan memperhitungkan hambatan tersebut, maka waktu kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$We = Wp - Wh \dots\dots\dots(Persamaan 3.5)$$

Keterangan :

We = Waktu kerja efektif, (menit)

Wp = Waktu produktif / waktu tersedia, (menit)

Wh = Waktu – waktu hambatan, (menit)

Dari data hambatan yang dapat dihindari maupun tidak dapat dihindari, maka didapat waktu kerja efektif. Efisiensi kerja sangat berpengaruh terhadap tercapainya produksi. Tinggi rendahnya efisiensi kerja tergantung pada faktor

motivasi dan disiplin kerja operator, sedangkan produktifitas 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 :

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100\% \dots\dots\dots(Persamaan 3.6)$$

Keterangan :

- E = Efisiensi Kerja, (%)
 We = Waktu kerja efektif, (menit)
 Wp = Waktu kerja produktif / waktu tersedia, (menit)

Tabel 3.1
Efisiensi Kerja

Macam Alat	Baik Sekali	Sedang	Kurang Efektif	Buruk
Ban Besi	> 92%	83% - 92%	75% - 85%	< 75%
Ban Karet	> 83%	75% - 83%	67% - 75%	< 67%

3.2.3 Faktor Pengisian (*Fill Factor*)

Faktor pengisian merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan alat. Hubungan antara faktor pengisian mangkuk dengan produksi peralatan mekanis yang dipakai adalah semakin besar faktor pengisian yang dapat dicapai suatu alat, berarti semakin besar produksi alat tersebut. Demikian sebaliknya, semakin kecil faktor pengisian yang dicapai suatu alat, maka semakin kecil produksi yang dapat dicapai. Faktor pengisian mangkuk atau bilah merupakan perbandingan antara volume material yang ada di dalam mangkuk dengan volume teoritis mangkuk atau bilah yang dinyatakan dalam suatu persamaan sebagai berikut :

$$FF = \frac{V_n}{V_t} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.7)}$$

Keterangan :

FF = Faktor pengisian (Fill Factor), (%)

Vn = Volume *bucket* nyata, (m³)

Vt = Volume *bucket* teoritis, (m³)

Tabel 3.2
Angka *Bucket Factor* Sesuai Material Penggalian

<i>Bucket Factor</i>		
Kondisi Operasi Penggalian		<i>Bucket Factor</i>
Mudah	Tanah lempung, agak lunak	1,20 - 1,10
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1,10 - 1,00
Agak Sulit	Tanah asli berpasir dan berkerikil	1,00 - 0,80
Sulit	Tanah keras bekas ledakan	0,80 - 0,70

(sumber : *Komatsu handbook 25^{Thn} edition*)

3.2.4 Faktor Pengembangan / Faktor Pemuaiian (*Swell Factor*)

Material di alam ditemukan dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, tetapi bila digali atau diberai dari tempat aslinya akan terjadi pengembangan volume.

Perbandingan antara volume alami (*insitu*) dengan volume berai (*loose*) dikenal dengan istilah faktor pengembangan (*swell factor*). Faktor pengembangan tersebut perlu diketahui karena volume material yang diperhitungkan pada waktu penggalian selalu ada yang disebut "*bank yard*" atau volume aslinya di alam. Sedangkan apa yang harus kita angkut adalah material yang telah mengembang karena digali. Sebaliknya bila *bank yard* tersebut dipindahkan, lalu dipadatkan kembali maka volumenya akan berkurang.

Tabel 3.3
Bobot Isi dan Faktor Pengembangan dari Berbagai Material

Macam Material	Bobot isi (density lb/cu yd, insitu)	Sweel faktor (in - bank correction factor)
Bauksit	2700- 4325	0.75 (75%)
Tanah Liat, kering	2300	0.85
Tanah Liat, basah	2800- 2300	0.82 - 0.80
Antrasit (anthracite)	2200	0.74
Batubara Bituminus (bituminous coal)	1900	0.74
Bijuh Tembaga (cooper ore)	3800	0.74
Tanah Biasa, kering	2800	0.85
Tanah Biasa, basah	3370	0.85
Tanah Biasa, bercampur pasir dan kerikil (gravel)	3100	0.9
Kerikil kering	3250	0.89
Kerikil basah	3600	0.88
Granit, pecah-pecah	4500	0.67 - 0.56
Hematit, pecah-pecah	6500- 8700	0.45
Bijih besi (iron ore), pecah-pecah	3600- 5500	0.45
Batu Kapur, pecah-pecah	2500- 4200	0.60 - 0.57
Lumpur	2160- 2970	0.83
Lumpur, sudah ditekan (packed)	2970- 3510	0.83
Pasir, kering	2200- 3250	0.89
Pasir, basah	3300- 3600	0.88
Serpil (shale)	3000	0.75
Batu sabak (slate)	4590- 4860	0.77

(Sumber : Partanto Prodjosumarto, Tahun 2005)

3.3 Biaya Produksi (*Production Cost*)

Biaya Produksi didefinisikan sebagai segala macam biaya yang harus dikeluarkan agar proyek penambangan dapat beroperasi / berjalan dengan normal.

Dalam suatu operasi penambangan, keseluruhan biaya penambangan akan terdiri dari banyak komponen biaya yang merupakan akibat dari masing-masing tahap kegiatan. Besar kecilnya biaya penambangan akan tergantung pada perancangan teknis sistem penambangan, jenis dan jumlah alat yang digunakan.

Untuk mencapai biaya penambangan yang sekecil mungkin, maka dalam merancang sistem penambangan perlu diperhatikan pemilihan alat yang dapat memberikan biaya produksi per ton yang paling murah.

Pemilihan alat (jenis dan merek) sebaiknya tidak dilakukan semata-mata karena besar-kecilnya produksi atau kapasitas alat tersebut.

Pada dasarnya aspek teknis dan aspek ekonomis tidak dapat berjalan sendiri-sendiri, keduanya akan selalu saling mempengaruhi. Perkiraan biaya investasi alat akan tergantung pada jumlah alat yang dipergunakan dan kapasitas alat yang dipilih.

3.4 Biaya Kepemilikan dan Operasi Alat Muat dan Alat Angkut

Pemilihan suatu alat itu selain didasarkan atas besarnya produksi atau kapasitas alat tersebut, juga didasarkan atas biaya termurah untuk tiap *cu yd* atau tonnya. Oleh karena itu harus pula diketahui bagaimana caranya memperkirakan biaya produksi per *cu yd* atau per ton suatu alat mekanis. Biaya - biaya yang diperhitungkan adalah :

- 1) Biaya Kepemilikan (*ownership cost*) yang terdiri dari :
 - a. Harga alat.
 - b. Ongkos angkut, yaitu biaya angkut alat hingga ke lokasi, dimana besarnya adalah \$ 1 / 100 lb berat alat.
 - c. Depresiasi, yang dihitung dengan menjumlahkan : harga beli alat, ongkos angkut, ongkos muat, ongkos bongkar dan ongkos pasang, dibagi dengan "umur" alat yang bersangkutan.
 - d. Bunga, pajak, asuransi dan sewa gudang, diambil 10% (bunga 6%, pajak 2%, asuransi serta biaya gudang 2%) dari penanaman modal tahunan yang dapat dihitung dari rumus :

$$\text{- Penanaman Modal Tahunan} = \frac{(1+n) \times 100\%}{2n}$$

$$\text{- Biaya bunga, pajak, dsb} = \frac{10\% \times \text{penanaman modal tahunan} \times \text{harga alat ditempat}}{\text{Jam jalan per tahun}}$$

Keterangan :

n = umur alat dinyatakan dalam tahun.

2) Biaya Operasi (*operational cost*) yang terdiri dari :

- a. Kebutuhan bahan bakar yaitu jumlah bahan bakar yang di perlukan oleh alat untuk beroperasi selama 1 jam, dapat di hitung dengan rumus (HP alat x 0,04 gal/hp/jam x dengan harga bahan bakar tersebut).
- b. Ongkos minyak pelumas adalah gemuk (grease), termasuk ongkos buruhnya. Dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\left(\frac{HP \times 0,6 \times 0,006}{7,4} \right) + (c/t) \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.8)}$$

Keterangan :

HP = horse power alat, (HP)

c = kapasitas *crankcase*, (Gal)

t = lama pergantian oli, (Jam)

- c. Biaya pergantian ban untuk *dump truck*, yaitu harga ban baru dibagi dengan umur ban.
- d. Ongkos reparasi ban, misalnya untuk menambal, *vulkanisir* dan lain – lain.
- e. Ongkos reparasi dan pemeliharaan.
- f. Upah pengemudi.

Jumlah biaya kepemilikan (*ownership costs*) dan biaya operasi (*operating costs*) tersebut di atas hanya merupakan biaya alat tiap jam tidak termasuk keuntungan, dan “*overhead costs*”.

3.5 Nilai Sisa atau *Salvage Value*

Nilai sisa adalah nilai penjualan aset pada akhir umur proyek. Umumnya untuk memudahkan perhitungan nilai sisa dianggap nol, tetapi bila kemudian aset pada akhir umur depresiasi masih laku terjual maka pajak penjualan yang bersangkutan harus diperhitungkan. Saat membuat perkiraan aliran kas diasumsikan bahwa aset tersebut pada saat dihapus ternyata masih memiliki nilai sisa (*salvage value*).

Dalam hal ini aturan dasar yang menentukan nilai dan waktu depresiasi tidak berkurang dengan adanya perkiraan nilai sisa. Hanya saja perlu diperhatikan bila ternyata aset tersebut mempunyai realistis harga penjualan lebih tinggi dari nilai buku, maka selisihnya harus dikenakan pajak sesuai besarnya persentase pajak pendapatan perusahaan tersebut. Namun bila harga penjualannya lebih rendah akan berakibat adanya penghematan pajak.

3.6 Proyeksi Pendapatan (*Revenue*)

Perhitungan proyeksi pendapatan (*revenue*) adalah perkiraan dana yang masuk atau diterima Investor sebagai hasil penjualan (*sales*) produksi andesit yang dihasilkan sesuai dengan jadwal produksi dan harga andesit yang direncanakan.

3.7 Aliran Kas (*Cash Flow*)

Aliran kas (*Cash Flow*) merupakan aliran pemasukan dan pengeluaran uang yang terjadi selama periode operasi produksi (*Stermole & Stermole, 2000*). Analisis aliran kas penting dilakukan untuk mengetahui potensi pendapatan pada masa sekarang dan pada masa yang akan datang bila dilakukan penambangan terhadap suatu endapan bahan galian. Analisis aliran kas tahunan memerlukan pertimbangan – pertimbangan berikut ini:

1. Jumlah total tonase yang ditambang per tahun
2. Prediksi harga bahan tambang

3. Pembayaran *royalty* tiap tahun
4. Biaya produksi tahunan
5. Pajak, dan sebagainya.

Proyeksi aliran kas merupakan perkiraan posisi kas yang bersifat jangka panjang dan bertujuan untuk mengukur kemampuan proyek untuk menghasilkan uang kas untuk membiayai kewajiban proyek. Aliran kas terbagi menjadi dua, yaitu:

1. Aliran Kas Masuk (*Cash Inflow*)

Aliran kas masuk (*Cash Inflows*), terdiri dari:

- a. Pendapatan dari penjualan bahan tambang,
- b. Royalti dari pemerintah, dan
- c. Nilai sisa dari alat (*Salvage Value*).

2. Aliran Kas Keluar (*Cash Out Flow*)

Aliran Kas keluar (*Cash Out Flow*), terdiri dari:

- a. Biaya pra penambangan,
- b. *Capital expenditures* untuk peralatan baru,
- c. Biaya produksi (*operating cost*),
- d. Pajak,
- e. Royalti, dan
- f. Biaya pendukung lainnya.

Pertimbangan tersebut harus dilakukan mengingat perbedaan karakteristik industri pertambangan dengan industri lainnya. Seorang analis investasi harus dapat mengakomodasi perbedaan tersebut sehingga dapat melakukan analisis suatu investasi pertambangan dengan benar. Beberapa perbedaan dalam analisis aliran kas, di antaranya adalah:

1. Mengestimasi pendapatan,
2. Memperkirakan tingkat risiko usaha,

3. Memperkirakan biaya operasi, dan sebagainya.

Aliran kas investasi dapat bernilai positif atau negatif. Aliran kas untuk perusahaan tambang umumnya akan bernilai negatif selama beberapa tahun di awal proyek (masa pra produksi) dan akan bernilai positif pada masa produksi. Akan tetapi besarnya bervariasi tergantung pada jumlah produksi, harga bahan tambang, pasar dan situasi politik atau ekonomi. Sedangkan pada akhir masa produksi, aliran kas cenderung menurun sesuai dengan berkurangnya cadangan dan produksi, bahkan bisa pula negatif karena harus mengeluarkan biaya reklamasi, biaya penutupan tambang atau biaya sosial lainnya.

Model analisis yang digunakan untuk mengkaji kelayakan finansial investasi proyek penambangan bahan galian adalah model aliran kas (*Cash Flow*) selama produksi penambangan dilakukan. Aliran kas tersebut dikelompokkan menjadi aliran kas pada titik awal proyek, selama tahap operasional dan pada tahap akhir proyek. Dari hasil pembuatan cash flow ini, kita dapat menghitung *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate Of Return* (IRR), *Pay back Periode* (PBP) dan analisis sensitivitas.

3.7.1 *Net Present Value* (NPV)

Kriteria nilai sekarang bersih (*net present value*) didasarkan pada konsep mendiskonto seluruh aliran kas (*cash flow*) ke nilai sekarang (*present value*). Dengan mendiskontokan (*discounted*) semua aliran kas masuk (*cash inflow*) dan aliran kas keluar (*cash out flow*) selama umur proyek (*investasi*) ke nilai sekarang, kemudian menghitung nilai sekarang bersih dengan memakai dasar yang sama, yaitu harga saat ini. Dengan demikian dalam kriteria penilaian NPV memperhatikan dua hal sekaligus, yaitu faktor nilai waktu dari uang dan selisih besarnya aliran kas masuk dan kas keluar. Dengan kata lain NPV dapat menunjukkan jumlah (*lumpsum*) dengan arus diskonto (*discounted*) tertentu dan memberikan berapa besar uang pada saat ini.

Pada aliran kas proyek investasi penambang andesit dalam perhitungan NPV yang akan dikaji meliputi seluruh aspek penerimaan kas dan seluruh aspek pengeluaran kas, yang secara matematis dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{NPV} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{net cash flow}_t}{(1+i)^t} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.9})$$

Keterangan :

NPV	= Nilai Sekarang Bersih
net cash flow	= Aliran Kas Masuk Tahun ke-t
n	= Tahun Aliran Kas
i	= Bunga (%)

Dengan menggunakan kriteria penilaian NPV dalam analisis finansial ini akan diperoleh beberapa kelebihan, yaitu :

- Telah memasukkan faktor nilai waktu dari uang.
- Telah mempertimbangkan semua aspek aliran kas proyek.
- Dilakukan perhitungan besaran *absolute* dan *relative*.

3.7.2 Laju Pengembalian Internal (*Internal Rate of Return/ IRR*)

Laju pengembalian internal adalah laju pengembalian yang menghasilkan NPV aliran kas masuk sama dengan NPV aliran kas keluar. Pada metode NPV, analisis dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu besarnya laju pengembalian (*discounted / i*), kemudian dihitung nilai sekarang bersih (NPV) dari aliran kas keluar dan aliran kas masuk. Besarnya IRR atau laju pengembalian (*discounted*) yang dicari adalah yang memberikan kondisi $\text{NPV} = 0$ (nol). Perhitungan secara matematis adalah sebagai berikut :

$$\text{ROR} = i_2 + \left(\frac{\text{PWCostROR} - \text{PWCosti}_2}{\text{PWCosti}_1 - \text{PWCosti}_2} \right) \times (i_1 - i_2) \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.10})$$

Dalam menganalisis investasi dengan IRR ini ditentukan aturan sebagai berikut :

- IRR > (lebih besar) daripada laju pengembalian (i) yang diinginkan (*required rate of return - ROR*), maka proyek investasi diterima.
- IRR < (lebih kecil) daripada laju pengembalian (i) yang diinginkan (*required rate of return - ROR*), maka proyek investasi ditolak.

3.7.3 Pay Back Periode (PBP)

Pay Back Periode menunjukkan berapa lama (dalam berapa tahun) suatu investasi akan bisa kembali. *Pay Back Periode* menunjukkan perbandingan antara *initial investment* dengan aliran kas tahunan, dengan rumus umum sebagai berikut

Rumus periode pengembalian jika arus kas per tahun jumlahnya berbeda, periode pengembalian :

$$PBP = n + \frac{a-b}{c-b} \times 1 \text{ tahun} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.11})$$

Keterangan :

n = Tahun terakhir dimana jumlah arus kas masih belum bisa menutup investasi mula-mula

a = Jumlah investasi mula-mula

b = Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke – n

c = Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke n + 1

Rumus periode pengembalian jika arus kas per tahun jumlahnya sama, periode pengembalian :

$$PBP = \frac{\text{investasi awal}}{\text{ arus kas}} \times 1 \text{ tahun} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 3.12})$$

Usulan proyek investasi :

- Periode pengembalian lebih cepat : layak.

- Periode pengembalian lebih lama: tidak layak.
- Jika usulan proyek investasi lebih dari satu maka periode pengembalian yang lebih cepat yang dipilih.

3.7.4 Analisis Sensitivitas

Teknik yang digunakan untuk menganalisis pengaruh suatu variabel atau parameter terhadap suatu kesimpulan atau keputusan semula adalah analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui akibat dari perubahan parameter-parameter produksi terhadap perubahan kinerja sistem produksi dalam menghasilkan keuntungan. Dengan melakukan analisis sensitivitas akibat yang mungkin terjadi dari perubahan-perubahan tersebut dapat diketahui dan diantisipasi sebelumnya.

Perubahan biaya produksi dapat mempengaruhi tingkat kelayakan. Alasan dilakukannya analisis sensitivitas adalah untuk mengantisipasi adanya perubahan-perubahan berikut:

1. Adanya *Cost overrun*, yaitu kenaikan biaya-biaya seperti biaya konstruksi, biaya bahan baku, produksi, dan sebagainya
2. Penurunan produktivitas
3. Mundurnya jadwal pelaksanaan proyek

Setelah melakukan analisis dapat diketahui seberapa jauh dampak perubahan tersebut terhadap kelayakan proyek pada tingkat mana proyek masih layak dilaksanakan. Analisis sensitivitas dilakukan dengan menghitung *IRR*, *NPV*, dan *payback period* pada beberapa skenario perubahan yang mungkin terjadi.

Dalam analisis sensitivitas akan dikaji sejauh mana perubahan parameter biaya produksi, harga jual produk yang akan berpengaruh terhadap penilaian kelayakan yang akan dilakukan.

Dalam hal ini akan dievaluasi *sensitivitas* atau tidaknya penilaian kelayakan yang sudah diputuskan terhadap perubahan - perubahan pada parameter – parameter tersebut. Oleh sebab itu perkiraan yang tepat terhadap kemungkinan yang terjadi pada kondisi masa depan akan didapatkan suatu arah pengambilan keputusan yang benar untuk kelangsungan rencana penambangan. *Analisis sensitivitas* merupakan suatu analisis untuk dapat melihat pengaruh yang akan terjadi akibat keadaan yang berubah – ubah.

Tujuan dari *analisis sensitivitas* sebagai berikut:

1. Menilai apa yang akan terjadi dengan hasil analisis kelayakan suatu kegiatan investasi atau bisnis apabila terjadi perubahan di dalam perhitungan biaya atau manfaat;
2. Analisis kelayakan suatu usaha ataupun bisnis perhitungan umumnya didasarkan pada proyeksi yang mengandung kemungkinan tentang apa yang akan terjadi di waktu yang akan datang;
3. Analisis pasca kriteria investasi yang digunakan untuk melihat apa yang akan terjadi dengan kondisi ekonomi dan hasil analisis bisnis jika terjadi perubahan atau ketidak tepatan dalam perhitungan.
4. Menilai apa yang terjadi dari perubahan harga jual, *discount rate*, biaya produksi dan kapital pabrik.