

BAB III

LANDASAN TEORI

Dalam bab ini akan dibahas mengenai teori perhitungan yang digunakan dalam penulisan laporan ini.

3.1 Produktifitas Alat

Untuk menghitung produktifitas dari alat-alat pemindah mekanis dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = H \times \frac{3600}{Ct} \times Ek \times FF \times SF \times \rho \quad (3.1)$$

Keterangan :

P = Produktifitas, (m³/jam)

H = Kapasitas *bucket* alat muat atau bak angkut, (m³)

Ct = Waktu Edar alat muat atau alat angkut, (detik)

Ek = Effisiensi kerja alat muat atau alat angkut, (%)

SF = *Sweel Factor*, (%)

FF = Faktor pengisian *bucket* atau bak *truck*, (%)

ρ = *Density* batubara (ton/m³)

Pada dasarnya hampir semua produktifitas alat mekanis dapat dihitung dengan persamaan di atas walaupun mungkin terdapat modifikasi karena sifat sifat pemakaian alat yang spesifik. Apabila diketahui target produksi sebesar T_p , maka jumlah alat yang diperlukan (n) adalah

$$n = \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi}} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana :

n = Jumlah Alat

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, diantaranya adalah sebagai berikut :

3.2.1 Waktu Edar (*cycle time*)

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh suatu alat untuk melakukan satu siklus kegiatan. Setiap alat mempunyai waktu edar yang berbeda-beda.

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 batubara.

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 :

$$\boxed{C_t = A + B + C + D} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :

C_t = Waktu edar alat muat, (detik).

A = Waktu menggali, (detik).

B = Waktu mengayun bermuatan, (detik).

C = Waktu mengarahkan 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 *manuver* 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 *manuver* 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 :

$$C_t = A + B + C + D + E + F \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

C_t = Waktu edar alat angkut, (detik).

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

B = Waktu di muat, (detik).

C = Waktu angkut isi, (detik).

D = Waktu *manuver* untuk *dumping* (detik).

E = Waktu *dumping*, (detik).

F = Waktu kembali kosong, (detik).

3.2.2 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu kerja efektif dengan waktu kerja yang tersedia. Efisiensi kerja dapat ditinjau dari jam kerja produksi dan hambatan-hambatan dari masing-masing alat. Waktu kerja efektif merupakan jumlah waktu yang tersedia dikurangi waktu non

efektif karena adanya hambatan-hambatan yang timbul dalam suatu operasi dari total waktu yang tersedia.

$$E_k = \frac{W_e}{W_t} = \frac{W_p - W_h}{W_p} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

E_k = Efisiensi kerja (%).

W_e = Waktu efektif (menit).

W_t = Waktu yang tersedia (menit).

W_h = Waktu hambatan (menit); baik yang dapat dihindari maupun yang tidak dapat dihindari.

W_p = Waktu Produksi (menit)

3.2.3 Faktor Pengisian (*fill factor*)

Faktor isian merupakan salah satu factor yang mempengaruhi kemampuan alat. Hubungan antara faktor isian mangkuk dengan produksi peralatan mekanis yang dipakai adalah semakin besar faktor isian yang dapat dicapai suatu alat, berarti semakin besar produksi alat tersebut. Demikian sebaliknya, semakin kecil faktor isian 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 :

$$FF = \frac{\text{Volume nyata}}{\text{Volume teoritis}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$

3.2.4 Faktor Pengembangan / Faktor Pemuai (swell factor)

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

Perbandingan anatar 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. Untuk menghitung faktor-faktor di atas digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Swell Factor (SF)} = \frac{V \text{ loose} - V \text{ insitu}}{V \text{ insitu}} \times 100 \%$$

$$\text{Percent Swell (PS)} = \left(\frac{V \text{ loose}}{V \text{ insitu}} - 1 \right) \times 100\%$$

$$\text{Shrinkage factor} = \left(1 - \frac{V \text{ compacted}}{V \text{ insitu}} \right) \times 100\%$$

Jika angka untuk *shrinkage factor* tidak ada, biasanya dianggap sama dengan *percent swell*. Di bawah ini menunjukkan standard nilai faktor pengembangan material (*sweel factor*) dari beberapa material yang ada dalam kondisi *bank*.

Tabel 3.1
Faktor pengembangan material (*sweel factor*)

No	Jenis Material	Sweel Factor (In- bank Correction Factor)
1	Tanah Liat (lempung), Kering	0,85
2	Tanah Liat (Lempung), Basah	0,81
3	Batubara Antrasit	0,74
4	Batubara Bituminus	0,74
5	Lumpur	0,83
6	Lumpur, sudah ditekan (<i>packed</i>)	0,83
7	Tanah biasa, Basah atau kering	0,85
8	Tanah Biasa, Bercampur Pasir dan Kerikil	0,90
9	Pasir basah	0,88
10	Pasir kering	0,89

(Sumber : *Pemindahan Tanah Mekanis, Partanto Prodjosumarto*)

3.2.5 Match Factor

Match Factor (keserasian kerja) yang dimaksud disini adalah bahwa keserasian antara alat muat yang bekerjasama dengan alat angkut. Hal ini berarti alat muat maupun alat angkut tidak pernah menunggu tanpa rencana. Sinkronisasi alat muat dan alat angkut pada kegiatan penambangan dapat diketahui dengan cara menghitung besarnya *Match Factor* (faktor keserasian) alat muat dan alat angkut.

3.3 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 membagi harga alat yang terdepresiasi dengan umur alat ditambah waktu kerja alat selama 1 tahun.,
 - 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 :

$$- \text{ Penanaman Modal Tahunan} = \frac{(1+n) \times 100\%}{2n} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$- \text{ Biaya bunga, Pajak, dsb} = \frac{10\% \times \text{ penanaman modal tahunan} \times \text{ harga alat ditempatkan}}{\text{jam jalan per tahun}} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana :

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 $(HP \text{ alat} \times 0,04 \text{ gal/hp/jam} \times \text{dengan harga bahan bakar tersebut})$.
- b. Ongkos minyak pelumas kebutuhan minyak pelumas dapat dihitng dengan menggunakan rumus $((HP \times 0,6 \times 0,006)/7,4) + (c/t)$
Dimana :
HP = horse power alat
c = kapasitas crankcase
t = lama pergantian oli
- c. Biaya pergantian ban untuk *dump truck*, yaitu harga ban baru di bagi dengan umurnya.
- d. Biaya reparasi ban, misalnya untuk menambal, *vulkanisir* dan lain – lain besarnya sama dengan biaya pergantian ban.
- e. Ongkos reparasi dan pemeliharaan alat yang besarnya 90% dari depresiasi alat.
- 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.

3.4 Nilai Sisa atau *Salvage Value*

Yaitu nilai penjualan aset pada akhir umur depresiasi. 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. Dalam hal ini besarnya nilai sisa adalah sebesar 10% dari harga alat.

3.5 Proyeksi Pendapatan (*revenue*)

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

3.6 Model *Cash Flow*

Model analisis yang digunakan untuk mengkaji kelayakan finansial investasi proyek batubara adalah model aliran kas (*cash flow*) proyek selama produksi penambangan batubara dilakukan. Aliran kas tersebut dikelompokkan menjadi aliran kas pada titik awal proyek, selama tahap operasional dan pada titik akhir proyek. Dalam perhitungan aliran kas ini juga memasukkan faktor perhitungan depresiasi, faktor *eskalasi* dan lain-lain. Dari hasil pembuatan *cash flow* ini kita dapat menghitung nilai *Net Present Value (NPV)* , *IRR (internal rate of return)*, dan *PBP (payback periode)*.

3.6.1 *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 outflow*) 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 batubara dalam perhitungan NPV yang akan dikaji meliputi seluruh aspek penerimaan kas dan seluruh aspek pengeluaran kas, yang secara matematis dirumuskan sebagai berikut :

$$NPV = 1/((1+i)^n) \cdot \text{net cash flow} \dots\dots\dots \text{pers.}(3.9)$$

Dimana :

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*.

3.6.2 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 NPV = 0 (nol). Perhitungan secara matematis adalah sebagai berikut :

$$ROR = i_2 + \left(\frac{PW \text{ Cost } ROR - PW \text{ Cost } i_2}{PW \text{ Cost } i_1 - PW \text{ Cost } i_2} \right) \times (i_1 - i_2) \dots \dots \dots \text{ (Pers. 3.10)}$$

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.

3.6.3 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 :

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

Dimana :

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 :

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

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.