

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Analisis Tempat Kerja

Medan kerja sangat berpengaruh, karena apabila medan kerja buruk akan mengakibatkan peralatan mekanis sulit untuk dapat dioperasikan secara optimal dan tidak memiliki tingkat efisiensi yang tinggi.

1. Kondisi Tempat Kerja

Tempat kerja yang luas akan memperkecil waktu edar alat. Dengan ruang gerak yang cukup luas, berbagai pengambilan posisi dapat dilakukan dengan mudah, seperti untuk berputar, mengambil posisi sebelum di isi muatan atau penumpahan serta untuk kegiatan pemuatan. Dengan demikian alat tidak perlu maju mundur untuk mengambil posisi karena ruang gerak cukup luas, sehingga akan meningkatkan produktivitas kerja alat.

2. Sifat Fisik Material

Sifat material berpengaruh besar terhadap pengoperasian alat-alat mekanis terutama dalam menentukan kapasitas produksinya serta perhitungan volume pekerjaan.

3. Bobot Isi Material

Bobot isi adalah perbandingan antara berat material seluruhnya dengan isi material seluruhnya.

4. Kekerasan Meterial

Material yang keras akan lebih sukar untuk diuraikan, digali atau dikupas oleh alat mekanis. Hal ini akan menurunkan produktivitas alat.

5. Ukuran Material

Bentuk material ini didasarkan pada ukuran butir material yang akan mempengaruhi susunan butir-butir material dalam suatu kesatuan volume atau tempat. Material yang halus dan seragam, kemungkinan besar volumenya akan sama dengan volume ruangan yang ditempati karena rongga udara yang dibentuk

oleh material halus lebih kecil daripada rongga udara yang dibentuk oleh material yang berbutir kasar.

6. Kelengketan Material

Material yang lengket akan berpengaruh pada jumlah pengisian alat angkut, karena sifatnya yang lengket, maka pada baket alat muat menempel dan jumlah material yang dimuati dalam alat angkut jumlahnya lebih sedikit daripada kapasitas baket.

3.2 Geometri Jalan Angkut

Pemilihan alat-alat mekanis untuk transportasi sangat ditentukan oleh keadaan jalan angkut yang dilalui. Fungsi jalan adalah untuk menunjang operasi tambang terutama dalam kegiatan pengangkutan. Dimana kekerasan, kehalusan, kemiringan dan lebar jalan sangat berpengaruh terhadap waktu edarnya. Waktu edar alat angkut akan semakin kecil apabila alat tersebut dioperasikan pada kondisi jalan yang diperkeras, halus dan tanjakan relatif datar, sehingga akan meningkatkan produktivitas kerja alat. Jalan tambang yang dimaksud disini adalah jalan angkut yang menghubungkan lokasi pengupasan tanah penutup dengan lokasi penimbunan material. Ada beberapa geometri yang perlu diperhatikan dan perlu dipenuhi dalam penggunaan jalan angkut, antara lain:

a) Lebar jalan angkut lurus

Lebar jalan angkut minimum yang dipakai sebagai jalur ganda atau lebih menurut *Asaho manual rural high way design* pada jalur lurus:

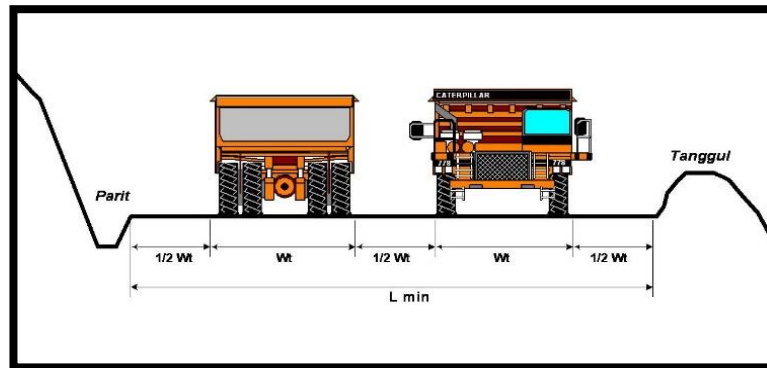
$$L = n \times W_t + (n + 1) \left(\frac{1}{2} \times W_t \right) \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

L = Lebar jalan angkut minimum (meter)

n = Jumlah jalur jalan angkut

Wt = Lebar alat angkut total (m)



Sumber : (Prodjosumarto, 1995)

Gambar 3.1. Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Pada Kondisi Lurus.

b) Lebar jalan angkut pada tikungan atau belokan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar daripada lebar jalan angkut pada jalan lurus. Untuk menghitung minimum lebar jalan angkut pada tikungan dapat menggunakan rumus:

$$W = U (U + Fa + Fb Z) + C \dots\dots\dots(3.2)$$

$$C = Z = \frac{1}{2} X (U + Fa + Fb) \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

W = Lebar jalan angkut pada tikungan

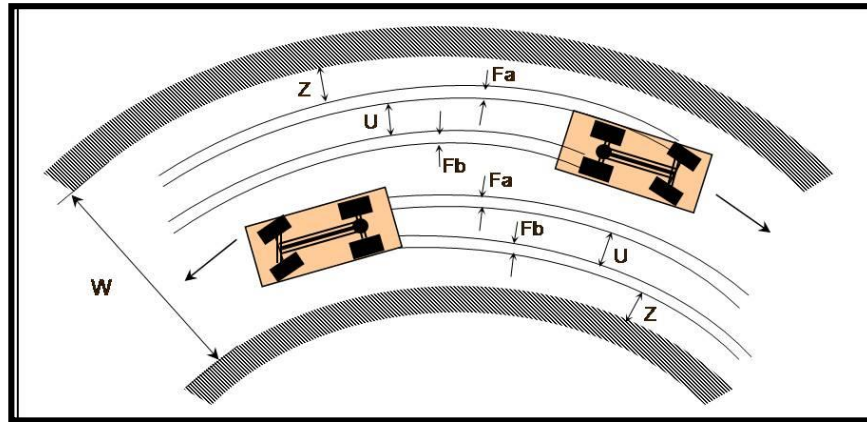
U = Jarak jejak roda

Fa = Juntai depan

Fb = Juntai belakang

C = Total lateral *clearance*/ jarak antara *truck* yang akan bersimpangan (meter).

Z = Lebar bagian tepi jalan

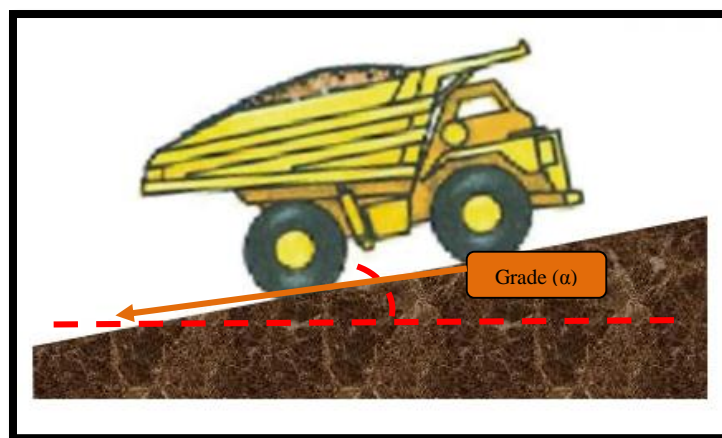


Sumber : (Prodjosumarto, 1995)

Gambar 3.2. Lebar Jalan Angkut Untuk Dua Jalur Pada Tikungan.

c) Kemiringan jalan angkut / *Grade* jalan

Kemiringan atau *grade* jalan angkut merupakan faktor yang berpengaruh terhadap waktu edar dari alat angkut. Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen (%). Secara umum kemiringan jalan maksimum jalan yang dapat dilalui alat angkut besarnya berkisar antara 15% - 10%. Akan tetapi kenyataannya tidak semua alat angkut mampu melewati kemiringan jalan tersebut, untuk jalan naik atau turun pada bukit, lebih aman kemiringan jalan maksimum sebesar 8%. Rata-rata *grade* jalan angkut yang ada di lapangan saat ini adalah 7%. Tiap jarak 50 meter maka penurunan tinggi jalan pada tanjakan yaitu 4 meter.



Sumber : (Prodjosumarto, 1995)

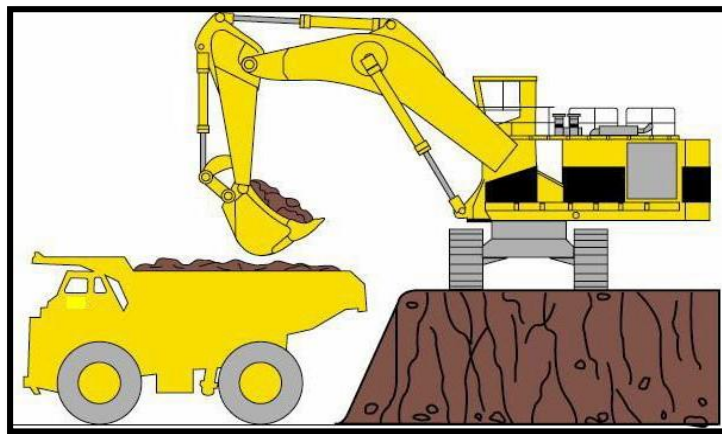
Gambar 3.3. *Grade* jalan.

3.3 Pola Kerja Alat Mekanis

Cara pemuatan material oleh alat muat ke dalam alat angkut ditentukan oleh kedudukan alat muat terhadap material dan alat angkut, apakah kedudukan alat muat tersebut berada lebih tinggi atau kedudukan kedua-duanya sama tinggi.

a. *Top Loading*

Kedudukan alat muat lebih tinggi dari bak truk jungkit (alat muat berada di atas tumpukan material atau berada di atas jenjang). Cara ini hanya dipakai pada alat muat *backhoe*. Selain itu operator lebih leluasa untuk melihat bak dan menempatkan material.

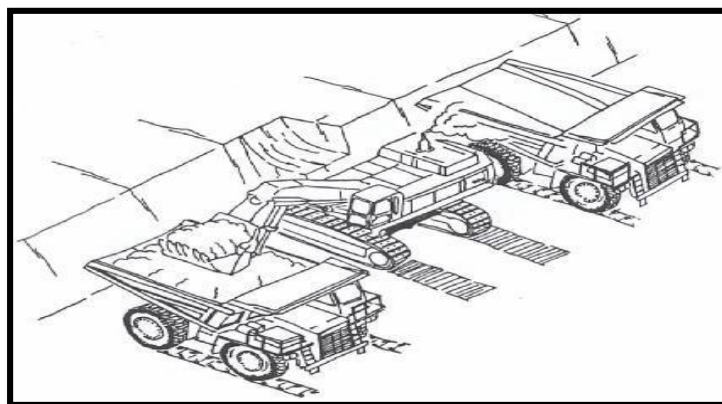


(Sumber : Hustrulid. W.A, 1995)

Gambar 3.4. Pola Muat *Top Loading*

b. *Bottom Loading*

Ketinggian atau letak alat muat dan truk jungkit adalah sama. Cara ini biasanya dipakai pada alat muat *power shovel*.



(Sumber : Hustrulid. W.A, 1995)

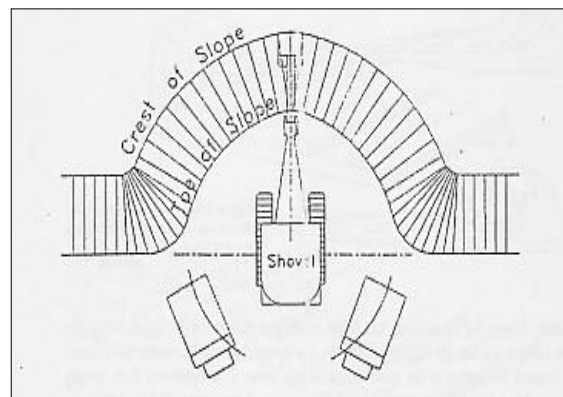
Gambar 3.5. Pola Muat *Bottom Loading*

3.3.1 Posisi Alat Terhadap *Front* Kerja

Berdasarkan dari posisi alat muat terhadap *front* penggalian dan posisi alat angkut terhadap alat muat. Berdasar posisi pemuatan ini dapat dibedakan menjadi tiga cara yaitu:

a. *Frontal Cuts*

Alat muat berhadapan dengan muka jenjang atau *front* penggalian dan mulai menggali ke depan dan samping alat muat. Dalam hal ini digunakan *double spotting* dalam penempatan posisi truk. Alat muat memuat pertama kali pada truk sebelah kanan sampai penuh dan berangkat, setelah itu dilanjutkan pada truk sebelah kiri (Gambar 3.6).

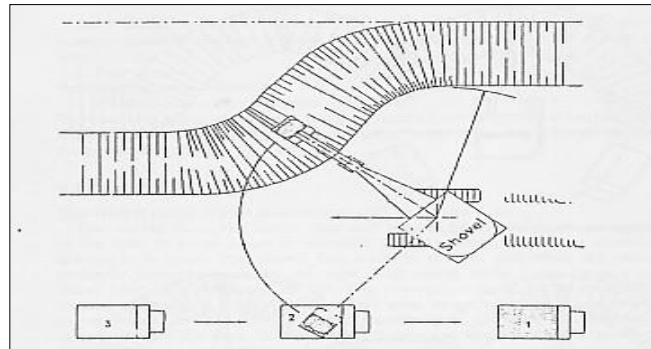


(Sumber : Hustrulid. W.A, 1995)

Gambar 3.6. Pola Pemuatan *Frontal Cuts*

b. *Parallel Cut With Drive-by*

Alat muat bergerak melintang dan sejajar dengan *front* penggalian. Pada metode ini, akses untuk alat angkut harus tersedia dari dua arah dan berdekatan dengan lokasi penimbunan. Memiliki tingkat efisiensi yang tinggi untuk alat muat dan alat angkutnya walaupun sudut putar rata-rata lebih besar dari pada *frontal cut*, tetapi waktu bagi *back hoe* dan *dump truck* lebih kecil daripada *parallel cut with turn and back truck* tidak perlu membelakangi alat muat dan *spotting* lebih mudah. (Gambar 3.7)



(Sumber : Hustrulid. W.A, 1995)

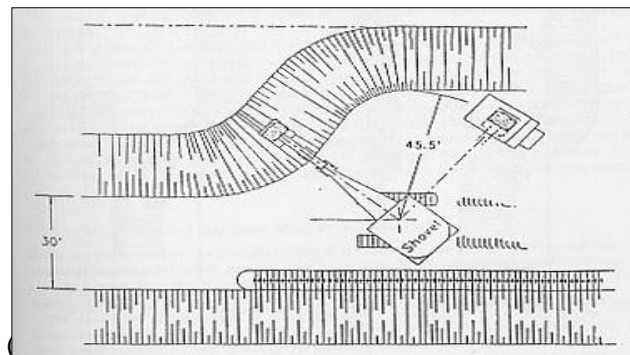
Gambar 3.7. Pola Pemuatan *Paralel Cut With Drive-by*

c. *Parallel Cut With Turn and Back*

Parallel cut with turn and back terdiri dari dua metode, yaitu:

1) *Single Spotting/Single Truck Back Up*

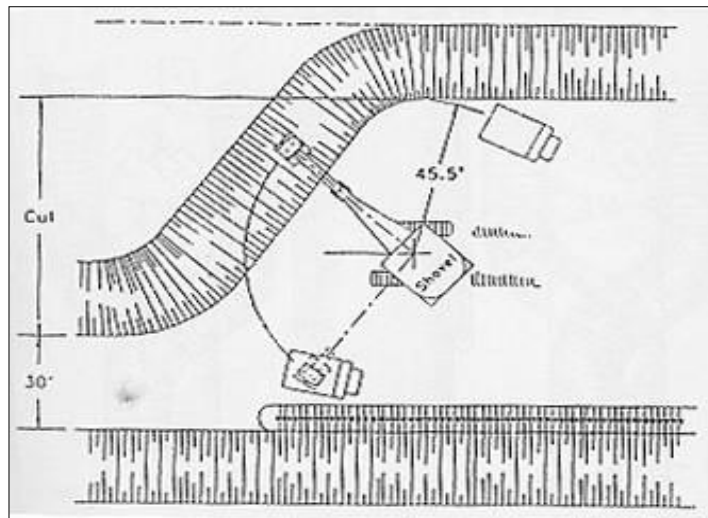
Pada cara ini truk kedua menunggu selagi alat muat mengisi truk pertama, setelah truk pertama berangkat, truk kedua berputar dan mundur, saat truk kedua di isi, truk ketiga datang dan melakukan manuver, dan seterusnya.



Gambar 3.8. *Parallel Cut With The Single Spotting of Trucks*

2) *Double Spotting/Double Truck Back Up*

Pada cara ini truk memutar dan mundur kesalah satu sisi alat muat pada waktu alat muat mengisi truk pertama. Setelah truk pertama berangkat, alat muat mengisi truk kedua. Ketika truk kedua dimuati, truk ketiga datang dan langsung berputar dan mundur kearah alat muat, begitu pula seterusnya. Oleh karena itu tidak ada waktu tunggu untuk alat muat (Gambar 3.9).



(Sumber : Hustrulid. W.A, 1995)

Gambar 3.9. *Parallel Cut With The Double Spotting of Truck*

3.4. Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

Pengembangan material adalah perubahan volume material apabila material tersebut diganggu dari bentuk aslinya. Di alam material didapati dalam keadaan padat sehingga hanya sedikit bagian-bagian yang kosong yang terisi udara di antara butir-butirnya. yaitu faktor pengembangan (*swell factor*) dan persen pengembangan (*percent swell*). Mengenai *swell factor* berbagai karakteristik material dapat dilihat pada (Tabel 3.1).

- a) Berdasarkan densitas (kerapatan): Apabila material tersebut digali dari tempat aslinya, maka akan terjadi pengembangan volume. Pengembangan volume suatu material perlu diketahui karena yang diperhitungkan pada penggalian selalu didasarkan pada kondisi material sebelum digali, yang dinyatakan dalam volume insitu (*bank volume*), sedangkan material yang ditangani (dimuat untuk diangkut) selalu material yang telah mengembang (*loose volume*). Material mempunyai densitas yang berbeda karena dipengaruhi sifat-sifat fisiknya. Untuk menyatakan besarnya pengembangan volume ada dua hal yang bisa dihitung

$$\text{Densitas suatu material} = \frac{\text{berat material}}{\text{volume material}} \dots\dots\dots(3.4)$$

b) Rumus untuk menghitung *swell factor* (SF) dan % *swell* berdasarkan volume:

$$\% \text{ "swell"} = \frac{\text{loose volume} - \text{bank volume}}{\text{bank volume}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

$$SF = \frac{\text{bank volume}}{\text{loose volume}} \dots\dots\dots (3.6)$$

Tabel 3.1 Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

Macam Material	Density (Lb/Cuyd)	Swell Factor
Bauksit	2700 – 4325	0,75
Tanah Liat, Kering	2300	0,85
Tanah Liat, Basah	2800 – 8000	0,82 – 0,80
Antrasit	2200	0,74
Bituminous	1900	0,74
Bijih Tembaga	3800	0,74
Tanah Biasa, Kering	2800	0,85
Tanah Biasa, basah	3370	0,85
Tanah Biasa Bercampur Pasir dan Kerikil	3100	0,90
Kerikil (<i>Gravel</i>), Kering	3250	0,89
Kerikil (<i>Gravel</i>), Basah	3600	0,88
Granit, pecah-pecah	4500	0,67 – 0,56
Hematit, pecah-pecah	6500 – 8700	0,45
Bijih Besi, pecah-pecah	3600 – 5500	0,45
Batu Kapur, pecah-pecah	2500 – 4200	0,60 – 0,57
Lumpur	2160 – 2970	0,83
Lumpur, sudah ditekan	2970 – 3510	0,83
Pasir, kering	2200 – 3250	0,89
Pasir, basah	3300 – 3600	0,88
<i>Shale</i>	3000	0,75

(Sumber : *Prodjosumarto, P., 1995*)

3.5. Faktor Pengisian (*Fill Factor*)

Faktor pengisian (*fill factor*) merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat (munjung/berlebihan) dengan kapasitas mangkuk (*bucket*) alat tersebut yang dinyatakan dalam persen (%). Besarnya faktor pengisian dari suatu *bucket* juga menentukan besarnya volume material yang dapat diangkut oleh alat angkut. Faktor pengisian dari suatu alat muat dipengaruhi oleh kapasitas *bucket*, jenis dan sifat material yang ditangani. Untuk menghitung faktor pengisian dari suatu alat muat dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (PFleider, 1972) :

$$Ff = \frac{V_n}{V_b} \times 100\% \dots\dots\dots(3.7)$$

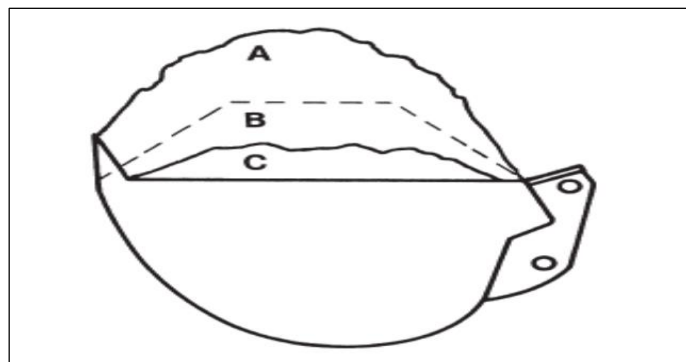
Keterangan:

Ff = Faktor pengisian (%)

Vn = Volume nyata (m³)

Vb = Volume baku (m³)

persamaan sebagai berikut



Sumber: *Caterpillar Performance*
Gambar 3.10 *Bucket Fill Factor*

Tabel 3.2 *Bucket Fill Factor*

Material	Fill Factor Range (%)
<i>Moist Loam or Sandy Clay</i>	A – 100-110%
<i>Sand and Gravel</i>	B – 95-110%
<i>Hard, Tough Clay</i>	C – 80-90%
<i>Rock – Well Blasted</i>	60-75%

Sumber : *Caterpillar Performance Handbook 49.*

3.6. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang tersedia, dinyatakan dalam persen (%). Efisiensi kerja ini akan mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu alat. Klasifikasi dan efisiensi kerja dapat dilihat pada (Tabel 3.2).

Tabel 3.3 Klasifikasi Efisiensi Kerja

Klasifikasi	Efisiensi Kerja
Baik	> 85%
Sedang	65% - 85%
Kurang	< 65%

(Sumber : *Prodjosumarto, P., 1993*)

Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja adalah sebagai berikut:

$$W_e = W_t - (W_{hd} + W_{td}) \dots\dots\dots(3.8)$$

$$E_k = \left(\frac{W_e}{W_t}\right) \times 100\% \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan:

W_e = waktu kerja efektif (menit)

W_t = waktu kerja tersedia (menit)

W_{hd} = waktu hambatan dapat dihindari (menit)

W_{td} = waktu hambatan tidak dapat dihindari (menit)

E_k = efisiensi kerja (%)

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja ialah hambatan yang dapat dihindari dan hambatan yang tidak dapat dihindari.

Tabel 3.4 Hambatan - Hambatan Waktu Kerja Efektif

No	Hambatan Yang Dapat Dihindari	Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari
1	Pemeriksaan peralatan	Curah hujan
2	Pengisian bahan bakar	Kerusakan alat mekanis (<i>break down</i>)
3	Berangkat ke permukaan kerja	Pemanasan mesin alat mekanis
4	Pindah lokasi	<i>Breafiging</i>
5	Istirahat terlalu awal	
6	Pulang terlalu awal	
7	Keperluan operator	
8	Operator dan <i>driver</i> istirahat pada jam kerja	
9	Perawatan tempat kerja	
10	<i>Slippery time</i>	

(Sumber : *Prodjosumarto, P., 1993*)

3.7. Alat Tambang Utama



Sumber : Biagrup.com
Gambar 3.11 Excavator

3.7.1 Backhoe / Excavator

Hydraulic excavator merupakan alat utama dalam metode *conventional mining*. Pada umumnya alat berat *excavator* digerakkan oleh tenaga hidrolis mesin diesel dan berjalan di atas roda rantai khusus yang dilengkapi dengan lengan (*arm*), alat pengeruk (*bucket*) Spesifikasi *Back hoe* dapat dilihat pada gambar 3.10. Biasanya digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan berat berupa penggalian tanah yang tidak bisa dilakukan secara langsung oleh tangan manusia. Adapun fungsi dari *excavator* adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengupasan *land clearing*, *overburden* dan batu andesit
2. Membuat parit dan *sump* untuk penirisan tambang
3. Membantu proses pemuatan material ke alat angkut
4. Membuat *bench* pada *front* kerja

Back hoe adalah alat gali yang cocok untuk penggalian-penggalian di bawah permukaan tanah/kedudukan *excavator*. Gerakan “*bucket*” atau “*dipper*” dari *back hoe* pada saat menggali arahnya adalah kearah badan (*body*) *back hoe* itu sendiri. Berlainan dengan *power shovel* yang ditujukan untuk penggalian-penggalian di atas permukaan tanah, arah penggaliannya juga menjauhi badan (*body*) “*power shovel*”.

Cara kerja *back hoe* ialah dengan menggali materil menggunakan *dipper*, kemudian *boom* diangkat lalu memutar (*swing*) ke arah truk yang menempatkan

pada posisi untuk dimuati dan *dipper* menumpahkan galiannya pada bak truk (*dump to truck*).

3.7.2. *Dump Truck*

Digunakan untuk pengangkutan jarak dekat dan sedang. Karena kecepatannya yang tinggi (kondisi jalan bagus), maka *dump truck* memiliki kapasitas tinggi sehingga ongkos angkut per ton material rendah. Selain itu *dump truck* bersifat fleksibel artinya dapat dipakai untuk mengangkut bermacam-macam barang dengan berat yang muatan yang berubah-ubah.

Jenis alat ini dapat dibedakan menjadi:

1. *Heavy Dump Truck*, jenis ini memiliki bagian kabin yang bersatu dengan bagian *vessel*-nya, sehingga pergerakannya tidak fleksibel.
2. *Dump Truck*, tipe dari alat ini memiliki kapasitas bak yang lebih kecil dari tipe *heavy dump truck*

Adapun fungsi dari alat angkut yaitu:

1. Mengangkut hasil material dari alat gali-muat
2. Memindahkan material dari *front* gali ke area *dumping*



Sumber: *Ogindonesia.Com*, (2015)

Gambar 3.12. Spesifikasi *Dump Truck*

Keterangan gambar :

1. = *Chasis*, meliputi kerangka (*frame*), *bumper*, pegas - pegas serta roda dan ban.
2. = *Cabin*, untuk tempat sopir/operator.

3. = *Body* (badan), yang terdiri dari bak muatan dengan sistem pengangkatannya (biasanya hidrolis).
4. = *Power train*, terdiri dari mesin truk, *clutch* (kopling), transmisi, sumbu penggerak dan *differential*.

3.8. Waktu Edar

Waktu edar (*cycle time*) merupakan waktu yang diperlukan oleh alat untuk menghasilkan daur kerja. Semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produksinya semakin tinggi.

3.8.1 Waktu Edar Alat Gali Muat

Merupakan total waktu pada alat gali muat, yang dimulai dari pengisian *bucket* sampai dengan menumpahkan muatan ke dalam alat angkut dan kembali kosong.

Rumus :

$$CT_m = \frac{T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4}}{60} \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan:

CT_m = Waktu edar *excavator* (menit)

T_{m1} = Waktu menggali material (detik)

T_{m2} = Waktu berputar/*swing* dengan *bucket* terisi muatan (detik)

T_{m3} = Waktu menumpahkan muatan (detik)

T_{m4} = Waktu berputar/*swing* dengan *bucket* kosong (detik)

3.8.2. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut (*dump truck*) pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu mengatur posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu *dumping*, dan waktu kembali kosong.

Rumus:

$$CT_a = \frac{T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6}}{60} \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan :

CT_a = Waktu edar alat angkut (menit)

T_{a1} = Waktu mengambil posisi untuk siap dimuati (detik)

- Ta2 = Waktu diisi muatan (detik)
- Ta3 = Waktu mengangkut muatan (detik)
- Ta4 = Waktu mengambil posisi untuk penumpahan (detik)
- Ta5 = Waktu muatan ditumpahkan/*dumping* (detik)
- Ta6 = Waktu kembali kosong (detik)

3.9. Ketersediaan alat

Ketersediaan alat (*Equipment availability*) merupakan faktor yang sangat penting dalam melakukan penjadwalan suatu alat. Secara umum ada 4 cara untuk menghitung *equipment availability*, yaitu:

1. Mechanical Availability (MA)

Mechanical availability ialah faktor *availability* yang menunjukkan kesiapan (*available*) suatu alat dari waktu yang hilang dikarenakan kerusakan atau gangguan alat (*mechanical reason*). Persamaan untuk *mechanical availability*:

$$MA (\%) = \frac{W}{W + R} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.12)$$

2. Physical Availability (PA)

Physical availability ialah faktor *availability* yang menunjukkan berapa waktu suatu alat dipakai selama jam total kerjanya (*scheduled hours*). *Physical availability* penting untuk menyatakan kerja *mechanical* alat dan juga sebagai petunjuk efisiensi mesin dalam program penjadwalan. Persamaan untuk *physical availability*:

$$PA (\%) = \frac{W + S}{T} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.13)$$

3. Used Of Availability (UA)

Used Of Availability digunakan untuk mengetahui suatu pekerjaan (*operation*) berjalan dengan efisien atau tidak, dan untuk mengetahui pengelolaan alat (*tools of management*) berjalan dengan baik atau tidak. Persamaan untuk *used Of availability*:

$$UA (\%) = \frac{W}{W + S} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.14)$$

4. *Effective Utilization (EU)*

Effective utilization / kondisi penggunaan efektif menggambarkan kondisi sebenarnya yang dilakukan operator dan truk untuk beroperasi produksi dengan seluruh waktu yang tersedia. Persamaan untuk *effective availability*:

$$EA (\%) = \frac{W}{T} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.15)$$

3.10. Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut

3.10.1. Alat Gali Muat *Excavator*

$$Pa = \left(\frac{3600}{CTa} \right) \times Nt \times Kb \times Ff \times SF \times MA \times Fk \times D \dots\dots\dots(3.16)$$

- Keterangan : Pa = Produksi alat gali muat (*ton/jam*)
Nt = jumlah alat muat
CTa = *Cycle Time* (detik)
KB = Kapasitas *Bucket* (m^3)
FF = *Fill Factor* (%)
Fk = Faktor koreksi (misal: Efisiensi kerja)
F_{k(SF)} = Faktor konversi (misal: *Swell factor*)
D = Densitas material (ton/m^3)
MA = *Mechanical Availability* (%)

3.10.2. Alat Angkut *Dump Truck*

Rumus untuk menghitung produktifitas *dump truck* :

$$Pb = Na \times \frac{60}{cta} \times (Kb \times Ff \times n) \times EU \times MA \times Fk \times D \dots\dots\dots(3.17)$$

- Keterangan :
- Pb = Kemampuan produktivitas alat angkut (m^3/jam)
Na = Jumlah alat angkut (unit)
Ctm = *Cycle Time* alat angkut (detik)
Kb = Kapasitas *Bucket* (m^3)
Ff = *fill factor* (%)
Fk = Faktor koreksi (misal: Efisiensi kerja)
n = Jumlah muatan *bucket* per *truck*

- EU = *Effective Utilization* (%)
- MA = *Mechanical Availability* (%)
- D = Densitas material (ton/m³)

3.11. Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Kombinasi alat gali muat dan alat angkut dalam ilmu Pindahkan Tanah Mekanis (PTM) dikenal dengan istilah nama *Match factor* atau Faktor Keserasian. Apabila kombinasi alat gali muat dan alat angkut tidak seimbang maka biaya yang dikeluarkan untuk pengupasan material lebih tinggi dibandingkan jika kombinasinya seimbang.

$$\text{Produksi alat gali muat} = \frac{nL \times kL}{cL} \dots\dots\dots (3.18)$$

$$\text{Produksi alat angkut} = \frac{nT \times kT}{cT} \dots\dots\dots (3.19)$$

Dengan penjabaran $1 = \frac{\text{Prod. alat angkut}}{\text{Prod. alat muat}}$, karena dibuat "1" sebagai *Match*.

$$\text{Match} = \frac{nT \times kT \times cL}{nL \times kL \times cT} \dots\dots\dots (3.20)$$

$$\text{Jika, CL} = \frac{kT \times cL}{kL} \dots\dots\dots (3.21)$$

Maka, *Match Factor*-nya:

$$MF = \frac{nT \times CT}{nL \times cT} \dots\dots\dots (3.22)$$

Keterangan :

- nL = Jumlah alat muat.
- kL = Kapasitas baket.
- cL = Waktu edar satu kali *swing*.
- nT = Jumlah truk.
- kT = Kapasitas bak truk.
- cT = Waktu edar truk.
- CL = waktu edar alat muat mengisi 1 (satu) bak truk.

Contoh permasalahan untuk pembuatan grafik *match factor* dan faktor kerja, dapat dilihat pada tabel 3.4 dan gambar 3.12

Tabel 3.5 Contoh Tabel *Match Factor* dan Faktor Kerja

A	B	C	D	E	F
1	2,8	6,0	0,318	100,0	31,8
2	5,6	3,2	0,363	100,0	63,6
3	8,4	0,4	0,955	100,0	95,5
4	11,2	-2,4	1,270	78,7	100,0
5	14,0	-5,2	1,590	62,9	100,0
6	16,8	-8,0	1,990	50,2	100,0
7	22,4	-13,6	2,550	39,2	100,0

(Sumber : Indonesianto, Y., 2000)

Keterangan :

A = Jumlah *truck*

B = Waktu muat n *truck* (menit)

C = Waktu tunggu *truck* atau *back hoe* (menit)

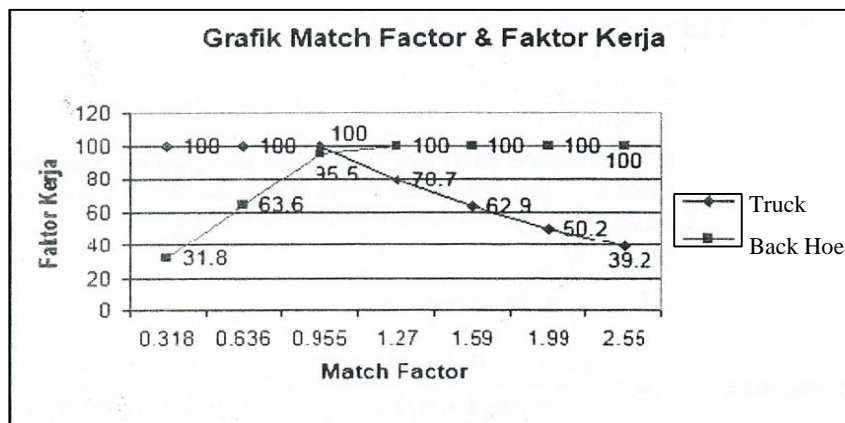
Tanda (+) artinya *back hoe* menunggu

Tanda (-) artinya *truck* yang menunggu

D = *Match Factor*

E = Faktor kerja *truck* = $\frac{\text{minimum round trip cycle truck}}{\text{waktu untuk mengisi seluruh truck}} \times 100\%$

F = Faktor kerja *back hoe* = $\frac{\text{waktu mengisi seluruh truck}}{\text{waktu minimum round trip cycle truck}} \times 100\%$



Gambar 3.13 Grafik *Match Factor* dan Faktor Kerja