

BAB II DASAR TEORI

2.1 Unjuk kerja alat

Unjuk kerja peralatan adalah penilain terhadap kinerja suatu alat untuk melihat seberapa produktif sebuah peralatan itu bekerja dari waktu yang disediakan. Menurut Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1827 Tahun 2018, Lampiran II Pedoman pengelolaan Teknis Pertambanagn. Pada halaman 116 tentang Peralatan Tambang dikatakan ada lima parameter ujuk kerja peralatan meliputi:

2.1.1 Ketersediaan Fisik atau *Physical of Availability* (PA)

Ketersediaan fisik atau *physical availability* (PA) adalah persentase waktu ketersediaan yang dihitung berdasarkan perbandingan antara waktu kerja ditambah waktu tidak beroperasi/tunggu dibagi dengan waktu kerja ditambah waktu tidak beroperasi/tunggu dan waktu perbaikan.

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

PA = Ketersediaan fisik (%).

W = Jumlah jam kerja alat (jam).

R = Jumlah jam untuk perbaikan (jam).

S = Jumlah jam alat tidak digunakan (jam).

2.1.2 Ketersediaan Mekanis atau *Mechanical of Availability* (MA)

Ketersediaan mekanik atau *Mechanical availability* (MA) adalah persentase waktu ketersediaan yang dihitung berdasarkan perbandingan antara waktu kerja dibagi waktu kerja ditambah waktu perbaikan.

$$MA = \frac{W}{W + R} 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

MA = Ketersediaan mekanis (%).

W = Jumlah jam kerja alat (jam).

R = Jumlah jam untuk perbaikan (jam).

2.1.3 Ketersediaan Penggunaan atau *utilization of Availability* (UA)

Utilization of availability (UA) adalah persentase waktu ketersediaan yang dihitung berdasarkan perbandingan antara waktu kerja dibagi waktu kerja ditambah waktu tidak operasi/tunggu.

$$UA = \frac{W}{W + S} 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

UA = Ketersediaan penggunaan (%).

W = Jumlah jam kerja alat (jam).

S = Jumlah jam alat tidak digunakan (jam)

2.1.4 Penggunaan Efektif atau *Efective of Utilization* (EU)

Effective utilization (EU) adalah persentase efektifitas penggunaan alat yang dihitung berdasarkan perbandingan antara waktu kerja dibagi waktu kerja ditambah waktu tidak operasi/tunggu dan waktu perbaikan.

$$EU = \frac{W}{W + R + S} 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

EU = Penggunaan efektif (%).

W = Jumlah jam kerja alat (jam).

R = Jumlah jam untuk perbaikan (jam).

S = Jumlah jam alat tidak digunakan (jam).

2.1.5 Pencapaian Produktivitas

Pencapaian produktivitas adalah aktual produksi per satuan waktu dibagi target produksi per satuan waktu dikali seratus persen.

$$PP = \frac{\text{Produktivitas Aktual}}{\text{Target Produktivitas}} 100\%$$

.....(2.5)

2.2 Produktivitas Alat

2.1.1 Alat-alat mekanis yang digunakan

Dalam kegiatan penambangan, untuk memindahkan material tambang kesuatu tempat maka, dibutuhkan alat-alat bantu mekanis untuk membantu memindahkan material hasil tambang tersebut. Alat yang digunakan dalam kegiatan penambangan terbuka biasa berupa alat mekanis seperti *excavator*, *dragline*, *power shovel* dan *bucket wheel excavator* (BWE) sebagai alat penggalian. *Dump Truck* dan *belt conveyor* sebagai alat angkut dan *bulldozer*, *motor greder*, *compactor* sebagai alat support.

Dalam kegiatan produksi untuk memindahkan material hasil tambang umumnya alat yang biasa digunakan adalah kombinasi alat yaitu alat gali-muat dan alat angkut. Menurut Rochmanhadi (1982), *Excavator* dapat digunakan pada aktivitas penggalian dan pemuatan sedangkan alat yang digunakan untuk pengangkutan dapat menggunakan *Dump Truck*.

1. Alat Gali Muat

Alat gali muat merupakan alat dengan kombinasi kemampuan menggali dan memuat, Beberapa alat mekanis digunakan untuk menggali tanah dan batuan. Yang termasuk dalam kategori ini adalah *power shovel*, *backhoe*, *dragline* dan *clamshell*.

Alat gali ini mempunyai bagian-bagan utama, antara lain:

- 1) Bagian atas yang dapat berputar (*revolving unit*)
- 2) Bagian bawah untuk berpindah tempat (*travelling unit*)
- 3) Bagian-bagian tambahan (*attachment*) yang dapat diganti sesuai pekerjaan yang akan dilaksanakan.

Adapun siklus kerja dari *excavator* adalah sebagai berikut:

- 1) Mengisi bucket (*loading bucket*)
- 2) Mengayun isi (*swing loaded*)
- 3) Menumpahkan beban (*unloading*)

4) Mengayun kosong (*swing empty*).

2. Alat angkut

Alat angkut adalah alat yang digunakan untuk membantu proses pemindahkan material hasil penambangan ke baik ke disposal, area pengolahan ataupun ke stockpile. *Dump Truck* merupakan alat angkut yang sering digunakan untuk tambang terbuka.

Waktu siklus *Dump Truck* tergantung dari enam gerakan dasar, yaitu:

- 1) Pengisian bak *Dump Truck* (*loading*).
- 2) Pengangkutan material (*hauling*).
- 3) Penumpahan muatan (*dumping*).
- 4) Kembali kosong (*return empty*).
- 5) Manuver kosong (*spot empty*).

2.1.2 Produktivitas alat Gali Muat dan Angkut

Kemampuan kerja alat gali-muat dan alat angkut sangat mempengaruhi terhadap target produksi yang telah ditargetkan oleh perusahaan. Oleh karenanya dilakukan pemilihan pola gali muat untuk mengoptimalkan kinerja dari alat muat tersebut. Besarnya produksi dari alat muat dan alat angkut didapat dengan mengalikan kapasitas mangkuk (*bucket*), jumlah *trip* per jam dan faktor koreksi. Faktor koreksi terdiri dari faktor pengisian (*fill factor*), factor pengembang (*swell factor*) dan juga efisiensi kerja.

Menurut Indonesianto (2005), Secara umum perhitungan untuk memperkirakan produksi alat mekanis dapat dirumuskan sebagai berikut.

1) Produktivitas alat gali muat

Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$Q = \frac{3600}{CTm} \times Kb \times bF \times Sf \times Eff \dots\dots\dots(6)$$

(sumber Indonesianto 2005)

Keterangan :

KB = Kapasitas Bucket (bcm/jam).

bF = *Bucket factor*.

Ctm = *Cycle Time alat gali muat*.

Sf = *swell factor*.

Eff = efisiensi kerja.

2) Produktivitas alat angkut

Produktivitas alat angkut, produktivitas alat angkut sangat dipengaruhi jumlah curah bucket alat gali-muat terhadap alat angkut. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$Q = \frac{60}{CTa} \times Kv \times Sf \times Eff \dots\dots\dots(2.7)$$

(sumber Indonesianto 2005)

Keterangan :

CTa = *Cycle Time alat angkut*

Kv = Kapasitas Vessel (n. Kb. Bf)

n = jumlah umpan

Kb = kapasitas bucket

Bf = bucket factor

Sf = *swell factor*

Eff = efisiensi kerja

2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat Menurut Indonesianto (2007), produksi alat gali-muat dan alat angkut dapat dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam penggunaannya dilapangan dan dipengaruhi beberapa faktor sebagai berikut:

2.3.1 Pola pemuatan

Pola pemuatan yang digunakan tergantung pada kondisi lapangan operasi pengupasan serta alat mekanis yang digunakan dengan asumsi bahwa setiap alat angkut yang datang, mangkuk (*bucket*) alat gali muat sudah terisi penuh dan siap ditumpahkan. Setelah alat angkut terisi penuh segera keluar dan dilanjutkan dengan alat angkut lainnya sehingga tidak terjadi waktu tunggu pada alat angkut maupun alat gali-muatnya. Menurut Indonesianto (2007), untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan target produksi, maka pola pemuatan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi waktu edar alat.

Cara pemuatan dilihat dari alat muat terhadap *front* penggalian dan posisi alat angkut terhadap alat muat, dapat dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu: *Frontal Cut* dan *Pararel Cut With Turn Drive-by* (Yanto Indonesianto:2005).

1) *Frontal cut*

Excavator berhadapan dengan muka jenjang atau *front* penggalian. Pada pola ini *excavator* memuat pertama pada *Dump Truck* sebelah kanan sampai penuh dan berangkat, setelah itu dilanjutkan pada *Dump Truck* sebelah kiri.

2) *Paralel cut with Drive-by*

Excavator bergerak melintang dan sejajar dengan *front* penggalian. Pola ini ditetapkan apabila lokasi pemuatan memiliki dua akses dan berdekatan dengan lokasi penimbunan. Sudut putar rata-rata lebih besar daripada sudut *frontal cut*, tetapi waktu tunggu bagi *excavator* dan *Dump Truck* lebih kecil daripada *parallel cut with turn and back*.

3) *Parallel cut with turn and back*

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

- a. *Single stopping*, *Dump Truck* kedua menunggu selagi *excavator* memuat ke *Dump Truck* pertama. Setelah *Dump Truck* pertama berangkat, *Dump Truck* kedua berputar dan mundur. Saat *Dump Truck* kedua diisi, *Dump Truck* ketiga datang dan menunggu untuk manuver dan seterusnya.
- b. *Double stopping*, *dump truck* memutar dan mundur ke salah satu sisi *excavator* selagi *excavator* memuat *Dump Truck* pertama. Begitu *Dump*

Truck pertama berangkat, *excavator* mengisi *Dump Truck* kedua. Ketika *Dump Truck* kedua diisi *Dump Truck* ketiga datang dan seterusnya.

Pola peD*ump Truck*muatan dapat dilihat dari beberapa keadaan yang ditunjukkan alat gali-muat dan alat angkut, yaitu:

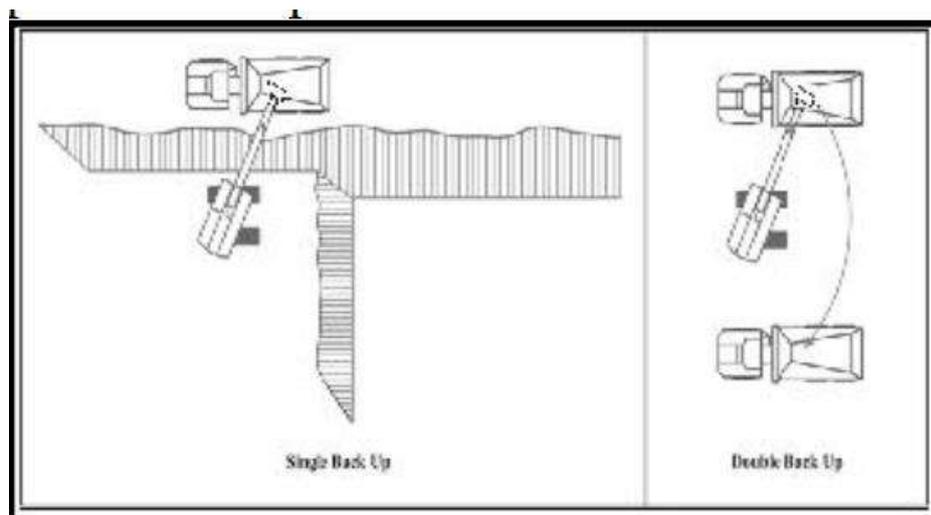
- Pola pemuatan berdasarkan jumlah penempatan posisi alat angkut untuk dimuati terhadap posisi alat gali muat.

1) *Single Back Up*

Yaitu alat angkut memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat sedangkan alat angkut berikutnya menunggu alat angkut pertama dimuati sampai penuh, setelah alat angkut pertama berangkat maka alat angkut kedua memposisikan diri untuk dimuati sedangkan truk ketiga menunggu, dan begitu seterusnya.

2) *Double back up*

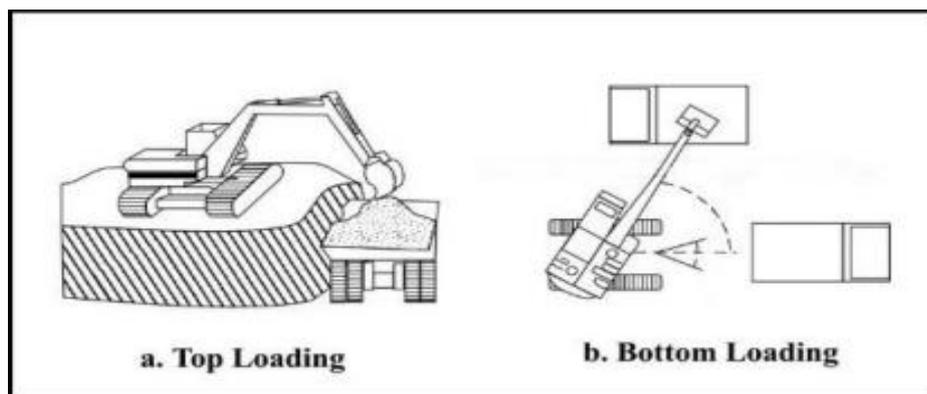
Yaitu alat angkut memposisikan diri untuk dimuati pada dua tempat, kemudian alat gali muat mengisi salah satu alat angkut sampai penuh setelah itu mengisi alat angkut kedua yang sudah memposisikan diri di sisi lain sementara alat angkut kedua diisi, alat angkut ketiga memposisikan diri di tempat yang sama dengan alat angkut pertama dan seterusnya.



Sumber: PTM indonesianto 2005

Gambar 2.1 Pola Pengangkutan Terhadap Penempatan *Dump Truck*

- Pola pemuatan yang didasarkan pada keadaan alat gali muat yang berada di atas atau di bawah jenjang. Posisi 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. Posisi pemuatan dibagi menjadi 2 (dua), yaitu *Top Loading* dan *Bottom Loading* (Yanto Indonesianto, 2005).
 - a) *Top Loading*, yaitu alat gali muat melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya di atas jenjang atau alat angkut berada di bawah alat gali muat.
 - b) *Bottom Loading*, yaitu alat gali muat melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya di jenjang yang sama dengan posisi alat angkut.



Gambar 2.2 Pola Pengangkutan *Top Loading* dan *Bottom Loading*

2.3.2 Faktor Pengisi (*Fill Factor*)

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas baku alat tersebut yang dinyatakan dalam persen (%). Faktor pengisian mangkuk biasanya disebut sebagai *bucket fill factor*. Faktor pengisian merupakan perbandingan dari kapasitas aktual pada alat muat dengan kapasitas teoritis alat muat yang dinyatakan dalam bentuk persen. Pada tabel *fill factor* (Tabel 2.3) kita bisa melihat presentase akibat daya lekat material. Semakin besar nilai faktor pengisian maka semakin besar pula kemampuan aktual dari alat muat tersebut. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung *bucket fill factor*

(Pfleider, 1972). Rumus untuk menghitung faktor pengisian adalah sebagai berikut :

$$Ff = \frac{Vn}{Vb} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

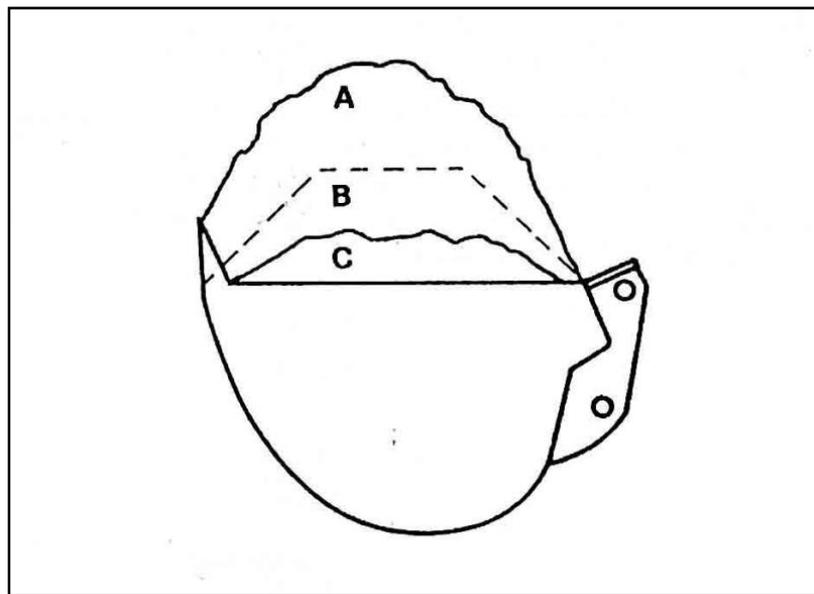
(sumber: *Pfleider, 1972*)

Keterangan:

Ff = Faktor pengisian, (%)

Vn = Volume nyata, (m³).

Vb = Volume baku, (m³).



Gambar 2. 3 Ilustrasi Pengisian Baket

Tabel 2.1 *Fill Factor*

| Material | Fill factor | |
|--------------------------|---------------------|--|
| | % X Bucket Capacity | |
| Moist Loam or Sandy Clay | 100-110 | |
| Sand and Gravel | 95-100 | |
| Uniform diameter < 3mm | 95-100 | |

| | | |
|---------------------|-------|--|
| 3 << 9mm | 85-90 | |
| 12 << 20mm | 90-95 | |
| > 24mm | 85-90 | |
| Hard/ Tough clay | 80-90 | |
| Rock - well Blasted | 60-75 | |
| -Poorly Blasted | 40-50 | |

Sumber: PTM Ir. prijasambada

2.3.3 Faktor pengembangan (*Swell factor*)

Swell adalah pengembangan volume material setelah digali dari tempat aslinya (*insitu*). Faktor pengembangan material atau *swell factor* perlu diketahui karena pada perhitungan dalam kegiatan penggalian selalu berdasarkan pada kondisi material sebelum dilakukannya penggalian yang dinyatakan dalam volume *insitu* (*bank volume*). Sedangkan material yang ditangani pada kegiatan pemuatan dan pengangkutan adalah material pada kondisi lepas (*loose volume*).

1. Keadaan asli (*bank, insitu*) Keadaan asli merupakan keadaan material yang masih asli alami, belum mengalami gangguan teknologi (lalu lintas peralatan, digali, dipindahkan, diangkut atau dipindahkan). Butiran-butiran material masih terkonsolidasi dengan baik. Satuan volume material dalam kondisi asli tersebut meter kubik dalam keadaan asli (*bank cubic meter atau BCM*).
2. Keadaan gembur (*loose*) Material yang telah tergali dari tempat aslinya, akan mengalami perubahan volume, yaitu pengembangan. Pengembangan ini dikarenakan adanya penambahan rongga udara pada butiran-butiran material. Volumennya lebih besar tetapi beratnya tetap. Satuan volume material dalam keadaan gembur umumnya disebut meter kubik gembur (*loose cubic meter atau LCM*).
3. Keadaan padat (*compacted*) Keadaan padat ini dialami pada saat material mengalami proses pemadatan, dimana volumenya akan menyusut karena adanya perubahan volume. Perubahan volume ini dikarenakan adanya pengurangan rongga udara (*void*) diantara butiran-butiran material. Volume akan menjadi lebih kecil, sedangkan beratnya tetap. Satuan volume material

dalam keadaan padat disebut meter kubik padat (*compacted cubic meter* atau CCM).

Berikut nilai dari *swell factor* pada setiap klasifikasi material berbeda berdasarkan dari jenis material nya. Berikut merupakan rumus menghitung *swell factor* dan % *swell* ada dua, yaitu (Indonesianto, 2005):

| Class of Earth | Precent Swell (%) |
|----------------------|-------------------|
| Clean sand or gravel | 5 – 15 |
| Top soil | 10 – 25 |
| Loamy soil | 10 – 35 |
| Common earth | 20 – 45 |
| Clay | 30 – 60 |
| Solid rock | 50 – 80 |

Sumber: buku PTM indonesianto (2005)

$$SF = \frac{\text{Loose weight}}{\text{Weight in bank}} \dots\dots\dots(2.9)$$

(sumber Indonesianto 2005)

$$\% \text{ swell} = \frac{\text{Weight in bank} - \text{Loose weight}}{\text{Loose weight}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

(sumber Indonesianto 2005)

Tabel 2.2 Swell factor

| Material | Lb/BCY | Swell (%) | Lb/LCY | SF (%) |
|------------------------------|--------|-----------|--------|--------|
| Bauksit | 3200 | 33 | 2400 | 75 |
| Caliche | 3800 | 82 | 2100 | 55 |
| Cinder | 1450 | 52 | 950 | 66 |
| Karnosit, Bijih Unggulan | 3700 | 35 | 2750 | 74 |
| Lempung, tanah liat asli | 3400 | 22 | 2800 | 82 |
| Lempung, kering untuk digali | 3100 | 23 | 2500 | 81 |
| Lempung, basah untuk digali | 3500 | 25 | 2800 | 80 |
| Lempung & Kerikil : kering | 2800 | 41 | 2000 | 71 |
| Lempung & Kerikil : basah | 3100 | 11 | 2800 | 80 |
| Batu Bara: antrasit muda | 2700 | 35 | 2000 | 74 |

| | | | | |
|--------------------------|------|----|------|----|
| Tercuci | 2500 | 35 | 1850 | 74 |
| Batuan muda | 2150 | 35 | 1600 | 74 |
| tercuci | 1900 | 35 | 1400 | 74 |
| Batuan lapukan | - | - | - | - |
| 75% batu 25% tanah biasa | 4700 | 43 | 3300 | 70 |
| 50% batu 50% tanah biasa | 3850 | 33 | 2900 | 75 |
| 25% batu 75% tanah biasa | 3300 | 25 | 2650 | 80 |
| Tanah-Kering padat | 3200 | 25 | 2550 | 80 |
| Basah | 3400 | 27 | 2700 | 79 |
| Lanau (loam) | 2600 | 23 | 2100 | 81 |
| Batu granit-Pecah | 4600 | 64 | 2800 | 61 |
| Kerikil, siap pakai | 3650 | 12 | 3250 | 89 |
| Kering | 2850 | | | 89 |
| Kering ¼ - 2 (6 – 51 mm) | 3200 | | | 89 |
| Basah ¼ - 2 (6 – 51 mm) | 3800 | | | 89 |
| Pasir & Tanah liat-Lepas | 3400 | | | 79 |
| Padat | - | - | 4050 | - |

(PTM Andi Tenrisukki Tenriajeng tahun 2003)

2.3.4 Efisiensi kerja

Waktu kerja efektif adalah waktu kerja yang digunakan untuk melakukan kerja atau waktu kerja yang tersedia yang sudah dikurangi dengan waktu hambatan kerja. Sedangkan waktu kerja tersedia adalah waktu yang diberikan dalam shift kerja secara keseluruhan tanpa memperhitungkan hambatan yang terjadi. Hambatan yang terjadi dibedakan menjadi 2 yaitu, hambatan yang dapat dihindari dan hambatan yang tidak dapat dihindari. Adanya hambatan yang terjadi selama jam kerja akan mengakibatkan waktu kerja efektif semakin kecil.

Jadi efisiensi kerja menunjukan seberapa besar alat itu bekerja secara efektif selama alat itu beroperasi atau waktu kerja efektif alat dari waktu yang disediakan. Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan yang merupakan perbandingan antara waktu yang digunakan untuk bekerja dengan waktu kerja yang tersedia.

Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja yaitu (Prodjosumarto, P. 1993).

Efisiensi kerja sendiri memiliki rumus sebagai berikut :

$$\boxed{We = Wt - Wd} \dots\dots\dots(2.11)$$

(Sumber Prodjosumarto,P. 1993)

$$\text{Eff} = \frac{W_e}{W_t} \times 100\% \dots\dots\dots(2.12)$$

(sumber Prodjosumarto,P. 1993)

Keterangan:

We = Waktu kerja efektif, (menit).

Wt = Waktu yang tersedia, (menit).

Wd = Waktu *delay* (menit).

Eff = Efisiensi Kerja.

Berikut merupakan nilai presentasi efisiensi kerja diaman semakin besar nilai efisiensi kerja makan suatu pekerjaan itu dinilai semakin baik (Tabel 2.3).

Tabel 2. 3 Efisiensi Kerja

| <i>Operating Conditions</i> | <i>Job Efficiency</i> |
|-----------------------------|-----------------------|
| <i>Good</i> | 0.83 |
| <i>Average</i> | 0.75 |
| <i>Rather Poor</i> | 0.67 |
| <i>Poor</i> | 0.58 |

(Sumber : Handbook Komatsu Edition 30, 2009)

2.3.5 Waktu edar

Waktu edar (*cycle time*) adalah jumlah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis baik alat muat maupun alat angkut untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi. Besarnya waktu edar dari alat-alat mekanis akan berbeda antara material yang satu dengan yang lainnya, hal ini tergantung dari jenis alat dan jenis serta sifat dari material yang ditangani.

Waktu edar (*cycle time*) 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 manuver dan menunggu, waktu pengosongan muatan, waktu membelok dan mengganti gigi dan percepatan,

sedangkan waktu variable adalah waktu mengangkut muatan dan kembali kosong.

1) Waktu Edar Alat Gali Muat

Waktu edar alat gali-muat merupakan jumlah dari waktu menggali, waktu ayunan bermuatan, waktu menumpahkan material dan waktu ayunan kosong.

Waktu edar alat muat dapat dinyatakan dalam persamaan (Peurifoy, 2006):

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

CT_m = waktu edar alat gali-muat (detik).

T_{m1} = waktu menggali material (detik).

T_{m2} = waktu putar dengan *bucket* terisi (detik).

T_{m3} = waktu menumpahkan muatan (detik).

T_{m4} = waktu putar dengan *bucket* kosong (detik).

2) Waktu Edar Alat Angkut

Aktu edar alat angkut meliputi waktu mengatur posisi, waktu isi muatan, waktu angkut muatan, waktu mengatur posisi untuk menumpahkan muatan, waktu tumpah, waktu kembali kosong.

Waktu edar alat angkut dapat dinyatakan dalam persamaan berikut menurut (Peurifoy, 2006).

$$CT_a = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan:

CT_a = waktu edar alat angkut (menit).

T_{a1} = waktu mengambil posisi untuk dimuati (menit).

T_{a2} = waktu diisi muatan (menit).

T_{a3} = waktu mengangkut muatan (menit).

T_{a4} = waktu mengambil posisi untuk penumpahan (menit).

Ta5 = waktu pengosongan muatan (menit).

Ta6 = waktu kembali kosong (menit).

2.3.6 Match factor (keserasian alat)

Untuk mendapatkan hubungan kerja yang serasi antara alat gali muat dan alat angkut, maka produktivitas alat gali muat harus sesuai dengan produktivitas alat angkut. Faktor keserasian alat gali-muat dan alat angkut didasarkan pada produktivitas alat gali-muat dan produktivitas alat angkut, yang dinyatakan dalam *Match Factor* (MF). Secara perhitungan teoritis, produktivitas alat gali muat haruslah sama dengan produktivitas alat angkut, sehingga perbandingan antara alat angkut dan alat gali-muat mempunyai nilai satu, yaitu:

Faktor keserasian (*match factor*) adalah angka yang menunjukkan tingkat keserasian kerja antara dua macam alat, yaitu alat gali-muat dan alat angkut. Faktor keserasian dijabarkan sebagai perbandingan antara produksi alat angkut dibagi dengan produksi alat gali-muat. Apabila produksi alat angkut sama dengan produksi alat gali-muat, maka dapat diartikan bahwa kedua alat tersebut sudah serasi atau match. Angka faktor keserasian dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Morgan, W. and Peterson, L, 1968):

- a. Jumlah alat gali muat dan alat angkut yang dipakai.
- b. Waktu edar (*cycle time*) dari alat gali muat.
- c. Jumlah pemuatan alat gali muat ke dalam alat angkut.
- d. Waktu edar (*cycle time*) dari alat angkut.

Keserasian alat gali muat dan alat angkut dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{MF} = \frac{N_a \cdot \text{ctm}}{N_m \cdot \text{CT}_a} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\text{ctm} = \text{Jumlah Alat Muat} \times \text{Jumlah Pengisian} \dots\dots\dots(216)$$

Keterangan :

MF = *Match Factor* atau faktor keserasian.

N_a = Jumlah Alat angkut.

C_{tm} = Lamanya pemuatan ke alat angkut.

N_m = Jumlah Alat Muat.

CT_a = *Cycle Time* Alat angkut.

2.3.7 Bila hasil perhitungan diperoleh:

$MF < 1$, artinya alat gali muat bekerja kurang dari 100%, sedang alat angkut bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.

$MF = 1$, artinya alat muat dan angkut bekerja 100%, sehingga tidak terjadi waktu tunggu dari kedua jenis alat tersebut.

$MF > 1$, artinya alat gali muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

2.3.8 Kondisi cuaca

Keadaan cuaca sangat berpengaruh terhadap kerja alat-alat mekanis seperti:

- a. Pada musim kemarau banyak debu beterbangan, sehingga dapat mengganggu operator peralatan mekanis, karena jarak pandang yang terbatas, akibatnya alat tidak leluasa dalam bergerak dan waktu edar menjadi lebih lama. Hal ini dapat menyebabkan efisiensi kerja menjadi berkurang.
- b. Pada musim hujan tempat kerja menjadi berlumpur sehingga alat mekanis menjadi terhambat dalam pergerakannya. Jalan yang berlumpur menyebabkan alat mekanis yang menggunakan ban karet sering mengalami selip atau terbenam dalam lumpur. Sehingga faktor cuaca dapat menurunkan efisiensi alat mekanis seperti mempertinggi tingkat kehausan ban mengakibatkan menurunnya tingkat produksi.

2.4 Standar nilai acuan unjuk kerja

Acuan ketercapaian nilai unjuk kerja peralatan mekanis yang sesuai dengan kaidah teknis penambangan yang baik dilakukan dengan mengacu terhadap butir

pada Kepmen No. 1827 Tahun 2018 yang terdapat pada lampiran II halaman 117, yang berisi :

1. Ketersediaan Mekanis atau *Mechanical Availability* paling kurang 90%.
2. Ketersediaan Fisik atau *Physical Availability* paling kurang 85%.
3. Ketersediaan penggunaan *Utilization of Availability* paling kurang 75%.
4. Penggunaan Efektif *Effective Utilization* paling kurang 65%.
5. Pencapaian produktivitas alat mekanis paling kurang 85%.