

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Untuk mengevaluasi produktivitas alat gali – muat dan angkut batubara di pit 3 timur PT Bukit Asam (Persero) Tbk., perlu dilakukan pengumpulan data seperti kondisi material, metode penambangan, tahapan kegiatan penambangan, faktor yang mempengaruhi kegiatan penambangan, faktor yang mempengaruhi produktivitas serta menghitung produktivitas aktual dan keserasian alat.

#### 4.1 Kondisi Material

Ukuran material dalam hal ini batubara yang ditambang pada pit 3 timur tambang banko barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk. memiliki diameter rata – rata 10 cm – 15 cm. Menurut skala wenworth, ukuran batubara yang ditambang ini masuk kategori berangkal, karena memiliki ukuran material diantara 64 mm – 256 mm.

Batubara yang ditambang pada lokasi penelitian termasuk material yang sukar digali atau keras. Material yang keras akan lebih sukar dikoyak, digali atau dikupas oleh alat berat. Jenis dan kondisi material yang akan digali akan berpengaruh pada hasil produksi. Oleh karena itu, maka digunakan alat mekanis yang berfungsi untuk memberai batubara tersebut seperti *bulldozer*.

## 4.2 Metode Penambangan dan Tahapan Kegiatan Penambangan

Metode penambangan yang digunakan pada lokasi penelitian adalah konvensional yang disebut dengan *shovel* dan *truck*. Tahapan kegiatan penambangan batubara pada lokasi penelitian adalah :

### 1. Pengupasan *overburden*

Pengupasan *overburden* yang dilakukan di lokasi penelitian menggunakan 1 unit alat gali – muat dan 5 unit alat angkut, dimana alat gali muat yang digunakan adalah komatsu PC 1250 sedangkan alat angkut yang digunakan adalah komatsu HD 465.

### 2. Penggalian atau penambangan batubara

Penggalian atau penambangan batubara pada lokasi penelitian menggunakan alat mekanis. Alat mekanis yang digunakan pada lokasi penelitian menggunakan 1 alat gali – muat dan 5 unit alat angkut, dimana alat gali muat yang digunakan adalah volvo EC 460 BLC sedangkan alat angkut yang digunakan adalah nissan CWB DT 45.

## 4.3 Faktor Yang Mempengaruhi Kegiatan Penambangan

### 4.3.1 Cuaca

Cuaca pada saat penelitian sedang mengalami musim kemarau, tetapi masih terjadi hujan beberapa hari di bulan tersebut. Ketika hujan maka akan menghambat pekerjaan aktifitas penambangan karena penambangan dilakukan dengan konvensional sehingga efisiensi kerja akan sangat bergantung pada keadaan cuaca, karena ketika hujan maka keadaan tanah akan menjadi becek dan lengket sehingga alat - alat tidak dapat bekerja

dengan baik dan bahkan diberhentikan total sampai hujan reda. Pada musim hujan produksi batubara di PT Bukit asam (Persero) Tbk. akan mengalami penurunan, sehingga tingkat produksi ini dapat ditutupi pada saat musim kemarau dengan meningkatkan produktivitasnya. Adapun data curah hujan di lokasi penelitian dapat dilihat pada (Lampiran A).

#### **4.3.2 Kemiringan dan Lebar Jalan Angkut**

Jalan angkut pada lokasi penelitian sangat mempengaruhi kelancaran kegiatan penambangan terutama dalam proses pengangkutan batubara. Keadaan jalan angkut pada lokasi penelitian kokoh, permukaan jalan halus, sedikit bergelombang, cukup terawat dan dilakukan penyiraman ketika berdebu.

Kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan mesin untuk mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan angkut pada lokasi penelitian berkisar 0 % – 5 %.

Lebar jalan angkut juga mempengaruhi kelancaran kegiatan penambangan. Lebar jalan angkut di lokasi penelitian pada jalur lurus adalah 10 meter dan untuk lebar jalan angkut pada jalur belok adalah 11 meter. Adapun sketsa jalan angkut dapat dilihat pada (Lampiran I).

#### **4.3.3 Faktor Operator**

Untuk melakukan penilaian kinerja operator diperlukan metode *westinghouse*. Metode *westinghouse* merupakan aplikasi tata cara kerja yang bertujuan untuk mengetahui batas dari waktu hambatan terhadap waktu

optimalnya. Metode tersebut mencakup penilaian terhadap faktor keterampilan, usaha, konsistensi, dan kondisi kerja yang ditinjau berdasarkan pada data penelitian serta kondisi di lokasi penelitian yang sebenarnya.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dilokasi penelitian, penilaian kinerja operator alat gali - muat terdiri dari 4 kategori, yaitu :

1. Keterampilan

Keterampilan operator pada lokasi penelitian secara umum, percaya diri, bekerja cepat, menggunakan peralatan dengan baik dan gerakan dan urutan kerja dilakukan tanpa kesalahan.

2. Usaha

Usaha operator pada lokasi penelitian terlihat banyak membuang waktu dan lamban dalam penanganan kerja.

3. Konsistensi

Konsistensi operator pada lokasi penelitian terlihat seperti kurang bersungguh – sungguh dalam bekerja.

4. Kondisi kerja

Kondisi lingkungan kerja pada lokasi penelitian dinilai cukup mendukung kinerja operator. Dalam hal ini, kinerja operator terlihat senang pada pekerjaannya dengan sedikit waktu yang terbuang.

Adapun penilaian kinerja operator alat angkut terdiri dari 4 kategori, yaitu :

1. Keterampilan

Keterampilan operator pada lokasi penelitian secara umum, percaya diri, bekerja cepat, menggunakan peralatan dengan baik dan gerakan dan urutan kerja dilakukan tanpa kesalahan.

2. Usaha

Usaha operator pada lokasi penelitian terlihat banyak membuang waktu dan lamban dalam penanganan kerja.

3. Konsistensi

Konsistensi operator pada lokasi penelitian terlihat seperti kurang bersungguh – sungguh dalam bekerja.

4. Kondisi kerja

Kondisi lingkungan kerja pada lokasi penelitian dinilai cukup mendukung kinerja operator. Dalam hal ini, kinerja operator terlihat senang pada pekerjaannya dengan sedikit waktu yang terbuang.

#### **4.4 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Mekanis**

##### **4.4.1 Efisiensi Kerja**

Waktu efektif merupakan waktu produktif dikurangi waktu hambatan atau dapat juga disebut sebagai banyaknya waktu yang benar – benar digunakan untuk bekerja.

Di pit 3 timur PT Bukit Asam (Persero) Tbk, penambangan dilakukan menggunakan kontraktor PT SMJ. Jadwal kerja di PT SMJ dibagi menjadi 3

shift yaitu shift 1 (22.00 – 08.00), shift 2 (06.00 – 16.00) dan shift 3 (14.00 – 24.00). Adapun jadwal kerja shift 1 dapat dilihat pada (Tabel 4.1).

**Tabel 4.1**  
**Jadwal Kerja Shift 1**

Jadwal kerja	Jam kerja	Kegiatan	Waktu (menit)
senin - minggu	22.00 - 22.30	jemputan dan karyawan tiba	30
	22.30 - 23.00	persiapan kerja	30
	23.00 - 03.00	kerja produktif I	240
	03.00 - 04.00	Istirahat	60
	04.00 - 07.00	kerja produktif II	180
	07.00 - 07.30	persiapan pulang	30
	07.30 - 08.00	jemputan dan karyawan pulang	30
	total waktu		
waktu kerja produktif			420

(Sumber : Data Pengamatan Lapangan di PT Bukit Asam, 2015)

Berdasarkan Jadwal hari kerja diatas, maka dapat dihitung waktu produktif rata – rata shift 1 dalam 1 minggu adalah sebagai berikut :

Wp 1 (Waktu produktif shift 1 : Senin – Minggu) = 420 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Wp rata – rata shift 1} &= \frac{(\text{Wp 1} \times 7)}{7} \\
 &= \frac{(420 \times 7)}{7} \\
 &= 420 \text{ menit/shift} \\
 &= 7 \text{ jam/shift}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Jadwal hari kerja pada (Tabel 4.2), maka dapat dihitung waktu produktif rata – rata shift 2 dalam 1 minggu adalah sebagai berikut :

Wp 1 (Waktu produktif shift 2 : Senin – Kamis, Sabtu, Minggu) = 420 menit

Wp 2 (Waktu produktif shift 2 : Jumat) = 360 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Wp rata - rata shift 1} &= \frac{(\text{Wp 2} \times 6) + (\text{Wp 2} \times 1)}{7} \\
 &= \frac{(420 \times 6) + (360 \times 1)}{7} \\
 &= 411,43 \text{ menit/shift} \\
 &= 6,86 \text{ jam/shift}
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.2**  
**Jadwal Kerja Shift 2**

Jadwal kerja	Jam kerja	Kegiatan	Waktu (menit)
senin - kamis, sabtu, minggu	06.00 - 06.30	jemputan dan karyawan tiba	30
	06.30 - 07.00	persiapan kerja	30
	07.00 - 12.00	kerja produktif I	300
	12.00 - 13.00	istirahat	60
	13.00 - 15.00	kerja produktif II	120
	15.00 - 15.30	persiapan pulang	30
	15.30 - 16.00	jemputan dan karyawan pulang	30
total waktu			600
waktu kerja produktif			420
Jadwal kerja	Jam kerja	Kegiatan	Waktu (menit)
jum'at	06.00 - 06.30	jemputan dan karyawan tiba	30
	06.30 - 07.00	persiapan kerja	30
	07.00 - 11.30	kerja produktif I	270
	11.30 - 13.00	istirahat	90
	13.00 - 15.00	kerja produktif II	90
	15.00 - 15.30	persiapan pulang	30
	15.30 - 16.00	jemputan dan karyawan pulang	30
total waktu			570
waktu kerja produktif			360

(Sumber : Data Pengamatan Lapangan di PT Bukit Asam, 2015)

Berdasarkan Jadwal hari kerja pada (Tabel 4.3), maka dapat dihitung waktu produktif rata – rata shift 3 dalam 1 minggu adalah sebagai berikut :

Wp 1 (Waktu produktif shift 3 : Senin – Minggu) = 420 menit

$$\begin{aligned}
 Wp \text{ rata - rata shift 3} &= \frac{(Wp \ 3 \times 7)}{7} \\
 &= \frac{(420 \times 7)}{7} \\
 &= 420 \text{ menit/shift} \\
 &= 7 \text{ jam/shift}
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.3**  
**Jadwal Kerja Shift 3**

Jadwal kerja	Jam kerja	Kegiatan	Waktu (menit)
senin - minggu	14.00 - 14.30	jemputan dan karyawan tiba	30
	14.30 - 15.00	persiapan kerja	30
	15.00 - 18.00	kerja produktif I	180
	18.00 - 19.00	istirahat	60
	19.00 - 23.00	kerja produktif II	240
	23.00 - 23.30	persiapan pulang	30
	23.30 - 24.00	jemputan dan karyawan pulang	30
	total waktu		600
	waktu kerja produktif		420

(Sumber : Data Pengamatan Lapangan di PT Bukit Asam, 2015)

Maka waktu produktif rata – rata untuk shift 1, shift 2 dan shift 3 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Wp &= \frac{(Wp \text{ rata - rata shift 1} + Wp \text{ rata - rata shift 2} + Wp \text{ rata - rata shift 3})}{3} \\
 &= \frac{(420 + 411,43 + 420)}{3} \\
 &= 417,14 \text{ menit/shift} \\
 &= 6,95 \text{ jam/shift}
 \end{aligned}$$

Wp (untuk 3 shift) = 20,85 jam/hari

Waktu hambatan merupakan banyaknya waktu yang terbuang didalam waktu produktif. Berdasarkan pengamatan dilapangan, banyaknya waktu yang terbuang dapat dihitung dengan menjumlahkan hambatan – hambatan yang terjadi dilapangan, baik itu hambatan yang dapat dihindari maupun yang tidak dapat dihindari.

**Tabel 4.4**  
**Hambatan Yang Dapat Dihindari dan Tidak Dapat Dihindari**

<b>Hambatan Yang Dapat Dihindari</b>	<b>Alat Gali - Muat (menit)</b>	<b>Alat Angkut (menit)</b>
Terlambat waktu kerja produktif	12,74	13,50
Berhenti sebelum waktu istirahat	14,44	12,12
Terlambat setelah waktu istirahat	14,25	13,03
Berhenti sebelum waktu pulang	14,44	12,32
Jumlah	55,87	50,97
<b>Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari</b>	<b>Alat Gali - Muat (menit)</b>	<b>Alat Angkut (menit)</b>
Keperluan operator	12,54	13,54
Kerusakan mendadak	56,67	0
Faktor Cuaca	76,01	76,01
Jumlah	145,22	89,55

(Sumber : Data Pengamatan Lapangan di PT Bukit Asam, 2015)

Waktu produktif PT SMJ adalah 417,142 menit / shift dalam 3 shift. Kenyataan dilapangan waktu kerja produktif tidak maksimal dikarenakan adanya hambatan – hambatan selama jam kerja yang dapat dilihat pada (Tabel 4.4), hambatan tersebut diantaranya :

1. Hambatan yang bisa dihindari
  - a. Terlambat waktu kerja produktif
  - b. Berhenti sebelum waktu istirahat
  - c. Terlambat setelah waktu istirahat
  - d. Berhenti sebelum waktu pulang

## 2. Hambatan yang tidak bisa dihindari

- a. Keperluan operator
- b. Kerusakan mendadak
- c. Faktor cuaca

Dari data – data tersebut, maka dapat diperoleh nilai efisiensi kerja yang terdapat pada (Tabel 4.5). Adapun perhitungan efisiensi kerja dapat dilihat pada (Lampiran C).

**Tabel 4.5**  
Nilai Hambatan dan Efisiensi Kerja

Jenis Alat	Wu (menit)	Wh (menit)	We (menit)	Wp (menit)	E (%)
Alat Gali - Muat	55,87	145,22	216,05	417,14	51,79
Alat Angkut	50,97	89,55	276,62	417,14	66,31

(Sumber : Data Pengamatan Lapangan di PT Bukit Asam, 2015)

### 4.4.2 Waktu Edar

Waktu edar merupakan waktu yang diperlukan oleh suatu alat untuk melakukan satu siklus kegiatan. Dalam kegiatan pemindahan tanah mekanis dilakukan tahapan seperti penggalian – pemuatan dan pengangkutan.

Berdasarkan pengamatan lapangan didapat data waktu edar adalah sebagai berikut :

1. Waktu edar alat gali – muat.

Dari hasil pengamatan di lapangan, waktu edar alat gali – muat adalah 0,37 menit untuk 1 kali pengisian. (Lampiran F).

2. Waktu edar alat angkut

Dari hasil pengamatan di lapangan, waktu eadar alat angkut adalah 16,36 menit dengan jarak tempuh 2,7 km. (Lampiran F).

#### 4.4.3 Faktor Pengembangan

Faktor pengembangan adalah besarnya volume yang dimiliki oleh suatu material, apabila material itu digali dari tempat asalnya. Dalam menghitung faktor pengembangan, digunakan rumus sebagai berikut :

$$SF = \frac{\rho_{Loose}}{\rho_{Insitu}} \times 100\%$$

Dimana :

SF = Faktor Pengembangan (%)

$\rho_{insitu}$  = *Density* insitu batubara (ton / BCM)

$\rho_{loose}$  = *Density loose* batubara (ton / LCM)

Dari pengujian Laboratorium PT Bukit Asam (Persero) Tbk didapat hasil sebagai berikut :

Density Loose = 0,85 ton / LCM

Density Insitu = 1,11 ton / BCM

Maka didapat :

$$SF = \frac{0,85}{1,11} \times 100\%$$

$$= 76,57 \%$$

#### 4.1.4 Faktor Pengisian

Faktor pengisian adalah perbandingan antara volume material yang ditampung terhadap kemampuan tampung secara teoritis. Faktor pengisian ini dapat mempengaruhi produksi alat gali – muat dan angkut.

Dengan volume material sebenarnya yang ditampung 2,16 LCM dan untuk material teoritis 2,5 LCM maka faktor pengisian yang didapat untuk alat gali – muat adalah 86,40 % (Lampiran E), sedangkan untuk jumlah muatan sebenarnya 14,92 LCM dan kapasitas alat angkut 19,30 LCM maka faktor pengisian yang didapat untuk alat angkut adalah 77,30 % (Lampiran E).

## 4.2 Produktivitas Aktual

Produktivitas alat mekanis merupakan parameter yang dipakai untuk menilai kerja alat mekanis. Semakin besar produktivitasnya, maka kerja alat semakin baik.

### 4.2.1 Produktivitas Aktual Alat Gali – Muat

Dari hasil perhitungan dilapangan, maka diperoleh data produktivitas alat gali - muat pada saat ini :

Diketahui :

H	= Kapasitas <i>Bucket</i>	= 2,50 BCM (Lampiran B)
FF	= Faktor Pengisian <i>Bucket</i>	= 86,40 % (Lampiran E)
SF	= <i>Swell Factor</i>	= 76,57 %
E	= Efisiensi Kerja	= 51,79 % (Lampiran C)
CT	= <i>Cycle time</i>	= 0,37 menit (Lampiran F)

Maka produktivitas aktual alat gali – muat yang didapat adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{E \times 60 \times H \times FF \times SF}{CT}$$

$$P = \frac{51,79 \% \times 60 \text{ menit / jam} \times 2,5 \text{ BCM} \times 86,4 \% \times 76,57 \%}{0,37 \text{ menit}}$$

$$= 138,91 \text{ BCM/Jam}$$

$$= 154,19 \text{ Ton/Jam}$$

$$P \text{ semua alat} = P \times n \text{ (jumlah alat)}$$

$$= 154,19 \text{ Ton/Jam} \times 1 \text{ unit}$$

$$= 154,19 \text{ Ton/Jam}$$

Waktu kerja perhari 20,85 dalam 3 shift sehingga produktivitasnya adalah sebagai berikut :

$$P \text{ (hari)} = 154,19 \text{ Ton/Jam} \times 20,85 \text{ Jam/Hari}$$

$$= 3.214,86 \text{ Ton/Hari}$$

Waktu kerja dalam 1 bulan = 29 hari, maka produktivitas dalam 1 bulan adalah sebagai berikut :

$$P \text{ (bulan)} = 3.214,86 \text{ Ton/Hari} \times 29 \text{ Hari/Bulan}$$

$$= 93.230,94 \text{ Ton/Bulan}$$

Maka produktivitas alat gali - muat belum memenuhi target produksi yang telah ditetapkan yaitu 100.000 Ton/Bulan. Adapun proses penggalian – pemuatan dapat dilihat pada (Gambar 4.1).



(Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir PT. Bukit Asam (Persero) Tbk)

**Gambar 4.1**

**Proses Penggalian – Pemuatan di PT Bukit Asam (Persero) Tbk**

#### 4.2.2 Produktivitas Aktual Alat Angkut

Dari hasil perhitungan dilapangan, maka diperoleh data produktivitas alat angkut pada saat ini :

Diketahui :

H = Kapasitas *Bucket* = 19,3 BCM (Lampiran B)

FF = Faktor Pengisian *Bucket* = 77,30 % (Lampiran E)

SF = *Swell Factor* = 76,57 %

E = Efisiensi Kerja = 66,31 % (Lampiran C)

CT = *Cycle time* = 16,36 menit (Lampiran F)

Maka produktivitas aktual alat angkut yang didapat adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{E \times 60 \times H \times FF \times SF}{CT}$$

$$P = \frac{66,31 \% \times 60 \text{ menit / jam} \times 19,3 \text{ BCM} \times 77,30 \% \times 76,57 \%}{16,36 \text{ menit}}$$

$$= 27,78 \text{ BCM/Jam}$$

$$= 30,83 \text{ Ton/Jam}$$

$$P \text{ semua alat} = P \times n \text{ (jumlah alat)}$$

$$= 30,83 \text{ Ton/Jam} \times 5 \text{ unit}$$

$$= 154,15 \text{ Ton/Jam}$$

Waktu kerja perhari 20,85 dalam 3 shift sehingga produktivitasnya adalah sebagai berikut :

$$P \text{ (hari)} = 154,15 \text{ Ton/Jam} \times 20,85 \text{ Jam/Hari}$$

$$= 3214,03 \text{ Ton/Hari}$$

Waktu kerja dalam 1 bulan = 29 hari, maka produktivitas dalam 1 bulan adalah sebagai berikut :

$$P \text{ (bulan)} = 3.214,03 \text{ Ton/Hari} \times 29 \text{ Hari/Bulan}$$

$$= 93.206,87 \text{ Ton/Bulan}$$

Maka produktivitas alat angkut belum memenuhi target produksi yang telah ditetapkan yaitu 100.000 Ton/Bulan dengan persen kehilangan dari alat gali – muat ke alat angkut 0,025 % perbulan. Adapun proses pengangkutan dapat dilihat pada (Gambar 4.2).



(Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir PT. Bukit Asam (Persero) Tbk)

**Gambar 4.2**

**Proses Pengangkutan di PT Bukit Asam (Persero) Tbk**

### 4.3 Faktor Keserasian

Untuk dapat mengetahui keserasian kerja alat gali – muat dan alat angkut dalam suatu sistem kerja, dapat dilihat dari angka faktor keserasian.

Keserasian dinilai baik jika angka faktornya mendekati atau = 1.

Faktor keserasian yang ada di pit 3 timur tambang banko barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah sebagai berikut :

$$MF = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

$$MF = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

$$= 0,9$$

Dari Perhitungan diatas diperoleh MF sebesar 0,9, ini berarti alat gali – muat menunggu alat angkut ( $MF < 1$ ).