

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tinjauan Umum**

Dalam proyek pembangunan yang menggunakan alat berat, hal penting yang harus diperhatikan adalah perhitungan produksi sebuah alat. Perlu pemahaman secara teori dalam menghitung kapasitas alat berat, kondisi dan jenis yang digunakan, sehingga menghasilkan waktu dan biaya yang tepat sesuai volume pekerjaan.

#### **3.2 Pengertian Proyek Konstruksi**

Menurut Cleland dan King (1987), proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya, yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai suatu sasaran tertentu. Kegiatan atau tugas yang dilaksanakan pada proyek berupa pembangunan/perbaikan sarana fasilitas (gedung, jalan, jembatan, bendungan dan sebagainya) atau bisa juga berupa kegiatan penelitian, pengembangan.

Dari pengertian di atas, maka proyek merupakan kegiatan yang bersifat sementara (waktu terbatas), tidak berulang, tidak bersifat rutin, mempunyai waktu awal dan waktu akhir, sumber daya terbatas/tertentu dan dimaksudkan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Pengertian proyek dalam pembahasan ini dibatasi dalam arti proyek konstruksi, yaitu proyek yang berkaitan dengan bidang konstruksi (pembangunan).

Pada pekerjaan suatu proyek biasanya terjadi berbagai macam kendala, baik kendala yang sudah diperhitungkan ataupun kendala diluar perhitungan perencanaan. Keterlambatan proyek konstruksi berarti bertambahnya waktu pelaksanaan penyelesaian proyek yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak (Kusjadmikahadi, 1999). Penyelesaian pekerjaan tidak tepat waktu merupakan kekurangan dari tingkat produktifitas maka dapat mengakibatkan pemborosan dalam pembiayaan proyek.

Dari pengertian dan batasan di atas, maka dapat dijabarkan beberapa karakteristik proyek sebagai berikut.

1. Waktu proyek terbatas, artinya jangka waktu, waktu mulai dan waktu selesai sudah ditentukan.
2. Hasilnya tidak berulang, artinya produk suatu proyek hanya sekali, bukan produk rutin/berulang.
3. Mempunyai tahapan kegiatan-kegiatan berbeda-beda, dengan pola di awal sedikit, berkembang makin banyak, menurun dan berhenti.
4. Intensitas kegiatan-kegiatan (tahapan perencanaan, tahapan perancangan dan pelaksanaan).
5. Banyak ragam kegiatan dan memerlukan klasifikasi tenaga beragam.
6. Lahan/lokasi proyek tertentu, artinya luasan dan tempat proyek sudah ditetapkan, tidak dapat sembarang tempat.
7. Spesifikasi proyek tertentu, artinya persyaratan yang berkaitan dengan bahan, alat, tenaga dan metoda pelaksanaannya yang sudah ditetapkan dan harus memenuhi prosedur persyaratan tersebut.

### **3.3 Pengertian Alat Berat**

Alat berat adalah peralatan mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pekerjaan tanah, konstruksi jalan, konstruksi bangunan, perkebunan, dan pertambangan. Istilah alat berat yang digunakan dalam ilmu Teknik Sipil merupakan alat yang digunakan yang bertujuan untuk membantu manusia dalam melaksanakan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan faktor penting didalam proyek, terutama pada proyek-proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar. Penggunaan alat-alat berat tersebut bertujuan untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat (Rochmanhadi, 1986).

Setiap perusahaan konstruksi akan berlomba dalam hal teknologi, salah satunya penggunaan alat berat untuk mencapai target pekerjaan yang telah direncanakan. Alat berat yang dimiliki sendiri oleh perusahaan akan sangat menguntungkan dalam memenangkan tender proyek, hal tersebut akan mencerminkan kekuatan dari perusahaan tersebut. Bonafiditas suatu perusahaan

konstruksi tergantung dari aset-aset teknologi yang dimilikinya, salah satunya adalah alat berat (Rostiyanti, 2008).

Pada saat suatu proyek yang akan dimulai, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat membantu dalam pelaksanaan pekerjaan proyek. Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan proyek. Ketepatan dalam pemilihan alat berat akan memperlancar jalannya proyek. Sebaliknya jika terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat yang digunakan maka akan mengakibatkan terlambatnya penyelesaian proyek yang berdampak membengkaknya biaya proyek.

Wilopo (2009) menyatakan bahwa, keuntungan-keuntungan yang diperoleh dalam penggunaan alat berat antara lain.

1. Ekonomis, karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.
2. Waktu pengerjaan lebih cepat, mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.
3. Tenaga besar, melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.
4. Mutu hasil kerja baik, dengan menggunakan alat berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi.

### **3.4 Manajemen Alat Berat**

Manajemen alat berat merupakan suatu proses perencanaan, pengendalian, perawatan dan mengorganisir untuk mendapatkan kinerja yang maksimal dari alat berat agar tercapai tujuan pekerjaan yang telah ditentukan.

Menurut Rostiyanti (2002), pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi. Oleh karena itu pemilihan alat berat yang tepat sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaan, biaya proyek yang membengkak dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana.

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat antara lain sebagai berikut:

1. Fungsi yang harus dilaksanakan  
Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan, dan lain-lain.
2. Kapasitas peralatan  
Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai, sehingga pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu yang telah ditentukan.
3. Pengoperasian  
Alat berat dipilih berdasarkan arah gerakan (horizontal maupun vertikal), jarak, kecepatan, frekuensi gerakan, dan lain-lain.
4. Pembatasan dari metode yang dipakai  
Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat dapat berubah.
5. Ekonomi  
Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting di dalam pemilihan alat berat.
6. Jenis Proyek  
Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyekproyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dam, dan lain-lain.
7. Lokasi Proyek  
Lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh, lokasi proyek di dataran tinggi menggunakan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.
8. Jenis dan daya dukung tanah  
Jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang akan dipakai.

## 9. Kondisi lapangan

Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun rencana kerja alat berat antara lain.

1. Volume pekerjaan yang harus diselesaikan dalam batas waktu tertentu
2. Dengan volume pekerjaan yang ada tersebut dan waktu yang telah ditentukan harus ditetapkan jenis dan jumlah alat berat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut
3. Dengan jenis dan jumlah alat berat yang tersedia, dapat ditentukan berapa volume yang dapat diselesaikan, serta waktu yang diperlukan

### 3.5 Sifat-Sifat Tanah

Sebelum pelaksanaan pekerjaan tanah, perlu diketahui sifat dari tanah yang akan diolah. Pekerjaan tanah yang berhubungan dengan pemindahan, pembuangan dan penempatan akan merubah sifat-sifat tanah tersebut karena mengalami perubahan dalam volume dan kepadatannya. Berikut adalah kondisi tanah yang mempengaruhi volume :

#### 1. Keadaan Asli (*In situ*)

Adalah keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi (digali, dipindahkan, dipadatkan, dll)

#### 2. Keadaan Gembur (*Loose*)

Adalah material yang telah digali dari tempat asalnya (kondisi asli). Tanah akan mengalami perubahan volume yaitu mengembang dikarenakan adanya penambahan rongga udara diantara butiran-butiran material.

#### 3. Keadaan Padat (*Compact*)

Suatu kondisi dimana material mengalami proses pemadatan, dimana akan menyusutnya volume tanah. Perubahan volume tersebut terjadi karena hilangnya rongga udara diantara butiran-butiran material tersebut.

**Tabel 3. 1 Sifat-Sifat Beberapa Macam Tanah**

No.	Jenis Tanah	Swell (%)	Load Factor
1	Lempung Alami	38	0,72
2	Lempung berkerikil kering	36	0,73
3	Lempung berkerikil basah	33	0,73
4	Tanah biasa baik kering	24	0,81
5	Tanah biasa baik basah	26	0,79
6	Kerikil	14	0,88
7	Pasir Kering	11	0,9
8	Pasir Basah	12	0,89
9	Batu	62	0,61

Sumber : Haryanto dan Hendra (1998)

Sifat-sifat tanah seperti tersebut diatas dipengaruhi oleh keadaan tanah asli tersebut, karena bila tanah dipindahkan dari tempat aslinya, maka akan terjadi perubahan isi dan kepadatannya dari keadaan yang asli. Oleh sebab itu dari data-data tanah diatas dikonversikan pada Tabel 3.2 berikut :

**Tabel 3.2 Konversi Tanah**

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi Tanah yang Akan dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	(A)	1,00	1,11	0,95
	(B)	0,90	1,00	0,86
	(C)	1,05	1,17	1,00
Tanah biasa	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,80	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
Tanah liat	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,63
	(C)	1,11	1,59	1,00
Tanah campur kerikil	(A)	1,00	1,18	1,08
	(B)	0,85	1,00	0,91
	(C)	0,93	1,09	1,00

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi Tanah yang Akan dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Kerikil	(A)	1,00	1,13	1,03
	(B)	0,88	1,00	0,91
	(C)	0,97	1,10	1,00
Kerikil kasar	(A)	1,00	1,42	1,29
	(B)	0,70	1,00	0,91
	(C)	0,77	1,10	1,00
Pecahan cadas/Batuan keras	(A)	1,00	1,65	1,22
	(B)	0,61	1,00	0,74
	(C)	0,82	1,10	1,00
Pecahan granit	(A)	1,00	1,70	1,31
	(B)	0,59	1,00	0,77
	(C)	0,76	1,30	1,00
Pecahan batu	(A)	1,00	1,75	1,40
	(B)	0,57	1,00	0,80
	(C)	0,71	1,24	1,00
Batuan hasil peledakan	(A)	1,00	1,80	1,30
	(B)	0,56	1,00	0,72
	(C)	0,77	1,38	1,00

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Keterangan : (A) Tanah Asli

(B) Tanah Lepas

(C) Tanah Padat

### 3.6 Cara Kerja Alat Berat

#### 3.6.1 Excavator

*Excavator* atau *backhoe* termasuk dalam alat penggali hidrolis yang memiliki *bucket* yang terpasang didepannya, dengan alat penggerak traktor berupa roda ban atau *crawler*. *Backhoe* bekerja seperti cangkul, dengan menggerakkan lengan *bucket* kearah bawah dan menariknya kearah badan alat. Pengoperasian *backhoe* umumnya untuk pekerjaan penggalian saluran, terowongan, basement

dan penggalian dibawah permukaan lainnya serta untuk penggalian material keras. Spesifikasi backhoe bermacam-macam tergantung dari masing-masing tipe. Semakin besar dimensi backhoe maka semakin besar juga kapasitas volume yang dapat ditampung.



**Gambar 3.1 Excavator**  
(sumber : [www.cat.com](http://www.cat.com))

Backhoe terdiri dari enam bagian utama, yaitu struktur atas yang dapat berputar, boom, lengan (arm), bucket, slewing ring, dan struktur bawah. Boom, lengan dan bucket digerakkan oleh sistem hidrolis. Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda crawler.

### 3.6.2 *Dump Truck*

Dalam pekerjaan galian dan timbunan tanah dibutuhkan alat angkut untuk memindahkan hasil galian maupun timbunan. Alat berat yang paling tepat untuk digunakan sebagai alat angkut adalah *dump truck*. *Dump Truck* adalah alat angkut jarak jauh yang memiliki *bucket* bervolume besar yang mampu mengangkut material-material konstruksi seperti tanah. Operator sangat berperan penting dalam pekerjaan ini karena akan berdampak pada produksi alat. Dibutuhkan komunikasi yang baik antara operator alat gali (*excavator*) dan operator alat angkut (*dump truck*) untuk memaksimalkan produktivitas kedua alat. Penempatan *dump truck* sebaiknya ditempatkan membelakangi alat gali, atau searah dengan *swing* alat gali agar memudahkan pemuatan. Khusus pada pemuatan batu-batu yang besar dengan menggunakan alat gali yang besar sebaiknya *dump truck* menghadap ke alat gali, agar batu-batu tidak menimpa kabin *dump truck*.



Pada saat membuang muatan (*dumping*) operator harus memastikan bahwa roda-roda diatas permukaan yang cukup kuat dan keras untuk menghindari ban-ban terperosok ke dalam tanah yang gembur, misalnya pada permukaan tanah hasil buangan sebelumnya.

*Dump truck* diklasifikasikan berdasarkan faktor dan cara kerja berikut.

1. Ukuran, tipe mesin dan bahan bakar
2. Jumlah roda, as dan cara penyetiran
3. Metode pembongkaran muatan
4. Kapasitas Angkut
5. Sistem pembongkaran

Berdasarkan metode pembongkarannya, terdapat tiga jenis *dump truck* yaitu *Rear Dump*, *Bottom Dump*, dan *Side Dump*.

#### 1. *Rear Pump*

*Rear Dump* terdiri dari dua jenis, yaitu rear dump truck dan rear dump tractorwagon. Dari semua jenis truk rear dump truck adalah jenis alat yang paling sering digunakan. Cara kerja pembongkaran alat tipe ini adalah material dibongkar dengan cara menaikkan bak bagian depan dengan sistem hidrolis.

#### 2. *Slide Dump*

*Slide Dump* Truck mengeluarkan material yang diangkutnya dengan menaikkan salah satu sisi bak kesamping. Saat pembongkaran material harus diperhatikan distribusi material dalam bak. Kelebihan material pada salah satu sisi dapat menyebabkan terjadinya jungkir pada saat pembongkaran material. Pada kondisi dimana pembongkaran muatan dilakukan pada tempat yang sempit dan panjang maka pemakaian truk jenis ini merupakan pilihan yang tepat.

#### 3. *Bottom Dump*

Umumnya *Bottom Dump* adalah semitrailer. Material yang diangkut oleh jenis truk ini dikeluarkan melalui bagian bawah bak yang dapat dibuka ditengah-tengahnya. Pintu bak adalah sisi bagian bawah memanjang dari depan hingga belakang dan digerakkan secara hidrolis. *Bottom Dump* umumnya mengangkut material lepas seperti pasir, kerikil, batuan sedimen,

lempung keras, dan lainlain. Pembongkaran material dilakukan pada saat kendaarn bergerak.



**Gambar 3.2 Dump Truck**  
(sumber : [www.hino.com](http://www.hino.com))

### 3.7 Metode Perhitungan

#### 3.7.1 Metode Trial and Error

Metode *trial and error* atau bisa juga disebut metode coba-coba adalah metode pendekatan analisis numerik dan optimalisasi algoritma (Nazir, 2014). Dalam penelitian ini metode *trial and error* yang dimaksud adalah dengan mencoba berbagai alternatif kombinasi jumlah alat berat antara excavator dan dump truck hingga diperoleh kombinasi yang optimal agar tidak terjadi penumpukan dump truck dan efisien dalam biaya. Dalam penelitian trial and error dilakukan sebanyak tiga kali percobaan (alternaitf) dengan pembanding kondisi di lapangan (existing). Metode *trial and error* dapat diterapkan setelah menghitung produksi setiap alat berat tersebut.

#### 3.7.2 Metode Prismoidal

Metode prismoidal merupakan metode perhitungan untuk mencari suatu volume secara teoritis melalui perkalian luas dengan panjang. Galian dan timbunan untuk keperluan Teknik Sipil dan perencanaan diperoleh melalui perolehan luas rata-rata galian atau timbunan di dua buah profil melintang yang dikalikan dengan jarak antara kedua profil melintang tersebut. Berikut adalah rumus perhitungan metode prismoidal.

$$V = \frac{h}{6} \times (A_1 + 4 \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) + A_2) \quad (3.1)$$

Dimana,

- V : Volume Galian Tanah  
 A<sub>1</sub> : Luas Cross Section 1  
 A<sub>2</sub> : Luas Cross Section 2  
 h : Jarak Cross Section 1 ke Cross Section 2

### 3.8 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat

#### 3.8.1 Kapasitas Produksi Excavator

Kapasitas produksi alat berat Excavator pada umumnya dinyatakan dalam satuan m<sup>3</sup> per jam. Kapasitas produksi alat dinyatakan dalam rumus berikut (Rochmanhadi, 1986).

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \quad (3.2)$$

- Dimana : Q = Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)  
 q = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)  
 E = Efisiensi kerja  
 Cm = Waktu Siklus

Rochmanhadi (1986) merumuskan kapasitas *bucket excavator* (q) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$q = q' \times K \quad (3.3)$$

- Dimana : q' = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat  
 K = Faktor *bucket* yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah

Dalam menentukan faktor bucket diperlukan data yang sesuai dengan realisasi pekerjaan di lapangan. Faktor tersebut diklasifikasikan pada Tabel 3.3 berikut.

**Tabel 3. 3 Faktor *Bucket Excavator***

KONDISI PEMUATAN		FAKTOR
Ringan	Menggali dn memuat dari <i>stockpile</i> atau material yang dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya	1,0 : 0,8

	<b>KONDISI PEMUATAN</b>	<b>FAKTOR</b>
	gali dan dapat dimulai munjung dalam <i>bucket</i> . Pasir, tanah berpasir, tanah koloidal dengan kadar air sedang.	
Sedang	Menggali dan memuat stockpile lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat gravel langsung dari bukit gravel asli.	0,8 : 0,6
Agak Sulit	Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi, yang telah di stockpile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tersebut.	0,6 : 0,5
Sulit	Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya batuan hasil ledakan, batu bundar, pasir campur batu bundar, tanah berpasir tanah campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk bucket.	0,5 : 0,4

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Besarnya nilai efisiensi kerja ditentukan oleh kondisi operasi alat berat yang digunakan. Sebagai pendekatan Rochmanhadi (1986) merumuskannya pada Tabel 3.4 berikut:

**Tabel 3. 4 Nilai Koefisien Efisiensi Kerja**

<b>Kondisi</b>	<b>Pemeliharaan Mesin</b>
----------------	---------------------------

<b>Operasi Alat Berat</b>	<b>Sangat Baik</b>	<b>Baik</b>	<b>Sedang</b>	<b>Buruk</b>	<b>Sangat Buruk</b>
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Adapun faktor-faktor lain yang mempengaruhi hasil produksi tiap alat berat, nilai faktor tersebut adalah sebagai berikut:

1. Faktor Peralatan

- a. Untuk peralatan yang masih baru = 1,00
- b. Untuk peralatan yang baik (lama) = 0,90
- c. Untuk peralatan yang rusak ringan = 0,80

2. Faktor Operator

- a. Untuk operator kelas I = 1,00
- b. Untuk operator kelas II = 0,80
- c. Untuk operator kelas III = 0,70

3. Faktor Material

- a. Faktor kohesif = 0,75 – 1,00
- b. Faktor non kohesif = 0,60 – 1,00

4. Faktor manajemen dan sifat manusia

- a. Sempurna = 1,00
- b. Baik = 0,92
- c. Sedang = 0,82
- d. Buruk = 0,75

5. Faktor cuaca

- a. Baik = 1,00
- b. Sedang = 0,80

6. Faktor kondisi lapangan

- a. Berat = 0,70

- b. Sedang = 0,80  
c. Ringan = 1,00

Efisiensi kerja dapat dihitung dengan persamaan berikut ini (Rochmanhadi,1986):

$$\text{Efisiensi (E)} = \text{EO} \times \text{EA} \times \text{EC} \times \text{EL} \times \text{EM} \quad (3.4)$$

Dimana :

- EO = Efisiensi operator  
EA = Efisiensi alat  
EC = Efisiensi cuaca  
EL = Efisiensi lokasi  
EM = Efisiensi manajemen dan sifat manusia

Waktu siklus ( $C_m$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1986).

$$C_m = \text{Waktu gali} + (\text{Waktu putar} \times 2) + \text{Waktu buang} \quad (3.5)$$

Nilai waktu gali/muat dipengaruhi oleh kondisi galian dan kedalaman galian. Waktu gali excavator dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

**Tabel 3. 5 Waktu Gali Excavator**

KEDALAMAN	KONDISI GALIAN			
	RINGAN	RATA-RATA	AGAK SULIT	SULIT
0-2 m	6 dtk	9 dtk	15 dtk	26 dtk
2-4 m	7 dtk	11 dtk	17 dtk	28 dtk
4 m	5 dtk	13 dtk	19 dtk	30 dtk

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Waktu putar dipengaruhi sudut dan kecepatan putar excavator, dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut.

**Tabel 3. 6 Waktu Putar Excavator**

SUDUT PUTAR	WAKTU PUTAR
45° - 90°	4 - 7 dtk

90° - 180°	5 - 8 dtk
------------	-----------

Sumber : Rochmanhadi (1986)

### 3.8.2 Kapasitas Produksi *Dump Truck*

Untuk menghitung produksi (Q) *dump truck* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1986).

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \quad (3.6)$$

Dimana : Q = Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)

C = Kapasitas rata-rata *dump truck* (m<sup>3</sup>)

E = Efisiensi kerja

Cm = Waktu siklus pemuat dalam menit

Waktu siklus (Cm) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1986).

$$Cm = n \times Cms + \frac{D}{V1} + \frac{D}{V2} + t_1 + t_2 \quad (3.7)$$

Nilai (n) dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$n = \frac{C}{q' \times K} \quad (3.8)$$

Dimana :

n = Jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat truck

c = Kapasitas rata-rata *dump truck* (m<sup>3</sup>)

q' = Kapasitas bucket pemuat (loader/excavator, menit) (m<sup>3</sup>)

K = Faktor bucket pemuat

Cms = Waktu siklus pemuat (loader/excavator, menit)

D = Jarak tempuh *dump truck* (m)

V1 = Kecepatan rata-rata *dump truck* kondisi bermuatan (m/menit)

V2 = Kecepatan rata-rata *dump truck* kondisi kosong (m/menit)

t<sub>1</sub> = Waktu buang, standby sampai mulai pembuangan (menit)

t<sub>2</sub> = Waktu posisi pengisian dan pemuatan mulai mengisi (menit)

Waktu bongkar muat dan waktu tunggu *dump truck* dapat dilihat pada Tabel 3.6 dan 3.7 berikut.

**Tabel 3. 7 Waktu Bongkar Muat (t<sub>1</sub>)**

Kondisi Operasi Kerja	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu Buang (menit)	0,5 - 0,7	1,0 - 1,3	1,5 - 2,0

Sumber : Rochmanhadi (1986)

**Tabel 3. 8 Waktu Tunggu dan Tunda (t<sub>2</sub>)**

Kondisi Operasi Kerja	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu Buang (menit)	0,1 - 0,2	0,25 - 0,35	0,4 - 0,5

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Dalam hal ini harus diatur jenis dan jumlah alat yang dipakai sedemikian sehingga diperoleh efisiensi dan efektifitas tinggi. Hal pokok yang harus dipertimbangkan dan diketahui adalah.

1. Kapasitas alat sesuai volume pekerjaan
2. Kapasitas alat sesuai dengan alat lain (karena merupakan tim)
3. Sedapat mungkin dihindari ada satu atau lebih alat yang menganggur karena harus menunggu
4. Jika terpaksa suatu alat harus menganggur, diusahakan alat yang paling murah biayanya atau alat yang multi fungsi sehingga dapat mengerjakan pekerjaan lain
5. Alat yang paling berpengaruh terhadap alat lain dalam tim
6. Produksi/kapasitas tiap jenis alat

Secara umum jumlah alat dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{\text{Produksi Alat Berat yang Paling Berpengaruh}}{\text{Produksi yang dicari}} \quad (3.9)$$

### 3.9 Komponen Biaya dan Alat

Dalam menganalisa harga satuan pekerjaan harus meninjau semua biaya yang mempengaruhi pekerjaan tersebut. Menentukan jumlah kebutuhan alat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang ditentukan dapat menentukan biaya yang dibutuhkan dalam proyek. Biaya-biaya tersebut dibagi berdasarkan biaya penyewaan alat, jam operasi alat, dan biaya kepemilikan.



### 3.9.1 Biaya Kepemilikan (*Owner Ship*) atau Biaya Pasti

Biaya kepemilikan adalah biaya yang harus diperhatikan selama alat yang bersangkutan dioperasikan, dengan syarat apabila alat tersebut milik sendiri. Biaya ini harus diperhitungkan karena alat semakin lama akan berkurang hasil produksinya, bahkan pada waktu tertentu alat sudah tidak dapat memproduksi lagi, hal ini tersebut sebagai depresiasi.

### 3.9.2 Biaya Penyewaan Alat

Dalam suatu proyek konstruksi penggunaan alat berat selain menggunakan alat milik pribadi dapat juga dengan penyewaan, yang dalam proses penetapan biaya penyewaan peralatan tersebut terdapat ketentuan-ketentuan yang telah dikeluarkan Departemen Pekerjaan Umum. Pada umumnya penyewaan alat berat dibagi dua jenis yaitu biaya *all in one* dan biaya satuan. Biaya *all in one* adalah biaya sewa alat berat yang sudah termasuk biaya penunjang alat, seperti operator dan bahan bakar. Sedangkan biaya satuan adalah biaya yang belum termasuk penunjang alat dimana biaya penunjang tersebut tergantung dari kesepakatan antara penyewa alat dan penyedia alat berat.

### 3.9.3 Jam Operasi atau Waktu Kerja

Efisiensi waktu dibutuhkan guna tercapainya hasil kerja yang tepat sesuai dengan rencana. Untuk mewujudkan disiplin khususnya waktu, maka dibutuhkan adanya loyalitas tinggi dari semua pihak yang terlibat. Dalam penentuan tenaga kerja, perlu diperhatikan beberapa faktor antara lain jam operasional normal dan lembur.

#### 1. Jam Operasional Normal

Waktu kerja pada setiap hari kerja (senin-sabtu) ditetapkan selama 8 jam/hari dengan upah kerja sebesar upah kerja normal.

#### 2. Jam Operasional Lembur

Waktu lembur dihitung dari lama waktu kerja yang melebihi batas waktu kerja normal (8 jam/hari). Waktu kerja lembur dilaksanakan diluar jam operasi normal untuk hari kerja atau penambahan jumlah hari kerja perminggu (hari minggu).