

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Manajemen Proyek

Menurut Widiyanti (2013) manajemen merupakan suatu kegiatan yang melibatkan sekelompok orang yang mempunyai kemampuan atau keahlian masing-masing untuk memperoleh hasil yang telah ditetapkan dengan batas-batas tertentu secara sistematis dan efektif, dengan adanya perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) yang memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efisien. Menurut Karaini (1991) manajemen proyek adalah usaha untuk merencanakan, mengorganisasi, mengarahkan, mengkoordinasi, dan mengawasi kegiatan proyek sehingga sesuai dengan waktu dan biaya yang telah ditetapkan. Konsep manajemen proyek, sebagai berikut :

1. Proyek adalah suatu kegiatan yang bersifat sementara dengan tujuan dan memanfaatkan sumber-sumber daya.
2. Manajemen proyek merupakan proses pencapaian tujuan proyek dalam suatu organisasi tertentu.
3. Manajemen proyek meliputi tahapan-tahapan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan penyelesaian proyek.
4. Kendala proyek yang sering terjadi adalah kerja, waktu, dan biaya.
5. Bentuk organisasi dalam manajemen proyek adalah organisasi fungsional, coordinator, kgugus tugas (*task force*), dan matrik.

3.1.1. Macam – macam proyek

Menurut Santosa (2008) proyek diklasifikasikan, sebagai berikut :

1. Proyek konstruksi, proyek ini berupa pekerjaan membangun atau membuat produk fisik. Sebagai contoh adalah proyek pembangunan jalan raya, proyek pembangunan gedung, pembangunan jembatan, atau pembuatan boiler.

2. Proyek penelitian dan pengembangan, proyek yang berupa penemuan produk baru, temuan alat baru, atau penelitian mengenai penemuan bibit unggul untuk suatu tanaman.
3. Proyek yang berhubungan dengan manajemen jasa, proyek ini bisa berupa perancangan struktur organisasi, pembuatan system informasi manajemen, peningkatan produktivitas perusahaan, atau pemberian *training*.

3.1.2. Keberhasilan manajemen proyek

Menurut Santosa (2008) manajemen proyek dapat dianggap sukses bila dapat mencapai tujuan sebagai berikut :

1. Pekerjaan dapat selesai dalam waktu yang dialokasikan.
2. Pekerjaan dapat selesai dengan biaya yang telah dianggarkan.
3. Pekerjaan sesuai dengan performansi atau spesifikasi yang sudah ditentukan.
4. Pekerjaan dapat diterima customer.
5. Pekerjaan yang telah disetujui dengan adanya perubahan lingkup.
6. Tanpa mengganggu aliran pekerjaan utama dalam organisasi.
7. Tanpa merubah budaya (positif) pada perusahaan.

3.1.3. Pandangan terhadap manajemen proyek

Menurut Santosa (2008) manajemen proyek memiliki pandangan tradisional dan pandangan baru atau modern. Pandangan pada keduanya mempunyai perbedaan yang disajikan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Perbedaan antara pandangan modern dengan pandangan lama

Pandangan lama	Pandangan Baru
Manajemen proyek perlu lebih banyak orang dan ongkos tambahan	Manajemen proyek, untuk menyelesaikan lebih banyak pekerjaan dengan biaya yang lebih murah dan sedikit orang

Lanjutan Tabel 3.1 Perbedaan antara pandangan modern dengan pandangan lama

Keuntungan menurun	Keuntungan akan meningkat
Manajemen proyek meningkatkan jumlah perubahan pekerjaan	Manajemen proyek memberikan kontrol yang lebih baik terhadap perubahan pekerjaan
Manajemen proyek menciptakan ketidakstabilan dan konflik	Organisasi manajemen proyek semakin efisien dan efektif melalui prinsip perilaku organisasi yang lebih baik
Manajemen proyek menyerahkan produk pada pelanggan	Manajemen proyek memberikan solusi
Biaya manajemen proyek tidak kompetitif	Manajemen proyek meningkatkan bisnis perusahaan
Manajemen proyek menambah masalah kualitas	Manajemen proyek meningkatkan kualitas

Sumber : Manajemen Proyek (2008)

3.2 Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah pada bangunan infrastruktur merupakan pekerjaan pokok. Kegiatan pekerjaan tanah sebagian besar adalah kegiatan galian tanah. Pekerjaan tanah merupakan kegiatan yang sangat penting, terutama dalam mengendalikan waktu pelaksanaan, penggunaan metode kerja (Asiyanto, 2008).

3.2.1 Pengertian tanah

Menurut Sosrodarsono (1980) tanah merupakan pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Menurut Asiyanto (2008) Tanah diklasifikasikan ke dalam 4 macam, sebagai berikut :

1. Batu kerikil (*gravel*)

Batu kerikil (*gravel*) terdiri dari pecahan-pecahan batu dengan berbagai macam ukuran dan bentuk.

2. Pasir (*sand*)

Pasir (*sand*) terdiri dari butiran – butiran pasir dan terdiri dari satu macam zat mineral. Bila ukuran butir-butir terdiri dari satu ukuran maka disebut gradasi seragam, sedangkan untuk ukuran butiran bermacam-macam ukuran maka disebut gradasi baik. Ciri-ciri batu kerikil atau pasir, sebagai berikut :

- a. Gesekan tinggi
- b. Tembus air (tidak kedap air)
- c. Butiran-butiran kasar dan lepas
- d. Daya dukung tidak terlalu dipengaruhi oleh kandungan air.

3. Lempung (*clay*)

Lempung (*clay*) terdiri dari butiran-butiran yang sangat kecil dan menunjukkan sifat plastisitas dan kohesi. Kohesi merupakan sifat yang menunjukkan bahwa bagian-bagian dari bahan melekat satu sama lain, sedangkan plastisitas merupakan sifat yang dapat merubah-ubah bentuk tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya dan tidak terjadi retakan-retakan. Ciri ciri tanah lempung (*clay*), sebagai berikut :

- a. Butir-butir halus dan lekat
- b. Rapat air
- c. Kembang susut besar
- d. Daya dukung sangat dipengaruhi oleh kandungan air.

4. Lanau (*silt*)

Lanau (*silt*) merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus, kurang plastis dan lebih mudah ditembus air daripada lempung. Ciri ciri tanah lanau (*silt*), sebagai berikut :

- a. Butiran-butiran halus dan lepas
- b. Sedikit daya lekat
- c. Ketika keadaan kering, dapat menjadi debu
- d. Daya dukungnya sangat dipengaruhi oleh air.

Macam-macam ukuran butiran pada tanah dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Ukuran butiran pada tanah

Macam-macam tanah	Batas-batas ukuran butiran
Berangkal	> 20 cm
Kerakal	8 cm sampai dengan 20 cm
Kerikil	2 mm sampai dengan 8 mm
Pasir kasar	0.6 mm sampai dengan 2 mm
Pasir sedang	0.2 mm sampai dengan 0.6 mm
Pasir halus	0.06 mm sampai dengan 0.2 mm
Lanau	0.002 mm sampai dengan 0.06 mm
Lempung	< 0.002 mm

Sumber : Metode Konstruksi Proyek Jalan, 2008

3.2.2 Galian tanah

Menurut Nunnally (2007), pekerjaan galian tanah merupakan proses pemindahan tanah dari tempat penggalian tanah menuju tempat pembongkaran sehingga dapat memenuhi persyaratan lokasi, elevasi, densitas, dan kelembaban.

3.2.3 Metode pekerjaan galian tanah

Menurut Asiyanto (2008), pekerjaan galian tanah merupakan pekerjaan tanah yang sifatnya permanen sebagai struktur. Pekerjaan tanah dapat dilakukan oleh tenaga manusia atau dengan alat-alat berat. Untuk pekerjaan tanah dengan skala besar, menggunakan alat – alat berat. Sebelum pekerjaan tanah dimulai, volume galian harus dihitung terlebih dahulu. Menghitung volume galian dapat dilihat pada rumus 3.1.

$$V = F1 \times L \quad (3.1)$$

Keterangan :

V = Volume galian (m³)

F1 = Luas galian pada penampang 1 (m²)

L = Panjang atau jarak galian (m)

3.3 Pengertian Alat Berat

Menurut Asiyanto (2008), alat konstruksi atau juga sering disebut dengan alat berat merupakan “Alat yang sengaja diciptakan/didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi/ kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti mengangkut, mengangkat, memuat, memindah, menggali, mencampur, dan seterusnya dengan cara yang mudah, cepat, hemat, dan aman”.

Menurut Rostiyanti (2014), dalam pekerjaan pembangunan struktur bangunan, alat – alat berat sangat diperlukan untuk membantu dan mempermudah manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang lebih singkat. Dan alat-alat berat ini menjadi factor yang sangat penting didalam proyek. Alat berat yang digunakan untuk menggali *excavator* , dan untuk mengangkut *dump truck* . Pemilihan alat berat pada suatu proyek adalah salah satu factor penting dalam keberhasilan suatu proyek.

Menurut Wilopo (2009), keterlibatan alat-alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan memiliki keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

1. Waktu pelaksanaan akan lebih cepat. Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target waktu penyelesaian atau target produksi.
2. Tenaga besar. Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia.
3. Ekonomis. Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan, dan factor-faktor ekonomi lainnya.

3.4 Analisa Pemilihan Alat Berat

Menurut Katalog Alat Berat Konstruksi (2013), dalam pemilihan alat berat harus dipilih yang tepat guna dan ekonomis, dimana alat tersebut harus sesuai dengan kondisi pekerjaan, mampu berproduksi tinggi dengan biaya yang relative rendah. Pada factor yang mempengaruhi dari segi teknis untuk pemilihan alat berat sebagai berikut :

1. Jenis alat-alat berat

2. Sifat-sifat material dan medan kerja
3. Produktivitas alat berat

Menurut Katalog Alat Berat Konstruksi (2013), pada factor yang mempengaruhi dari segi ekonomis untuk pemilihan alat berat sebagai berikut :

1. Biaya kepemilikan atau biaya sewa alat berat
2. Biaya operasional alat berat

3.5 Medan Kerja dan Sifat Material

Menurut Katalog Alat Berat Konstruksi (2013), kondisi medan kerja dan sifat material adalah factor terbesar dalam pemilihan alat berat. Alat berat yang digunakan pada medan kerja berbatu dan bergelombang akan sangat lain dengan alat yang dipergunakan pada medan kerja lunak berlumpur. Demikian pula alat berat yang digunakan untuk mengerjakan material yang berat akan berbeda dengan alat berat yang digunakan untuk mengerjakan material yang ringan. Sifat fisik material yang penting untuk diperhatikan sebagai berikut :

1. Pengembangan dan penyusutan material (*swell factor*)

Faktor pengembangan dan penyusutan merupakan perubahan (penambahan atau pengurangan) volume material apabila material tersebut diganggu dari bentuk aslinya (digali, dipindahkan, diangkut atau dipadatkan). Perubahan volume diikuti dengan perubahan berat volume (*density*) dari material tersebut. Berdasarkan adanya perubahan tersebut pengukuran volume maupun *density* material dibedakan atas :

- a. 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).

b. 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).

c. 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 (*compact cubic meter* atau CCM).

Faktor pengembangan (*swell factor*) dapat dilihat pada Tabel 3.3 konversi dan volume tanah atau material.

Tabel 3.3 Faktor Perubahan Volume Material

Material	Dari Bentuk	Menjadi Bentuk		
		Asli	Gembur	Padat
<i>Sand</i> Tanah Berpasir	Asli	1.00	1.11	0.95
	Gembur	0.90	1.00	0.86
	Padat	1.05	1.17	1.00

Lanjutan Tabel 3.3. Faktor Perubahan Volume Material

<i>Sandy Clay</i> Tanah Biasa	Asli	1.00	1.25	0.90
	Gembur	0.80	1.00	0.72
	Padat	1.11	1.39	1.00
<i>Clay</i> Tanah Liat	Asli	1.00	1.43	0.90
	Gembur	0.70	1.00	0.63
	Padat	1.11	1.59	1.00
<i>Gravelly Soil</i> Tanah Campur Kerikil	Asli	1.00	1.18	1.08
	Gembur	0.85	1.00	0.91
	Padat	0.93	1.09	1.00
<i>Gravels</i>	Asli	1.00	1.13	1.03

Kerikil	Gembur	0.88	1.00	0.91
	Padat	0.97	1.10	1.00
<i>Solid or Rugged Gravels</i>	Asli	1.00	1.42	1.29
Kerikil Besar dan Padat	Gembur	0.70	1.00	0.91
	Padat	0.77	1.10	1.00
<i>Broken Limestone</i>	Asli	1.00	1.65	1.22
<i>Sanstone</i> <i>And other soft rock</i> Pecahan Batu Kapur, Batu pasir, dll	Gembur	0.61	1.00	0.74
	Padat	0.82	1.35	1.00
<i>Broken Granite, Basalt</i> <i>and other hard rock</i> Pecahan Granit, Cadas Keras, dll	Asli	1.00	1.70	1.31
	Gembur	0.59	1.00	0.77
	Padat	0.76	1.30	1.00
<i>Broken Rock</i> Pecahan Cadas	Asli	1.00	1.75	1.40
	Gembur	0.57	1.00	0.80
	Padat	0.71	1.24	1.00

Sumber : Katalog Alat Berat Konstruksi (2013)

2. Berat jenis material (*Specific Gravity*)

Menurut Wilopo (2009) Berat merupakan sifat yang selalu dimiliki oleh material. Kemampuan setiap alat berat untuk melakukan pekerjaan seperti mendorong, mengangkat, mengangkut, menarik, mengangkut dan lain-lain, akan sangat dipengaruhi oleh berat jenis material. Setiap alat berat mempunyai batasan kapasitas atau volume tertentu, sehingga berat jenis material akan membatasi gerakan alat.

3. Bentuk Material

Bentuk material didasarkan pada ukuran butir material, yang akan mempengaruhi susunan butir-butir material dalam suatu kesatuan volume. Material dengan kondisi butirnya halus dan seragam, kemungkinan besar isinya dapat mendekati volume ruang yang ditempati. Sedangkan untuk material yang butirannya tidak seragam isinya akan berkurang dari ruang yang ditempati karena terdapat rongga udaranya. Perbedaan volume ini memiliki factor yang akan berpengaruh pada *bucket excavator*.

4. Kohensivitas Material

Menurut Katalog Alat Berat Konstruksi (2013) Kohensivitas material adalah daya lekat atau kemampuan saling mengikat diantara butir-butir.

5. Kekerasan material

Material yang keras akan lebih akan lebih sukar digali atau dikupas oleh alat berat. Hal ini akan menyebabkan penurunan pada produktivitas alat. Material yang tergolong material keras adalah jenis batu-batuan. Pada material yang keras ini pada umumnya memakai *breaker* atau *ripper*. Untuk pemakaian alat *breaker* atau *ripper* harus menentukan jenis dan tekstur batuan. Nilai kekerasan tanah diukur dengan menggunakan *Ripper* meter/*Seismic Test* Meter. Besarnya nilai ditunjukkan dalam satuan m/dt. (Satuan *Seismic Wave Velocity* batuan). Batuan dalam pemindahan tanah sebagai berikut :

- a. Batuan beku : sifatnya keras, padat, dan kokoh.
- b. Batuan sedimen : merupakan peralapisan yang lunak sampai dengan keras, ringan dan bersifat lepas.
- c. Batuan metamorf : umumnya peralapisannya keras, padat, dan tidak teratur.

6. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah untuk mendukung beban yang berada di atasnya. Suatu tanah mendapat tekanan (*ground pressure*), sedangkan perlawanan yang diberikan oleh tanah terhadap tekanan disebut daya dukung tanah atau dikenal dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*).

Tabel 3.4 Daya Tekan Alat Berat

Kode Indeks	Jenis Alat	Daya Tekan Alat kg/cm ²
< 22	<i>Extra Swamp Dozer</i>	0.15 - 0.30
- 4	<i>Swamp Dozer</i>	0.20 - 0.30
4 - 5	<i>Small Dozer</i>	0.30 - 0.60
5 - 7	<i>Medium Dozer</i>	0.60 - 0.80

7 - 10	<i>Large Dozer</i>	0.70 - 1.30
10 - 13	<i>Motor Scraper</i>	1.30 - 2.85
>15	<i>Dump Truck</i>	>3.20

Sumber : Katalog Alat berat Konstruksi 2013

7. Jarak Angkut (*hauling distance*)

Dalam pemilihan alat berat selalu memperhitungkan jarak angkut dan kondisi jalan yang dilalui. Pengangkutan suatu material atau tanah dengan *dump truck* terdapat hal-hal yang harus diperhatikan yaitu iklim dan curah hujan, karena untuk mengetahui batasan landasan kerja bila terkena air hujan akan rusak atau tidak. Iklim dan curah hujan akan sangat mempengaruhi dalam pengoperasian alat berat. Jumlah hari hujan dan curah hujan perlu dicatat untuk mengetahui jumlah hari kerja yang benar-benar tersedia pada daerah yang bersangkutan. Curah hujan pada beberapa kondisi tanah dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.5 Curah hujan pada berbagai kondisi tanah

Kondisi Tanah	Curah Hujan (mm/hari)			
	<3	3 - 10	11 - 30	>30
Batu Kerikil,				
Batu Tak Tersaring	0	0	0 - 0.5	1
Tanah Pasir	0	0	0.5 - 1	1.5 - 2
Tanah Liat	0	1 - 1.5	1.5 - 2	2 - 3
Tanah Lempung	0 - 0.5	1.5 - 2	2 - 3	3 - 4

Sumber : Katalog Alat berat Konstruksi 2013

8. Hari kerja efektif

Waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang ditetapkan untuk mengerjakan suatu pemindahan tanah.

Jumlah hari kerja efektif = Jumlah atau total hari kalender dari target waktu yang tersedia – Jumlah hari libur resmi atau nasional kerja yang hilang (3.2)

Keterangan :

- a. Hari kerja hilang yaitu tidak beroperasinya alat karena hujan, menunggu tanah menjadi kering dan keras kembali kuat mendukung alat-alat berat yang lalu lalang di atasnya.
- b. Hari kerja yang hilang ini diluar hari kerja yang hilang dikarenakan alat berat yang *break down*.

Pada Tabel 3.4 menunjukkan jam kerja yang optimal berdasarkan jumlah shift kerja serta hari kerja dalam satu tahun.

Tabel 3.6 Jumlah Jam Kerja per Tahun

BULAN	JUMLAH HARI	HARI KERJA	JAM KERJA EFEKTIF
Januari	31	20	260
Februari	28	20	260
Maret	31	20	260
April	30	26	338
Mei	31	27	351
Juni	30	28	364
Juli	31	29	377
Agustus	31	29	377
September	30	30	390
Oktober	31	29	377
November	30	28	364
Desember	31	24	312
TOTAL	365	310	4030

Sumber : Katalog Alat berat Konstruksi (2013)

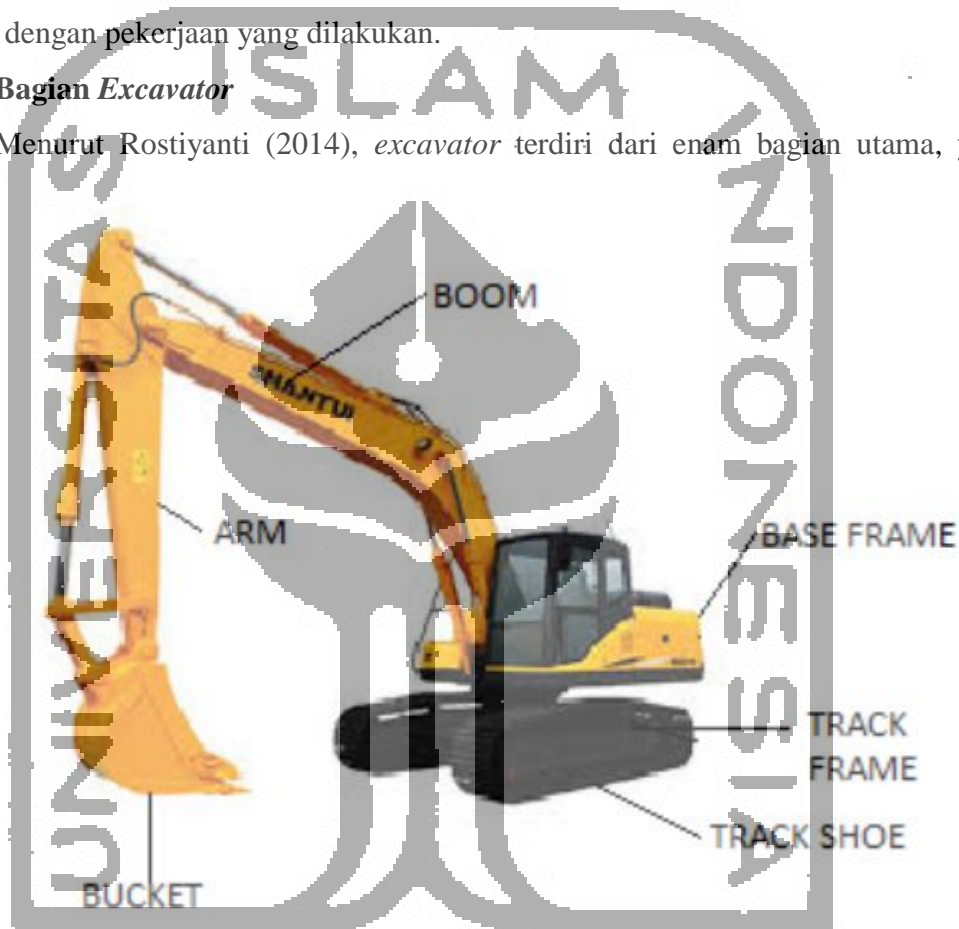
3.6 Alat Berat *Excavator*

3.6.1 Pengertian *Excavator*

Menurut Rostiyanti (2014), *excavator* merupakan alat berat untuk menggali saluran, terowongan, atau *basement*. Dengan menggunakan *Excavator* pada penggalian tanah, maka didapat hasil galian yang rata. Pemilihan kapasitas bucket *backhoe* harus sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan.

3.6.2 Bagian *Excavator*

Menurut Rostiyanti (2014), *excavator* terdiri dari enam bagian utama, yaitu



struktur atas yang dapat berputar, *boom*, lengan (*arm*), *bucket*, *Slewing ring*, dan struktur bawah. *Boom*, lengan (*arm*), *bucket* digerakkan dengan system hidrolis. Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda *crawler*

Gambar 3.2 Bagian-bagian *excavator*

3.6.3 Teknik Penggalian

Menurut Rostiyanti (2014), teknik penggalian pada *backhoe* adalah sebagai berikut :

1. *Boom* dan *bucket* bergerak maju
2. *Bucket* digerakkan menuju alat
3. *Bucket* melakukan penetrasi ke dalam tanah
4. *Bucket* yang telah penuh diangkat
5. Struktur atas berputar
6. *Bucket* diayunkan sampai material didalamnya keluar.

3.6.4 Kapasitas Produktivitas Alat Berat *Excavator*

1. Kapasitas produktivitas *excavator*

Menurut Wilopo (2009), untuk menghitung kapasitas produktivitas *excavator* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$KP = \frac{KB \times bf \times 3600 \times FK}{CT} \quad (3.3)$$

Keterangan :

KP = Kapasitas produktivitas *hydraulic excavator* (m³/jam)

KB = Kapasitas *bucket* (m³)

bf = *Bucket* faktor

FK = Faktor efisiensi kerja atau terdiri dari :

a. Faktor kesiapan mesin

b. Faktor efisiensi waktu

c. Faktor ketrampilan operator

CT = *Cycle Time* (detik)

bucket pada *excavator* dapat dilihat pada Gambar 3.9. *Bucket* factor dapat dilihat pada Tabel 3.5

Tabel 3.7 *Bucket* factor untuk *Excavator*

Kondisi Pemuatan	Faktor
------------------	--------

Ringan	Menggali dan memuat stockpile atau material yang telah dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dibuat munjung dalam bucket	1.0 – 0.8
--------	--	-----------

Lanjutan Tabel 3.7 *Bucket factor* untuk *Excavator*

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, batuan bundar, pasir campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk dengan bucket.	0.5 – 0.4

Sumber : Röchmanhadi, 1985

Tabel 3.8 Faktor Koreksi (fk) untuk *Excavator*

MATERIAL	fk
Tanah dan tanah organik	0.80 – 0.90
Pasir dan kerikil	0.90 – 1.00
Lempung keras	0.65 - 0.75

Lempung basah	0.50 - 0.60
Batuan dengan peledakan buruk	0.40 - 0.50
Batuan dengan peledakan baik	0.60 - 0.75

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Menurut Rostiyanti (2014), *cycle Time*, siklus waktu, atau siklus kerja yang perlu diperhatikan adalah pekerjaan yang dilakukan secara berulang. Pekerjaan utama tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali ke kegiatan awal.

- a. Waktu muat atau *loading time* (LT)
Waktu muat adalah waktu yang dibutuhkan untuk memuat dari suatu alat ke dalam alat angkut sesuai dengan kapasitasnya.
- b. Waktu angkut atau *hauling time* (HT)
Waktu angkut merupakan waktu yang diperlukan untuk bergerak dari tempat pemuatan ke tempat pembongkaran.
- c. Waktu kembali atau *return time* (RT)
Waktu kembali adalah waktu saat kembalinya dari tempat pembongkaran menuju tempat pemuatan dan dalam keadaan keadaaan kosong.
- d. Waktu pembongkaran atau *dumping time* (DT)
Waktu pembongkaran merupakan waktu yang diperlukan untuk membongkar muatan.
- e. Waktu tunggu atau *spotting time* (ST)
Waktu tunggu adalah waktu dimana saat kembali ke tempat pemuatan tetapi masih ada alat pengangkut lain yang masih memuat material.

$$CT = LT + HT + DT + RT + ST \quad (3.4)$$

Keterangan :

CT = Waktu Siklus (detik)

LT = Waktu muat atau *loading time* (detik)

HT = Waktu angkut atau *hauling time* (detik)

DT = Waktu pembongkaran atau *dumping time* (detik)

RT = Waktu kembali atau *return time* (detik)

ST = Waktu tunggu atau *spotting time* (detik)

Tabel 3.9 Waktu Gali

Kondisi Gali/ Kedalaman Gali	Ringan (detik)	Sedang (detik)	Agak sulit (detik)	Sulit (detik)
0 – 2 m	6	9	15	26
2 – 4 m	7	11	17	28
4 - lebih	8	13	19	30

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Tabel 3.10 Waktu Putar

Sudut Putar	Waktu Putar (detik)
45° - 90° (derajat)	4 – 7
90° - 180° (derajat)	5 – 8

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Menurut Rochmanhadi (1985), faktor yang mempengaruhi efisiensi alat sebagai berikut :

- a. Kemampuan operator pemakai alat
- b. Pemilihan dan pemeliharaan alat
- c. Perencanaan dan pengaturan letak alat
- d. Topografi dan volume pekerjaan
- e. Kondisi cuaca
- f. Metode pelaksanaan alat.

Menurut Rochmanhadi (1985), untuk menentukan efisiensi alat adalah dengan menghitung berapa menit alat tersebut bekerja secara efektif dalam satu jam.

Tabel 3.11 Efisiensi Kerja (FK)

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Normal	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0.83	0.81	0.76	0.70	0.63
Baik	0.78	0.75	0.71	0.65	0.60
Normal	0.72	0.69	0.65	0.60	0.54

Lanjutan Tabel 3.11 Efisiensi Kerja (FK)

Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Buruk Sekali	0.52	0.50	0.47	0.42	0.3

Sumber : Rochmanhadi, 1985

3.7 Kapasitas Produktivitas Alat Berat *Dump Truck*

3.7.1. Pengertian *Dump Truck*

Menurut Rochmanhadi (1985), dalam pekerjaan konstruksi dengan jarak angkut yang cukup maka sering digunakan alat angkut sebagai berikut :

1. *Dump Truck*
2. *Trailer*
3. *Dumper*
4. Dan lain-lain

Menurut Rochmanhadi (1985), dalam pekerjaan konstruksi alat angkut *Dump Truck* memiliki 3 macam, sebagai berikut :

1. *Side dump truck* (penumpahan ke samping)
2. *Rear dump truck* (penumpahan ke belakang)
3. *Rear and side dump truck* (penumpahan ke samping dan belakang)

Menurut Rochmanhadi (1985), syarat paling penting agar *truck* dapat bekerja secara efektif adalah jalan kerja yang keras dan rata, tetapi ada kalanya *truck* didesain agar mempunyai *cross country ability* yaitu suatu kemampuan berjalan diluar jalan biasa. Memilih *truck* yang harus dan alat pemuat mempunyai perbandingan yaitu 4 @ 5 : 1 atau kapasitas 4 *truck* @ 5 kali kapasitas alat pemuat. Perbandingan tersebut akan mempengaruhi waktu pemuatan. *Truck* memiliki dua macam yaitu *truck* kecil dan *truck* besar. *Truck* kecil mempunyai keuntungan sebagai berikut :

1. Lebih lincah dalam beroperasi
2. Lebih mudah mengoperasikannya

3. Lebih fleksibel dalam pengangkutan jarak dekat
4. Pertimbangan terhadap jalan kerja lebih sederhana
5. Penyesuaian terhadap kemampuan loader lebih mudah
6. Jika salah satu *truck* dalam satu unit angkutan tidak bekerja, tidak akan terasa terhadap produksi
7. Pemeliharaan lebih mudah dilaksanakan

Menurut Rochmanhadi (1985), alat pengangkut *truck* kecil mempunyai kerugian sebagai berikut :

1. Waktu hilang lebih banyak, akibat banyaknya *Truck* kecil yang beroperasi, terutama waktu muat.
2. *Excavator* lebih sukar untuk memuatnya, karena kecilnya bak, lebih banyak *truck* yang diperlukan.
3. Biaya pemeliharaan lebih besar, karena lebih banyak *truck*, begitu pula tenaga pemeliharaan.

Menurut Rochmanhadi (1985), alat pengangkut *truck* besar mempunyai keuntungan sebagai berikut :

1. Untuk kapasitas yang sama dengan *truck* kecil, jumlah unit *truck* besar lebih sedikit.
2. Sopir atau *crew* yang digunakan lebih sedikit.
3. Cocok untuk angkutan jarak jauh
4. Pemuatan dari loader lebih mudah sehingga waktu yang hilang lebih sedikit.

Menurut Rochmanhadi (1985), alat pengangkut *truck* besar mempunyai kerugian sebagai berikut :

1. Jalan kerja harus diperhatikan, karena berat *truck* , kerusakan jalan relative lebih cepat
2. Pengoperasian lebih sulit karena ukurannya yang besar
3. Produksi akan sangat berkurang, jika salah satu *truck* tidak jalan
4. Pemeliharaan lebih sulit dilaksanakan.

Menurut Rostiyanti (2014), produktivitas *truck* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = V \times \frac{60}{CT} \times Et \quad (3.5)$$

Keterangan :

Q = Produktivitas (m³/jam)

V = Kapasitas (m³)

CT = Waktu siklus (menit)

Et = Efisiensi kerja *dump truck*

Menurut Rostiyanti (2014), menghitung jumlah *truck* yang dibutuhkan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Truck} = \frac{\text{Produktivitas Excavator}}{\text{Produktivitas Truck}} \quad (3.6)$$

3.8 Konsep Biaya dan Pendapatan

Menurut Asiyanto (2007), investasi alat konstruksi pada umumnya, merupakan keputusan untuk jangka panjang. Suatu alat berat digunakan pada suatu proyek, maka biaya investasi untuk alat tersebut tidak dapat dibebankan sebagai biaya proyek, karena pengeluaran tersebut adalah merupakan biaya investasi yang akan dimanfaatkan dalam jangka waktu lebih dari setahun, dan alat tersebut masih dapat dimanfaatkan untuk proyek lain.

Menurut Asiyanto (2007), bila suatu perusahaan menggunakan alat sewa dari luar, maka perusahaan tersebut tidak mengeluarkan biaya investasi untuk alat berat. Dalam sebuah perjanjian sewa alat, biasanya diatur bila suatu saat alat mengalami *idle*, maka perusahaan yang telah menyewa alat tetap dikenakan biaya sewa minimum, yang bertujuan untuk tetap dapat menutup biaya penyusutan pada pemilik alat berat.

Untuk dapat melakukan evaluasi rugi atau laba dari penggunaan alat berat serta dapat mengendalikannya maka yang harus diketahui adalah biaya alat dan Pendapatan alat.

3.8.1. Biaya Alat

Menurut Asiyanto (2007), biaya alat berat adalah biaya alat yang merupakan salah satu dari unsur biaya proyek itu sendiri. Pada manajemen alat berat ada beberapa konsep mengenai biaya alat, sebagai berikut :

1. Struktur Biaya Alat

Struktur biaya alat, terdiri dari :

- a. Biaya kepemilikan (*ownership cost*), biaya ini bersifat tetap (*fix cost*) yang terdiri dari :
 - 1) Biaya depresiasi
 - 2) Biaya modal
 - 3) Biaya manajemen
- b. Biaya operasional (*operating cost*), biaya ini bersifat tidak tetap (*variable cost*) yang terdiri dari :
 - 1) Biaya bahan bakar
 - 2) Biaya minyak pelumas
 - 3) Biaya minyak *hydraulic*
 - 4) Biaya *Gease* atau Gemuk
 - 5) Biaya Operator
- c. Biaya perbaikan atau pemeliharaan, biaya ini bersifat tidak tetap (*variable cost*) yang terdiri dari :
 - 1) Biaya suku cadang
 - 2) Biaya mekanik
- d. Biaya tidak langsung, biaya ini bersifat semi tetap (*semi fix cost*) yang terdiri dari :
 - 1) Biaya *overhead*
 - 2) Biaya lain-lain

Keempat unsur tersebut bila digabungkan menjadi tariff sewa alat per jam atau unit *price* alat untuk satuan jenis alat. Ada biaya diluar struktur biaya alat, yaitu biaya mobilisasi dan demobilisasi, yang terdiri dari :

- a. Biaya angkutan ke lokasi pekerjaan (mobilisasi)
- b. Biaya montase dan pondasi (bila diperlukan)
- c. Biaya demontase (pembongkaran)
- d. Biaya angkutan kembali ke tempat asal atau ke tempat yang diinginkan (demobilisasi)

2. Pengelompokan Biaya Alat

Pengelompokan biaya alat dibagi menjadi dua, sebagai berikut :

- a. Biaya untuk keperluan *cost estimate*, terdiri dari :
 - 1) Biaya langsung, terdiri dari *ownership cost*, *operating cost*, *repair cost*.
 - 2) Biaya tidak langsung, terdiri dari *overhead* dan biaya lain-lain.

Biaya langsung merupakan biaya yang ditetapkan oleh para estimator, sedangkan biaya tidak langsung merupakan biaya yang bertujuan untuk menampung biaya-biaya lain diluar alat dan cadangan laba yang diinginkan.
- b. Biaya untuk keperluan *cost budget* biaya alat dikelompokkan menjadi
 - 1) Biaya tak tetap (*variable cost*), yaitu biaya yang harus dikendalikan, terdiri dari : biaya operasi, biaya *repair*
 - 2) Biaya tetap (*fix cost*), yaitu biaya yang harus dicadangkan, terdiri dari : biaya kepemilikan dan biaya *overhead* .

3. Harga Satuan Pekerjaan atau Sewa alat

Harga satuan pekerjaan terdiri dari biaya material, tenaga dan alat.

- a. Biaya langsung per jam, terdiri dari :
 - 1) Biaya depresiasi

$$\text{Depresiasi} = \frac{D}{a} \text{ Rp/jam} \quad (3.7)$$

Keterangan :

D = Depresiasi untuk satu tahun yang bersangkutan (rupiah)

a = Standar jam kerja per tahun (jam)

2) Biaya bunga modal

$$\text{Bunga modal} = \frac{i \times N}{a} \text{ Rp/jam} \quad (3.8)$$

Keterangan :

i = Ketetapan bunga satu tahun (%)

N = Nilai buku alat pada awal tahun yang bersangkutan (rupiah)

a = Standar jam kerja per tahun (jam)

3) Biaya manajemen

$$\text{Biaya manajemen} = \frac{m \times A}{a} \text{ Rp/jam} \quad (3.9)$$

Keterangan :

m = Faktor dalam %, biasanya diambil 5%

A = Harga beli alat (rupiah)

a = Standar jam kerja per tahun (jam)

4) Biaya bahan bakar

$$\text{Bahan Bakar} = F \times 0,3 \text{ (premium)} \times h \times \text{PK Rp/Jam} \quad (3.10)$$

$$= F \times 0,2 \text{ (solar)} \times h \times \text{PK Rp/Jam} \quad (3.11)$$

Keterangan :

h = Harga bahan bakar per liter (Rupiah)

PK = Nilai PK alat yang bersangkutan

F = Faktor efisiensi (60% - 80%)

5) Biaya minyak pelumas

$$\text{Minyak peluma} = \left[\frac{F \times PK}{195.5} + \frac{C}{t} \right] \text{ Rp/jam} \quad (3.12)$$

Keterangan :

F = Faktor efisiensi

PK = Nilai PK alat yang bersangkutan

C = Isi carter mesin *gear box* dan lain-lain (liter)

t = Waktu antara pergantian minyak pelumas (jam)

h = Harga minyak pelumas per liter (rupiah)

Tabel 3.12 Nilai F diperoleh dari praktek

Jenis Alat	Kondisi Lapangan		
	Ringan	Sedang	Berat
Peralatan roda ban	0.25	0.30	0.40
Peralatan roda track	0.50	0.63	0.75

Sumber : Manajemen Alat Berat untuk Konstruksi (2007)

6) Biaya minya *hydraulic*

$$\text{Minyak peluma} = \left[1.2 + \frac{C}{t} \right] h \text{ Rp/jam} \quad (3.13)$$

Keterangan :

C = kapasitas isi minyak *hydraulic* (liter)

t = Waktu antara pergantian minyak *hydraulic* (jam)

h = Harga minyak *hydraulic* per liter (rupiah)

7) Biaya Gemuk (*Grease*)

$$\text{Grease} = g \times h \text{ Rp/Jam} \quad (3.14)$$

Keterangan :

g = Kebutuhan *grease* (Kg/Jam)

h = Harga *grease* per Kg (rupiah)

Nilai “g” diperoleh dari Tabel 3.10.

Tabel 3.13 Nilai g

	Kondisi Lapangan
--	------------------

Jenis Alat		Ringan	Sedang	Berat
<i>Tractor</i>	100 PK	0.20	0.30	0.50
	75 – 100 PK	0.15	0.25	0.45
	60 – 75 PK	0.10	0.20	0.40
	25 – 60 PK	0.05	0.15	0.25
<i>Wheel</i>	100 – 150 PK	0.05	0.15	0.25

Sumber : Manajemen Alat Berat untuk Konstruksi (2007)

8) Biaya operator per jam

Biaya operator sangat bergantung pada jumlah tenaga yang dikerjakan pada satu alat dan bergantung pada gaji dari perusahaan yang diikutinya. (per jam, per hari, atau per satuan pekerjaan)

9) Biaya perbaikan atau pemeliharaan

Biaya perbaikan dan pemeliharaan sulit untuk ditetapkan, maka memiliki pedoma, sebagai berikut :

- a. Total biaya perbaikan untuk alat yang bekerja berat = 90 % harga alat.
- b. Total biaya perbaikan untuk alat yang bekerja ringan = 60 % harga alat.

b. Biaya tidak langsung

Biaya tidak langsung ditetapkan secara persentase terhadap biaya langsung. Besarnya dipengaruhi oleh manajemen yang bersangkutan.

3.8.2. Pendapatan Alat

Menurut Asiyanto (2007), pendapatan alat dapat diperoleh melalui beberapa jasa yang ditawarkan, sebagai berikut :

1. Jasa sewa alat

Jasa sewa alat dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Jasa sewa alat} = \text{tarif sewa alat per jam} \times \text{jumlah jam} \quad (3.15)$$

Keterangan :

Tarif sewa alat per jam (rupiah)

Jumlah jam penggunaan (jam)

2. Jasa pelaksanaan pekerjaan

Jasa pelaksanaan pekerjaan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Jasa pelaksanaan pekerjaan} = \text{produksi alat} \times \text{unit price} \quad (3.16)$$

Keterangan :

Hasil produksi alat (m^3)

Unit *price* (Rupiah per m^3)

3. Kombinasi jasa sewa dan pelaksanaan

Kombinasi jasa sewa dan pelaksanaan perlu strategi cara masing-masing. Perencanaan pengendaliannya dilakukan masing-masing secara terpisah, untuk dapat mengetahui jasa yang lebih menguntungkan.

