II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Proyek Konstruksi

Menurut *Nugraha dkk,* 1995 dalam tugas akhir Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower Crane dan Mobil Crane Pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya (Muhammad Ridha, 2001), Proyek adalah suatu aktifitas yang bertujuan untuk mewujudkan sebuah ide atau gagasan menjadi suatu kenyataan fisik. Bisa dikatakan bahwa proyek adalah proses untuk mewujudkan sesuatu yang tidak ada menjadi ada dengan biaya tertentu dan dalam batas waktu tertentu.

Menurut *Soeharto* (1995) dalam tugas akhir Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower Crane dan Mobil Crane Pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya (Muhammad Ridha, 2001), proyek memiliki ciri – ciri sebagai berikut:

1. Memiliki tujuan akhir, produk akhir atau hasil kerja akhir.
2. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan.
3. Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.

4. Non rutin, tidak berulang – ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Menurut *Nunnaly, S.W.*, 2000 dalam tugas akhir Efisiensi Tata Letak Fasilitas dan Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Gedung Bertingkat (Studi Kasus : Tower Crane), Suatu proyek dikatakan sukses apabila kontraktor berhasil mendapatkan laba maksimum dan *owner* mendapatkan hasil yang memuaskan serta tepat waktu dalam penyelesaiannya.

B. Konsep manajemen

Menurut *Soeharto*, 1999 dalam tugas akhir Manajemen Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Jalan AP-10 Batang – Weleri (III) Jateng (Lisa Adatika, 2006), Pengertian manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan. Yang dimaksud dengan proses adalah mengerjakan sesuatau dengan pendekatan tenaga, keahlian peralatan, dana dan informasi.

Menurut *Ervianto* (2002) Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) sampai selesainya proyek untuk menjamin bahwa proyek dilaksanakan tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu.

Alat berat yang digunakan dalam ilmu teknik sipil adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan (Rostiyanti, 2008).

Menurut *Wilopo* (2009), keuntungan – keuntungan dengan menggunakan alat – alat berat antara lain:

1. Waktu pengerjaan lebih cepat

   Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.

2. Tenaga besar

   Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia.

3. Ekonomis

   Karena alasan efisien, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor – faktor ekonomis lainnya.

4. Mutu hasil kerja lebih baik

   Dengan memakai peralatan berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi.

Saat ini proyek konstruksi semakin berkembang, dalam pelaksanaanya segala sesuatu perlu direncanakan dengan tepat dan cermat. Salah satunya adalah perencanaan penggunaan peralatan konstruksi yang tepat agar dapat menunjang kelancaran pelaksanaan di lapangan. Dalam pemilihan alat

konstruksi yang penting adalah mengidentifikasi alat untuk mengetahui fungsi serta cara pengoperasiannya dan dapat memperkirakan produktivitas dan efisiensi kerja alat.

Manajemen alat berat adalah merencanakan, mengatur dan mengendalikan alat-alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur supaya dapat bekerja seefektif dan seefisien mungkin sehingga proyek dapat berjalan dengan lancar.

Peranan alat konstruksi dalam pelaksanaan pekerjaan tidak dapat diabaikan terutama proyek – proyek yang padat alat. Bahkan keberhasilan suatu proyek bisa sangat tergantung dari peranan alat. Seperti diketahui bahwa unsur biaya proyek yang utama adalah biaya material, biaya tenaga, dan biaya alat. Dalam hal proyek yang menggunakan banyak peralatan konstruksi, maka biaya alat dapat menjadi unsur biaya yang dominan (Asiyanto, 2008).

Di dalam manajemen proyek, ada 3 (tiga) batasan pokok yang harus dikendalikan yaitu biaya, mutu dan waktu pelaksanaan pekerjaan, dengan tetap menjaga keselamatan kerja dan lingkungan. Unsur – unsur tersebut saling terkait dan tidak dapat dipisahakan. Dalam mengendalikan tiga batasan tersebut sering kali peranan alat sangat besar. Oleh karena itu peranan manajemen peralatan sangat penting dalam rangka mencapai sasaran perusahaan yaitu laba, citra dan profesionalisme yang dapat diukur dari kemampuan mengendalikan biaya, kemampuan menyelesaikan pekerjaan sesuai waktu yang telah ditetapkan dan kemampuan menghasilkan produk/pekerjaan sesuai dengan mutu yang disyaratkan. Ada lagi satu ukuran

kinerja baru saat ini, yaitu keselamatan kerja dan lingkungan (Asiyanto, 2008).

Menurut *Asiyanto* (2008), faktor – faktor penting yang merupakan permasalahan pokok dalam manajemen peralatan konstruksi mencakup pengadaan alat, pengoperasian alat, dan pemeliharaan alat.

1. Pengadaan Alat

a. Pemilihan Alat

Secara bisnis, dapat dikatakan bahwa pengadaan alat konstruksi seharusnya melalui suatu proses perencanaan yang didasarkan atas pertimbangan ekonomi, seperti layaknya proses keputusan investasi, karena menyangkut biaya yang besar dengan manfaat jangka panjang. Walaupun terkadang ada juga perkecualian yang mempertimbangkan dari segi ekonomi. Tetapi biasanya keputusan yang seperti itu didasarkan atas keadaan yang memaksa. Artinya bila tidak dilakukan investasi, maka akan menghadapi resiko yang besar. Biasanya keputusan seperti itu dilakukan untuk jangka pendek saja, dimana bila alasan pertimbangannya sudah tercapai, kemudian alat dijual kembali (Asiyanto, 2008).

Menurut *Rostiyanti* (2008), dalam pemilihan alat berat ada beberapa faktor yang harus diperhatikan sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari. Faktor – faktor tersebut antara lain:

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. Cara operasi. Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, 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. Proyek – proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dam, dan lain – lain.
7. Jenis dan daya dukung tanah. Jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang

akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat, lepas, keras, atau lembek.

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

b. Sumber peralatan

Menurut *Rostiyanti* (2008), di dalam dunia konstruksi, alat – alat berat yang dipakai dapat berasal dari bermacam – macam sumber, antara lain:

1. Alat Berat yang Dibeli oleh Kontraktor

   Perusahaan konstruksi dapat membeli alat berat sebagai asset perusahaan. Keuntungan dari pembelian ini adalah biaya pemakaian per jam yang sangat kecil jika alat tersebut dipergunakan secara optimal. Keuntungan lain dari kepemilikan alat adalah bonafiditas bagi perusahaan konstruksi karena kadang – kadang dalam proses tender pemilik proyek melihat kemampuan suatu kontraktor berdasarkan alat yang dimilikinya.

2. Alat Berat yang Disewa-Beli (*Leasing*) oleh Kontraktor

   Pengadaan alat juga dapat berasal dari perusahaan *leasing* alat berat. Sewa-beli alat umumnya dilakukan jika pemakaian alat tersebut berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Yang dimaksud dengan sewa-beli adalah pengadaan alat dengan pembayaran pada

perusahaan *leasing* dalam jangka waktu yang lama dan di akhir masa sewa beli tersebut alat menjadi milik pihak penyewa. Biaya pemakaian umumnya lebih tinggi daripada memiliki alat tersebut, namun terhindar dari risiki investasi alat yang besar di awal.

3. Alat Berat yang Disewa oleh Kontraktor

   Perusahaan konstruksi juga dapat mengadakan alat berat dari perusahaan penyewaan. Alat berat yang disewa umunya dalam jangka waktu yang tidak lama. Biaya pemakaian alat berat sewa adalah yang tertinggi, akan tetapi tidak akan berlangsung lama karena penyewaan dilkukan pada waktu yang sikat. Pada metode ini juga perusahaan konstruksi terbebas dari biaya investasi alat yang cukup besar.

2. Pengoperasian Alat

Pengoperasian dan pemeliharaan alat adalah meliputi semua kegiatan dalam rangka mendayagunakan alat agar dapat menghasilkan pengembalian investasi (*ownership cost*) yang memadai (Asiyanto, 2008). Ada dua hal yang tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lain yaitu:

1. Utilitas, yaitu alat selalu diupayakan agar tetap dapat beroperasi sehingga mengurangi *idle time*.
2. Produktivitas, yaitu kuantitas yang dihasilkan oleh alat per satuan waktu cukup tinggi sehingga dapat menekan realisasi harga satuan pekerjaan.

Dalam rangka mencapai dua hal tersebut di atas, maka penggunaan alat perlu memperhatikan hal – hal sebagai berikut:

1. Cara pelaksanaan harus sesuai dengan metode yang telah ditetapkan, kecuali bila ada pemikiran baru untuk peningkatan efisiensi di lapangan, meliputi posisi alat, urutan kerja dan cara kerjanya.
2. Setiap alat harus dioperasikan secara benar sesuai petunjuk operating manual dari alat yang bersangkutan.
3. Operator yang mengoperasikan alat harus mampu/cakap (sebaiknya bersertifikat), melalui suatu seleksi yang ketat. Sebaiknya setiap alat operatornya tetap, jangan terlalu sering melakukan pergantian operator tanpa alasan yang cukup.
4. Dipikirkan hambatan dari cuaca dan hambatan lain untuk dapat menekan *idle time* sekecil mungkin.
5. Hindari penggunaan alat yang mungkin dapat mengganggu kepada lingkungan sekitarnya.
6. Perlu dibuat jadwal kerja dari masing – masing alat dengan mempertimbangkan saling ketrkaitannya.
7. Melakukan pemeliharaan rutin sesuai aturan.

Adapun hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian alat berat yaitu :

a. Kelayakan Alat

Sebelum alat dioperasikan, harus dapat diyakinkan bahwa alat yang akan digunakan memang sudah layak untuk dioperasikan. Ditinjau

dari keselamatan kerja, maka semua alat, terutama alat angkat, harus dinyatakan kelayakan pakainya. Hal ini sering diabaikan, sehingga alat yang sebenarnya tidak layak untuk dioperasikan, tetapi digunakan juga tanpa suatu pengawasan yang ketat, sehingga sering menimbulkan kecelakaan kerja. Di dalam *safety management* semua alat berat yang akan digunakan harus ada surat keterangan tentang kelayakan pakai dari setiap alat yang digunakan. Di dalam kegiatan *safety control*, alat yang tidak memiliki surat keterangan layak pakai, tidak diperbolehkan untuk digunakan.

Jadi dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat berat konstruksi harus memiliki persyaratan yaitu memiliki surat keterangan tentang kelayakan pakai dari alat (Asiyanto, 2008).

b. Pembinaan Operator dan Mekanik

Dalam mengelola peralatan apalagi dalam jumlah dan jenis yang banyak, pembinaan operator dan mekanik sangat penting artinya dalam upaya untuk dapat mencapai sasaran – sasaran yang diinginkan. Dalam komposisi biaya alat, biaya operator dan mekanik memiliki bobot yang relatif kecil dibanding biaya alat itu sendiri, tetapi perannya sangat besar dalam pengoperasian alat. Oleh karena itu disamping kualitas operator dan mekanik, juga perlu direncanakan berapa jumlah tenaga operator dan mekanik yang sebaiknya diperlukan sesuai dengan jumlah alat yang dimiliki (Asiyanto, 2008).

3. Pemeliharaan Alat

Pengoperasian dan pemeliharaan tidak dapat dipisahkan, karena waktu prosesnya dapat bersamaan. Artinya alat yang sedang dioperasikan harus selalu dilakukan pemeliharaan, sehingga perlu diatur waktu pengoperasian dan waktu pemeliharaan.

Manajemen pemeliharaan adalah suatu usaha atau tindakan yang dilaksanakan untuk merancang, mengorganisasikan, melaksanakan dan mengontrol sistem pemeliharaan alat – alat berat, secara teratur dan konsisten untuk dapat memenuhi target *mechanical availability* (kesiapan mekanis) yang ditentukan, dengan biaya yang serendah – rendahnya dan seefisien mungkin. Tindakan ini harus dilaksanakan secara teratur dan berkesinambungan, sehingga *mechanical availability* dari alat – alat berat yang dipelihara tersebut selalu meningkat setara dengan atau bahkan harus diusahakan untuk lebih tinggi dari tolak ukur yang berlaku pada bidang usaha sejenis yang digeluti (Asiyanto, 2008).

C. Fungsi Manajemen

Menurut *Suharto*, 1999 manajemen memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Perencanaan

Perencanaan berarti memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan datang yang diperlukan untuk mencapai sasaran. Ini berarti langkah pertama adalah menentukan sasaran yang hendak dicapai,

kemudian menyusun urutan langkah kegiatan untuk mencapainya. Berangkat dari pengertian ini maka perencanaan dimaksudkan untuk menjembatani antara sasaran yang akan diraih dengan keadaan atau situasi awal. Salah satu kegiatan perencanaan adalah pengambilan keputusan, mengingat hal ini diperlukan dalam proses pemilihan alternatif.

2. Pengorganisasian

Pengorganisasian dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang berhubungan dengan cara bagaimana mengatur dan mengalokasikan kegiatan serta sumber daya kepada para peserta kelompok (organisasi) agar dapat mencapai sasaran secara efisien. Hal ini berarti perlunya pengaturan peranan masing-masing anggota. Peranan ini kemudian menjadi pembagian tugas, tanggung jawab dan otoritas.

3. Pengkoordinasian

Pengkoordinasian berupa tindakan untuk menciptakan kerja sama yang baik, kerja sama yang terpadu, saling menunjang antara masing-masing orang yang melaksanakan kegiatan tersebut. Manfaat dari fungsi ini adalah terciptanya keseimbangan tugas, hak, dan kewajiban masing-masing bagian dalam organisasi, serta mendorong tercapainya efisiensi dan kebersamaan dalam bekerja sama. Kegiatan ini dapat berupa pengkoordinasian pelaksanaan kegiatan, mendistribusikan tugas dan tanggung jawab.

4. Pengendalian

Pengendalian adalah menuntun, dalam arti memantau, mengkaji, dan bila perlu mengadakan koreksi agar hasil kegiatan sesuai dengan yang telah ditentukan. Jadi dalam fungsi ini hasil-hasil pelaksanaan kegiatan selalu diukur dan dibandingkan dengan rencana. Oleh karena itu, umumnya telah dibuat tolak ukur, seperti anggaran, standar mutu, jadwal penyelesaian pekerjaan, dan lain – lain. Bila terjadi penyimpangan, maka segera dilakukan pembetulan. Dengan demikian, pengendalian merupakan salah satu upaya untuk meyakini bahwa arus kegiatan bergerak ke arah sasaran yang akan diinginkan.

D. Produktivitas Alat Berat

Menurut *Suryadharma* dan *Y. Wigroho*, 1993 dalam Jurnal Perbandingan Biaya Penggunaan Alat Berat (Andri Gustiono), Produktivitas dapat dibagi menjadi dua bagian :

1. Produktivitas Tenaga Kerja

Selain dari tenaga – tenaga yang tersedia, pelaksana harus mencari tenaga kerja baru untuk mencukupi keperluan tenaga kerja. Hal ini mengharuskan untuk menghitung kebutuhan tenaga kerja yang dibutuhkan, seperti tenaga kerja berpendididkan tinggi, operator alat berat dan lain sebagainya yang tentunya memerlukan suatu perencanaan sehingga pelaksanaan dapat berjalan dengan baik (Suryadharma dan Y. Wigroho, 1993).

2. Produktivitas Alat Berat

Produktivitas alat berat adalah batas kemampuan alat berat untuk bekerja. Hubungan antara tenaga yang dibutuhkan, tenaga yang tersedia dan tenaga yang dimanfaatkan sangat berpengaruh pada produktivitas suatu alat berat (Suryadharma dan Y. Wigroho, 1993).

Sedangkan menurut *Rostiyanti* (2008), produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat (*cycle time*).

Dengan demikian satu siklus alat berarti pula satu nilai produksi, sesuai dengan kapasitas alatnya. Cepat atau lambatnya waktu siklus akan sangat menentukan tinggi rendahnya produktivitas. Rumus dasar untuk menghitung produktivitas alat adalah :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{CT}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.1)$$

a. Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Waktu Siklus (*Cycle Time*) adalah waktu yang diperlukan alat dari posisi awal sampai kembali kepada posisi awal lagi untuk suatu kegiatan berulang (Asiyanto, 2008).

Siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama di dalam kegiatan tersebut

adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali ke kegiatan awal (Rostiyanti, 2008).

Waktu siklus terdiri dari beberapa unsur. Pertama adalah waktu muat atau *loading time* (LT). Waktu muat merupakan waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat untuk memuat material ke dalam alat angkut sesuai dengan kapasitas alat angkut tersebut. Nilai LT dapat ditentukan walaupun tergantung dari jenis tanah, ukuran unit pengangkut (*blade*, *bowl*, *bucket*, dst.), metode dalam pemuatan dan efisiensi alat.

Unsur kedua adalah waktu angkut atau *hauling time* (HT). Waktu angkut merupakan waktu yang diperlukan oleh suatu alat, untuk bergerak dari tempat pemuatan ke tempat pembongkaran. Waktu angkut tergantung dari jarak angkut, kondisi jalan, tenaga alat, dan lain – lain. Pada saat alat kembali ke tempat pemuatan maka waktu yang diperlukan untuk kembali disebut waktu kembali atau *return time* (RT). Waktu kembali lebih singkat daripada waktu berangkat karena kendaraan dalam keadaan kosong.

Waktu pembongkaran atau dumping time (DT) juga merupakan unsur penting dari waktu siklus. Waktu ini tergantung dari jenis tanah, jenis alat, dan metode yang dipakai. Waktu pembongkaran merupakan bagian yang terkecil dari waktu siklus.

Unsur terakhir adalah waktu tunggu atau *spotting time* (ST). Pada saat kembali ke tempat pemuatan adakalanya alat tersebut perlu antre dan

menunggu sampai alat diisi kembali. Saat mengantre dan menunggu ini yang disebut waktu tunggu. Dengan demikian:

CT = LT + HT + DT + RT + ST ……...(2.2)

b. Efisiensi Alat dan Faktor Pengaruh Produktivitas

Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitas alat yaitu efisiensi alat. Cara yang umum dipakai untuk menentukan efisiensi alat adalah dengan menghitung berapa menit alat tersebut bekerja secara efektif dalam satu jam (Rostiyanti, 2008).

Secara umum produktivitas kerja alat per satuan waktu (jam), dipengaruhi oleh beberapa faktor (Asiyanto, 2008):

1. Kapasitas alat dari pabrik

   Semakin besar kapasitas alat maka akan besar pula produktivitasnya.

2. Kondisi medan kerja dan cuaca

   Bila kondisi medan kerja sulit, maka produktivitasnya akan menurun. Begitu juga dengan kondisi cuaca yang jelek, menyebabkan alat tidak dapat bekerja secara sepenuhnya.

3. Kemampuan dan motivasi operator

   Bila kemampuan operator rendah, maka alat tidak dapat dioperasikan secara optimal, sehingga produktivitasnya akan menurun. Begitu pula jika motivasi operator rendah, walaupun kemampuannya tinggi, tetap akan menurunkan produktivitas alat, karena operator tersebut tidak melakukan pekerjaan dengan sungguh – sungguh. Faktor operator adalah merupakan faktor koreksi terhadap produktivitas standar dalam kondisi ideal, faktor ini tergantung pada keterampilan operator dalam mengoperasikan alat.

4. Manajemen

   Manajemen yang lemah dapat memberikan dampak turunnya motivasi para operator, atau menyebabkan terjadinya *idle time* alat yang tinggi, dimana keduanya menyebabkan turunnya produktivitas alat.

5. Komposisi alat

   Untuk pekerjaan yang dilaksanakan oleh lebih dari satu alat, komposisi yang kurang tepat dapat menyebabkan turunnya produktivitas alat.

Efisiensi kerja dinyatakan dalam suatu besaran faktor koreksi (Fk) yang merupakan suatu faktor yang diperhitungkan pengaruh unsur yang berkaitan dengan mesin, manusia dan keadaan cuaca dan faktor

waktu kerja efektif terhadap pengoperasian peralatan yang dapat dilihat pada tabel – tabel berikut ini :

Tabel 1. Faktor Kondisi Kerja dan Manajemen Tata Laksana

Kondisi Pekerjaan	**Kondisi Tata Laksana**			
	Baik Sekali	**Baik**	**Sedang**	**Buruk**
Baik Sekali	0,84	0,81	0,76	0,70
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Jelek	0,63	0,61	0,57	0,52

(Sumber : Rochmanhadi, 1984)

Tabel 2. Faktor Waktu Kerja Efektif

Kondisi	**Waktu Kerja Efektif**	**Efisiensi**
Baik sekali	55 Menit/Jam	0,92
Baik	50 Menit/Jam	0,83
Sedang	45 Menit/Jam	0,75
Jelek	40 Menit/Jam	0,67

(Sumber : Rochmanhadi, 1984)

Tabel 3. Faktor Keadaan Cuaca

Keadaan Cuaca	**Efisiensi Kerja**
Cerah	1
Cuaca Debu/Mendung/Gerimis	0,8

(Sumber : Rochmanhadi, 1984)

Tabel 4. Faktor Keterampilan Operator

Keterampilan Operator	**Efisiensi**
Sempurna	1,00
Baik	0,75
Kurang	0,60

(Sumber : Rochmanhadi, 1984)

Umunya waktu siklus alat ditetapkan dalam menit, sedangkan produktivitas alat dihitung dalam produksi/jam sehingga perlu ada perubahan dari menit ke jam. Jika faktor efisiensi alat dimasukkan maka rumus menjadi :

Q = q x N x Efisiensi Kerja …….... (2.3)

Dimana: Q = produksi per satuan waktu

q = kapasitas produksi peralatan per satuan waktu

N = $\frac{T}{WS}$ (jumlah trip per satuan waktu)

T = satuan waktu (jam , menit, detik)

w.s = waktu siklus

Semakin tinggi kuantitas pekerjaan yang dihasilkan per satuan waktu maka biaya alat per satuan pekerjaan akan semakin rendah, begitupun senaliknya. Oleh karena itu, bila akan menghitung biaya suatu pekerjaan yang dominan menggunakan alat, maka harus diketahui terlebih dahulu berapa produktivitas dari alat yang terlibat dalam pekerjaan tersebut.

$$\text{Biaya Alat} = \frac{\text{total biaya alat per jam (Rp./Jam)}}{\text{produksi hasil per jam (m}^3\text{/Jam)}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(2.4)}$$

E. Konsep Biaya

Biaya proyek merupakan hal yang penting selain waktu, kedua hal ini berkaitan erat dan dipengaruhi oleh metode pelaksanaan, pemakaian peralatan, bahan, dan tenaga kerja yang dipakai.

Alat konstruksi berfungsi sebagai sarana penunjang dalam pelaksanaan suatu proyek. Oleh karena itu biaya alat adalah merupakan salah satu dari unsur biaya proyek yang ada.

Menurut *Asiyanto* (2008), di dalam manajemen alat, ada beberapa konsep/pengertian mengenai biaya alat, yang meliputi struktur biaya alat, pengelompokkan biaya alat, dan harga satuan pekerjaan.

1. Struktur Biaya Alat

   Struktur biaya alat, terdiri dari :

   a. Biaya Kepemilikan (*ownership cost*)

      biaya ini sifatnya tetap (*fix cost*) yang terdiri dari :

      1. Biaya Depresiasi

         Depresiasi adalah penurunan nilai alat yang dikarenakan adanya kerusakan, pengurangan, dan harga pasaran alat. Penurunan nilai ini berkaitan erat dengan semakin meningkat umur alat atau juga *out of date*. Perhitungan depresiasi diperlukan untuk mengetahui nilai alat setelah pemakaian alat tersebut selama suatu masa tertentu. Selain itu bagi pemilik alat dengan menghitung depresiasi alat tersebut maka pemilik dapat memperhitungkan modal yang akan dikeluarkan di masa alat sudah tidak dapat digunakan dan alat baru harus dibeli (Rostiyanti, 2008).

Ada beberapa cara yang dipakai untuk menghitung depresiasi alat, antara lain:

a. Metode garis lurus (*Straight line method*)

Untuk menghitung depresiasi per tahun digunakan rumus :

$$D_k = \frac{P-F}{n} \quad \text{.....} \quad (2.5)$$

Dimana D_k adalah depresiasi per tahun yang tergantung pada harga alat pada saat pembelian (P, *present value*), nilai sisa alat (*Future value*) dan umur ekonomis alat (n). nilai D_k pada metode ini selalu konstan. Nilai buku (*book value*, B_k) dari alat dihitung dengan rumus:

$$B_k = B_{k-1} - Dk \quad \text{.....} \quad (2.6)$$

b. Metode penjumlahan tahun (*Sum of the years method*)

Metode ini merupakan metode percepatan sehingga nilai depresiasinya akan lebih besar daripada depresiasi yang dihitung dengan metode garis lurus, digunakan rumus :

$$SOY = \frac{n\,(n+1)}{2} \quad \text{.....} \quad (2.7)$$

Depresiasi tahunan dengan cara:

$$R_k = \frac{n-k+1}{SOY} \quad \text{.....} \quad (2.8)$$

$$D_k = R_k \times (P - F) \quad \text{.....} \quad (2.9)$$

Nilai buku pada akhir tahun ke-k adalah:

$$B_k = P - (P - F)x\left(\frac{k\left(n - \frac{k}{2}\right) + 0{,}5}{SOY}\right) \quad \text{.....} \quad (2.10)$$

c. Metode penurunan seimbang (*Declining balance method*)

Metode ini menghitung depresiasi pertahun dengan mengkalikan nilai buku pada akhir tahun dengan suatu faktor. Nilai depresiasi dengan cara ini lebih besar daripada dengan dua metode sebelumnya. Persen penurunannya (*x*) berkisar antara 1,25 per umur alat sampai 2,00 per umur alat. Tingkat depresiasi dihitung dengan rumus:

$$R = \frac{x}{n} \quad \text{.....} \quad (2.11)$$

Metode ini disebut sebagai metode penurunan seimbang ganda (*double declining-balancing method*) jika

$$R = \frac{2}{n} \quad \text{.....} \quad (2.12)$$

Depresiasi tahunan dengan metode ini dihitung dengan rumus:

$$D_k = R(1 - R)^{k-1} \text{ x } P \quad \text{.....} \quad (2.13)$$

Nilai buku diakhir tahun ke-k dihitung dengan rumus:

$$B_k = (1 - R)^k \text{ x } P \quad \text{.....} \quad (2.14)$$

Pada perhitungan depresiasi dengan metode ini tidak memperhitungkan nilai sisa alat. Akan tetapi pada akhir perhitungan nilai nilai buku tidak boleh kurang dari perkiraan nilai sisa alat (Rostiyanti, 2008).

2. Biaya Modal

Perhitungan bunga modal menurut *Asiyanto*, 2008 dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Bunga modal} = \frac{\text{i x N}}{\text{a}} \quad \text{.....} \quad (2.15)$$

I = Ketetapan bunga satuan dalam %.

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

A = Standar jam kerja per tahun (jam).

3. Biaya Manajemen

Perhitungan biaya manajemen menurut *Asiyanto*, 2008 dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Biaya manajemen} = \frac{\text{m x A}}{\text{a}} \quad \text{.....} \quad (2.16)$$

Dimana, m = Faktor dalam %, biasanya diambil 5%.

A = Harga beli alat (rupiah).

a = Standar jam kerja per tahun (jam).

b. Biaya Operasi (*operating cost*)

biaya ini sifatnya tidak tetap (*variable cost*) yang terdiri dari :

1. Biaya bahan bakar

Perhitungan biaya bahan bakar menurut *Asiyanto*, 2008 dapat ditentukan dengan rumus :

Bahan Bakar = F x 0,3 (premium) x h x PK

= F x 0,2 (solar) x h x PK …..…… (2.17)

Dimana. h = Harga bahan bakar per liter (Rupiah).

PK = Nilai PK alat yang bersangkutan.

F = Faktor efisiensi (60% - 80%).

2. Biaya minyak pelumas

Perhitungan biaya minyak pelumas menurut *Asiyanto*, 2008 dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Minyak Pelumas} = \left(\frac{\text{F x PK}}{195{,}5} + \frac{\text{C}}{\text{t}}\right) \quad \text{…… (2.18)}$$

PK = Nilai PK alat yang bersangkutan.

F = Faktor.

C = Isi carter mesin, gear box dan lain – lain (liter).

t = Waktu antara penggantian minyak pelumas (jam).

h = Harga minyak pelumas per liter (rupiah).

Nilai F diperoleh dari praktek, biasanya diambil sebagai berikut:

Tabel 5. Faktor Pengoperasian untuk Harga Minyak Pelumas

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, Asiyanto, 2008)

3. Biaya minyak hidraulik

Perhitungan biaya minyak hidraulik menurut *Asiyanto*, 2008 dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Minyak Hidraulik} = \left(1{,}2\ \frac{C}{t}\right) h \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.19)$$

C = Kapasitas isi minyak hidraulik (liter).

t = Waktu antara penggantian minyak hidraulik (jam).

h = Harga minyak hidraulik per liter (rupiah).

4. Biaya gemuk (*grease*)

Perhitungan biaya gemuk (*grease*) menurut *Asiyanto*, 2008 dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Grease} = g \times h \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.20)$$

Dimana, G = Kebutuhan *grease* (Kg/Jam).

H = Harga *grease* per Kg (rupiah).

5. Biaya operator

Biaya operator, bergantung jumlah tenaga yang dikerjakan pada suatu alat dan bergantung sistem penggajian perusahaan yang bersangkutan baik per jam, per hari atau per satuan pekerjaan (Asiyanto, 2008).

c. Biaya perbaikan/pemeliharaan

Total biaya perbaikan/pemeliharaan suatu alat sampai dengan umur ekonomisnya sulit ditetapkan karena bergantung banyak faktor. Namun demikian, pedoman berikut dapat digunakan.

Total biaya perbaikan untuk alat yang bekerja berat = 90% harga alat, sedangkan untuk alat yang bekerja ringan = 60% harga alat (Asiyanto, 2008).

d. Biaya tidak langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung terdiri atas biaya pool, biaya kantor, biaya resiko, keuntungan dan sebagainya. Biaya ini biasanya dihitung sebesar 15% - 25% total biaya penggunaan peralatan bersangkutan (Tenriajeng, 2003).

Menurut *Asiyanto* (2008), biaya ini sifatnya semi tetap (*semi fix cost*) yang terdiri dari biaya overhead dan biaya lain – lain.

2. Pengelompokkan Biaya Alat

Ada 2 (dua) macam cara pengelompokkan biaya alat bergantung dari kebutuhannya, ditinjau dari sisi usaha pengelolaan alat (Asiyanto, 2008).

a. Untuk keperluan *Cost Estimate*, biaya alat dikelompokkan menjadi :
   1. Biaya langsung, terdiri dari *Ownership Cost*, *Operating Cost*, *Repair Cost.*
   2. Biaya tidak langsung, terdiri dari *overhead* dan biaya lain – lain.

Didalam proses *cost estimate*, biaya langsung merupakan suatu nilai yang ditetapkan oleh para teknisi estimator. Sedang biaya tak langsung adalah merupakan keputusan manajemen untuk menampung biaya-biaya lain diluar alat dan cadangan laba yang diinginkan. Besar kecilnya biaya tidak langsung ini ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kondisi persaingan yang ada.

b. Untuk keperluan *Cost Budget*, biaya alat dikelompokkan menjadi :

1. Biaya tak tetap (*variable cost*), yaitu biaya yang harus dikendalikan terdiri dari biaya operasi dan biaya repair.
2. Biaya tetap (*fix cost*), yaitu biaya yang harus dicadangkan terdiri dari biaya kepemilikan.

Di dalam proses *cost control*, biaya tak tetap (*variable cost*), merupakan sasaran utama yang harus dikendalikan. Kemampuan atas pengendalian terhadap biaya tak tetap tersebut akan menjamin dipenuhinya biaya tetap yang dicadangkan.

3. Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan umunya terdiri dari unsur – unsur utama yaitu material, tenaga dan alat. Harga satuan pekerjaan untuk unsur alat dapat dihitung dengan menggunakan struktur biaya alat, yang terdiri dari biaya langsung dan biaya tak langsung (biasanya ditetapkan secara persentase terhadap biaya langsung tegantung pada manajemn yang bersangkutan) (Asiyanto, 2008).

F. Data Alat Berat

1. *Crawler Crane* (Crane Beroda Crawler)

Alat pengangkutan vertikal atau alat pengangkat yang biasa digunakan di dalam proyek konstruksi adalah crane. Cara kerja *crane* sebagai alat angkat adalah dengan mengangkat secara vertikal material yang akan dipindahkan, memkindahkan secara horizontal, kemudian menurunkan material di tempat yang diinginkan. Sebenarnya selain untuk pekerjaan pengangkatan material, crane juga dapat dipakai untuk penggalian dan pemasangan tiang.

Crawler crane adalah alat angkat dengan sistem *under carriage track* (rantai). Alat ini di dalam pengoperasiannya tidak memerlukan *out rigger*, praktis dapat langsung dipakai mengangkat beban meskipun jalan kerjanya kurang baik. Kapasitas angkat crane sangat ditentukan oleh radius kerja, sudut pengoperasian boom, dan kombinasi panjang boomnya itu sendiri. Semakin jauh radius benda yang diangkat, semakin kecil kapasitas crane (Wilopo, 2009).

Crawler Crane atau *Crane* Beroda *crawler* mempunyai bagian atas yang dapat bergerak 360° dengan adanya *turntable*. Dengan roda *crawler* maka *crane* tipe ini dapat bergerak di dalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya namun pergerakannya sangat terbatas (Rostiyanti, 2008).

Kapasitas *crane* tergantung dari beberapa faktor. Yang perlu diperhatikan adalah jika material yang diangkut oleh *crane* melebihi kapasitasnya

maka akan terjadi jungkir/roboh. Oleh karena itu berat material yang diangkut sebaiknya :

a. Untuk mesin beroda *crawler* adalah 75% dari kapasitas alat.
b. Untuk mesin beroda ban karet adalah 85%, dari kapasitas alat.
c. Untuk mesin yang memiliki kaki (*outringger*) adalah 85% dari kapasitas alat.

Sedangkan faktor luar yang harus diperhatikan adalah berikut ini :

a. Ayunan angin terhadap alat.
b. Ayunan beban pada saat dipindahkan.
c. Kecepatan pemindahan material.
d. Pengereman mesin dalam pergerakannya.

Mekanisme kerja *crane* terdiri dari :

a. *Hoising mechanism* (Mekanisme angkat)

   Mekanisme ini digunakan untuk mengangkat beban.

b. *Slewing mechanism* (Mekanisme putar)

   Mekanisme ini digunakan untuk memutar *jib* dan *counter jib* sehingga dapat mencapai radius yang diinginkan.

c. *Traveling mechanism* (Mekanisme jalan)

   Mekanisme ini digunakan untuk menurunkan beban yang telah diangkat.

2. *Diesel Hammer* (Pemancang Diesel)

Menurut *Rostiyanti* (2008), Alat pemancang tiang tipe ini berbentuk lebih sederhana dibandingkan dengan hammer lainnya. *Diesel hammer* memiliki satu silinder dengan dua mesin diesel, piston atau ram, tangki bahan bakar, tangki pelumas, pompa bahan bakar, *injector*, dan mesin pelumas. Dalam pengoperasiannya, energi alat didapat dari berat ram yang menekan udara di dalam silinder.

Diesel hammer terdiri dari dua jenis yaitu terbuka dan tertutup. Jenis alat yang bagian ujungnya terbuka mampu melakukan 40 sampai 55 blow per menit. Dalam pengoperasiannya, energi alat didapat dari berat ram yang menekan udara dalam silinder. Alat yang bagian ujungnya tertutup dapat menghasilkan blow 75 sampai 85 per menit (Rostiyanti, 2008).

Pemancangan dengan *diesel hammer* lebih baik hasilnya dibandingkan dengan pemancang mekanis lainnya karena pukulan diesel hammer lebih segaris dengan sumbu tiang pancang (Wilopo, 2009)

Terdapat kelebihan dan kekurangan dalam pemakaian *diesel hammer* dibandingkan dengan jenis alat pemancang lainnya. Kelebihan diesel hammer antara lain :

a. Ekonomis dalam pemakaian,
b. Tidak diperlukannya energi luar dalam pengoperasiannya,
c. Mudah dalam pemakaian di daerah terpencil,
d. Berfungsi dengan baik pada daerah dingin,
e. Mudah dalam perawatan.

f. Tidak akan beroperasi ketika *pile* patah atau jatuh di bawah *hammer*
g. Lebih sedikit kemungkinan mematahkan *pile* ketika memancangnya
h. Lebih mudah untuk memvariasikan energi per pukulan dan jumlah pukulan per menit

Akan tetapi alat ini memiliki beberapa kekurangan, antara lain :

a. Kesulitan dalam menentukan energi per pukulan karena tingginya *pistom ram* akan terangkat,
b. Memiliki kemungkinan tidak dapat beroperasi dengan baik ketika memancang pada tanah lunak,
c. Jumlah pemukulan per menit lebih sedikit dibandingkan dengan *steam hammer*,
d. Panjangnya lebih tipis dibandingkan dengan panjang *steam hammer.*