

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Manajemen Proyek**

Manajemen proyek konstruksi adalah seni memimpin dan mengkoordinasikan sumber daya manusia dan material dalam sebuah proyek dengan menggunakan teknik manajemen modern untuk mencapai suatu tujuan yang telah ditetapkan sesuai ruang lingkup, biaya, waktu, kualitas, dan kepuasan partisipasi (Hendrickson, 1989).

Menurut Hendrickson (1989), tujuan dari proses manajemen proyek untuk konstruksi secara umum adalah sebagai berikut :

- 1 Spesifikasi tujuan proyek dan termasuk rencana penggambaran lapangan, anggaran, jadwal, pengaturan persyaratan kinerja, dan pemilihan sumber daya proyek.
- 2 Maksimalisasi pemanfaatan sumber daya yang efisien melalui pengadaan tenaga kerja, material, dan peralatan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dan direncanakan.
- 3 Melaksanakan berbagai operasi baik melalui koordinasi dan pengendalian perencanaan, desain, estimasi, perjanjian dan pembangunan dalam segala proses.
- 4 Pengembangan komunikasi yang efektif dan mekanisme untuk menyelesaikan permasalahan diantara para pekerja.

Barrie (1990) mengatakan ada enam tahapan yang memberikan sumbangan dalam pengembangan suatu proyek (siklus hidup proyek), mulai dari gagasan sampai selesainya proyek konstruksi yaitu :

- 1 Konsep dan Studi Kelayakan (*Concept and Feasibility Studied*).  
Perencanaan dalam skala luas berupa pemikiran konsep-konsep, dan studi kelayakan (ekonomi, finansial, teknis, dan amdal).
- 2 Rekayasa dan Desain (*Engineering and Design*)  
Pembuatan perencanaan teknis dan desain yang merupakan landasan operasional untuk implementasi proyek dalam bentuk fisik.

### 3 Pengadaan (*Procurement*)

Membuat analisa kebutuhan bahan-bahan proyek, personil yang akan digunakan dalam pelaksanaan konstruksi, serta membantu owner dalam proses pelelangan untuk pelaksanaan konstruksi.

### 4 Konstruksi (*Construction*)

Merupakan proses pelaksanaan konstruksi, dimana rencana dan spesifikasi dari perancangan diimplementasikan ke dalam bentuk fasilitas fisik.

### 5 Pengujian dan Pelatihan dari Fungsi Fasilitas

Pada tahapan ini dimaksud adalah pemeliharaan dan penyesuaian penggunaan fasilitas fisik, setelah selesai masa konstruksi agar fasilitas dapat berfungsi dan memenuhi kebutuhan owner.

### 6 Operasi atau Pemanfaatan

Pengoperasian fasilitas oleh owner dengan tenaga terlatih dan manual pengoperasian sesuai tujuan dan fungsi fasilitas, baik dilakukan sendiri oleh owner ataupun melalui ikatan kontrak (dengan operator atau manajemen proyek)

Manajemen konstruksi adalah sebuah ilmu yang mempelajari penempatan sumber daya yang dilakukan oleh manajer atau pimpinan proyek sehingga dapat dipergunakan sebaik-baiknya. Adapun sumber daya yang dibutuhkan dalam dunia konstruksi meliputi tenaga kerja, peralatan, material, dan juga sumber dana. Dalam pelaksanaannya manajemen konstruksi berfokus pada proses perencanaan dan kontrol dari sumber daya yang didasarkan pada acuan yang telah ditetapkan pada proyek tersebut (Halpin, 2009).

Tugas dari seorang manajer konstruksi atau yang memegang peranan penting dalam suatu proyek yang akan datang atau sedang dikerjakan adalah untuk menerapkan secara ekonomis dan efisien sumber daya yang akan dipergunakan untuk merealisasikan fasilitas atau bagian yang akan dikerjakan dengan kualitas yang telah memenuhi syarat dalam jangka waktu serta biaya yang telah ditetapkan (Halpin, 2009).

Menurut Kerzner (2009) manajemen proyek memiliki 5 prinsip penting diantaranya adalah sebagai berikut :

- 1 Perencanaan (*Planning*)
- 2 Pengorganisasian (*Organizing*)
- 3 Susunan Kepegawaian (*Staffing*)
- 4 Mengendalikan (*Controlling*)
- 5 Mengarahkan (*Directing*)

## **B. Penjadwalan Proyek**

Suatu kegiatan yang merupakan rangkaian penyelesaian pekerjaan haruslah direncanakan dengan sebaik-baiknya. Sedapat mungkin semua kegiatan atau aktivitas dalam perusahaan dapat diselesaikan dengan efisien. Semua aktivitas tersebut diusahakan untuk dapat selesai dengan cepat sesuai dengan yang diharapkan serta terintegrasi dengan aktivitas yang lainnya.

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran. Pada jadwal telah dimasukan faktor waktu. Metode menyusun jadwal yang terkenal adalah analisis jaringan (*network*), yang menggambarkan dalam suatu grafik hubungan urutan pekerjaan proyek. Pekerjaan yang harus mendahului atau didahului oleh pekerjaan lain diidentifikasi dalam kaitanya dengan waktu. Jaringan kerja ini sangat berguna untuk perencanaan dan pengendalian proyek (Soeharto, 1997).

Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan serta menentukan waktu proyek dapat diselesaikan. Penjadwalan merefleksikan perencanaan dan oleh karenanya perencanaan harus dilakukan lebih dahulu. Sering terjadi ketidaktepatan persepsi oleh pihak industry konstruksi antara “perencanaan” dan “penjadwalan”. Kedua kata tersebut sering disatukan dan digunakan untuk menyebut jabatan seseorang dalam unit usaha “perencanaan dan penjadwalan”. Arti sesungguhnya dari keduanya sangat berlainan meskipun tetap saling berkaitan. “Penjadwalan” digunakan untuk menggambarkan “proses”

dalam proyek konstruksi dan merupakan bagian dari “perencanaan” (Ervianto, 2002).

Heizer dan Render (2009) menyatakan bahwa penjadwalan proyek memiliki beberapa tujuan, diantaranya adalah :

- 1 Untuk menunjukkan hubungan masing-masing pekerjaan dengan pekerjaan lain dan untuk keseluruhan proyek.
- 2 Untuk mengidentifikasi tingkat hubungan antara pekerjaan
- 3 Untuk mendorong pengaturan terhadap realistis waktu dan perkiraan biaya untuk setiap pekerjaan.
- 4 Untuk membantu membuat menjadi lebih baik menggunakan pekerja, uang, dan material dengan mengidentifikasi lintasan kritis dalam proyek.

Menurut Ridho (2013) menyatakan bahwa penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dengan progress waktu untuk penyelesaian proyek. *Critical Path Method (CPM)* dan *Project Evaluation Review Technic (PERT)* merupakan dua metode penjadwalan proyek yang menggunakan pendekatan berbeda dalam pengerjaannya, dimana metode CPM menggunakan pendekatan deterministik sedangkan metode PERT menggunakan pendekatan probabilistik.

### **1. Metode *Critical Path Method (CPM)***

Menurut Newbold (Stelth dan Roy, 2009) *Critical Path Method (CPM)* adalah sebuah teknik untuk menganalisis proyek dengan menentukan urutan pekerjaan terpanjang melalui jaringan proyek. Dengan berkonsentrasi pada tugas-tugas yang paling penting dapat dipastikan bahwa proyek ini tepat waktu dan menjaga kecepatan dengan pengaturan jadwal.

Menurut Levin dan Kirkpatrick (Syahrizal dan Ridho, 2013) metode Jalur Kritis (CPM) guna merencanakan dan mengawasi proyek, merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk

menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

Ervianto (2002) menjelaskan dalam CPM dikenal EET (*Earliest Event Time*) dan LET (*Last Event Time*), *Total Float*, *Free Float*, dan *Float Interferen*, EET itu sendiri adalah peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari *event*. LET adalah peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari *event*.

Menurut Soeharto (Susilo, 2012) dalam menganalisis proses crashing digunakan asumsi berikut :

- 1 Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala. Ini berarti dalam menganalisis program mempersingkat waktu, alternatif yang akan dipilih tidak dibatasi oleh tersedianya sumber daya.
- 2 Bila diinginkan waktu penyelesaian lebih cepat, maka sumber daya akan bertambah. Sumber daya ini dapat berupa tenaga kerja, material peralatan, atau bentuk lainnya yang dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

Menurut Soeharto (Susilo, 2012) sistematika dari proses penyusunan jaringan kerja (*network*) adalah sebagai berikut :

- 1 Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- 2 Menyusun kembali komponen komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
- 3 Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
- 4 Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* pada jaringan kerja.

## **2. Metode *Project Evaluation and Review Technic* (PERT)**

*Project Evaluation and Review Technic* (PERT) adalah alat manajemen proyek yang digunakan untuk menjadwalkan, mengatur, dan mengkoordinasikan tugas-tugas dalam suatu proyek. Ini pada dasarnya adalah metode untuk menganalisis tugas yang terlibat dalam menyelesaikan proyek tertentu, terutama

waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap tugas, dan untuk mengidentifikasi waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan total proyek (Gosku, 2014).

Menurut Ayu (Ridho, 2013) Pada dasarnya prinsip jaringan kerja dan jalur kritis pada metode PERT dan CPM hampir sama yang membedakannya adalah dalam metode PERT diketahui tiga angka estimasi setiap kegiatan. Tujuan dari penggunaan tiga angka estimasi adalah untuk memberikan rentang waktu yang paling lebar dalam melakukan sasaran dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan.

Ketiga estimasi durasi tersebut adalah:

1 waktu optimistic (*optimistic duration time*)

Kurun waktu optimistik adalah durasi yang tercepat untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya berjalan dengan baik. Durasi yang digunakan hanya sekali dalam seratus kali kegiatan yang dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama

2 waktu paling mungkin (*most likely time*)

waktu paling mungkin adalah durasi yang paling sering terjadi dibanding dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

3 waktu pesimistik (*pessimistic duration time*)

waktu pesimistik adalah durasi yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, bila segala sesuatunya serba tidak baik. Durasi disini dilampaui hanya sekali dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

**waktu yang diharapkan** =  $(\text{Optimis} + 4 \times \text{Kemungkinan besar} + \text{Pesimis}) / 6$

Menurut Gosku (2014) waktu yang diharapkan ini dapat ditampilkan pada diagram jaringan. Untuk menghitung varians dari setiap kegiatan waktu penyelesaian, jika tiga kali standar deviasi yang dipilih dari waktu optimis dan

pesimis, maka ada enam standar deviasi antara keduanya, sehingga varians yang diberikan adalah sebagai berikut:  $[(\text{Pesimis} - \text{Optimis}) / 6]$ .

Varians dalam waktu penyelesaian proyek dapat dihitung dengan menjumlahkan varians dalam waktu penyelesaian kegiatan di jalur kritis. Mengingat varian ini, seseorang dapat menghitung probabilitas bahwa proyek akan selesai pada tanggal tertentu dengan asumsi distribusi probabilitas normal untuk jalur kritis (Gosku, 2014).

### **3. Perbedaan Metode *PERT* dan *CPM***

Pada *PERT* menggunakan tiga jenis waktu pengerjaan yaitu waktu tercepat, waktu terlama, dan waktu terlayak, sedangkan pada *CPM* hanya memiliki satu jenis informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek.

Pada *PERT* yang ditekankan adalah tepat waktu, sebab dengan penyingkatan waktu maka biaya proyek akan mengecil, sedangkan pada *CPM* menekankan tepat biaya. Dalam *PERT* anak panah menunjukkan tata urutan hubungan kegiatan yang satu dengan yang lainnya, sedangkan pada *CPM* tanda panah adalah kegiatan.

*CPM* dan *PERT* mempunyai tujuan yang sama dimana analisis yang digunakan adalah sangat mirip yaitu dengan menggunakan diagram anak panah. Dengan kata lain, *CPM* merupakan variasi dari *PERT*. Perbedaan pokok antara *CPM* dan *PERT* terletak pada penentuan perkiraan waktunya, dimana *PERT* menggunakan rumus, sedangkan *CPM* menggunakan perhitungan Jalur Kritis (*Critical Path*).

#### **C. Metode Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off*)**

Menurut Ervianto (dikutip dalam eprints, 2013) penyusunan sebuah *Schedule* proyek diharapkan menghasilkan *schedule* yang realistis berdasarkan estimasi yang wajar. Salah satu cara mempercepat durasi proyek adalah dengan Metode *Time Cost Trade Off*. Dengan mereduksi suatu pekerjaan yang akan

berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Time Cost Trade Off* adalah suatu proyek yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis.

Menurut Yana (dikutip dalam eprints, 2013) sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat dari pada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya yang minimum. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan proyek adalah dengan menggunakan kerja lembur. Metode yang dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh percepatan proyek terhadap biaya yang harus dikeluarkan adalah dengan menggunakan metode pertukaran waktu dan biaya (*Time Cost Trade Off Method*). Dalam *time cost trade off method* ini akan dapat diketahui/dihitung percepatan yang paling maksimum dengan biaya yang paling minimum.

Menurut Andrianto (dikutip dalam eprints, 2013) didalam metode *Time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat, maka biaya langsung proyek akan bertambah sedangkan biaya tak langsung akan berkurang. Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian proyek. Cara- cara tersebut antara lain :

- 1 Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur)

Kerja lembur (*working overtime*) dapat dilakukan dengan menambah jam kerja perhari, tanpa menambah pekerja. Penambahan ini bertujuan untuk memperbesar produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas akan lebih cepat. Yang perlu diperhatikan didalam penambahan jam kerja adalah lamanya waktu yang bekerja seseorang dalam suatu hari, maka produktivitas orang tersebut akan menurun karena terlalu lelah.

- 2 Penambahan tenaga kerja

Penambahan tenaga kerja dimaksudkan sebagai penambahan jumlah pekerja dalam satu unit pekerja untuk melaksanakan suatu aktifitas tertentu tanpa menambahkan jam kerja. Dalam penambahan jumlah jam kerja yang



perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi dengan penambahan tenaga pengawasan karena ruang kerja yang kurang akan menurunkan produktivitas kerja.

### 3 Pergantian atau penambahan peralatan

Penambahan peralatan dimaksudkan untuk menambah produktivitas. Namun, perlu diperhatikan adanya penambahan biaya langsung untuk mobilitas dan demobilitas alat tersebut. Durasi proyek juga dapat dipercepat dengan pergantian peralatan yang mempunyai produktivitas yang lebih tinggi. Juga perlu diperhatikan luas lahan untuk menyediakan tempat bagi peralatan tersebut dan pengaruhnya terhadap produktivitas terhadap tenaga kerja.

### 4 Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas

Yang dimaksud dengan sumber daya manusia yang berkualitas adalah tenaga kerja yang mempunyai produktivitas yang tinggi dengan hasil yang baik. Dengan memperkerjakan tenaga kerja yang berkualitas, maka aktivitas akan lebih cepat diselesaikan.

### 5 Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Metode konstruksi berkaitan erat dengan sistem kerja dan tingkat penguasaan pelaksana terhadap metode tersebut serta ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan. Metode konstruksi yang tepat dan efektif akan mempercepat penyelesaian aktivitas yang bersangkutan.

Menurut Nugraha (dikutip dalam eprints, 2013) Cara-cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasanya disebut giliran (*shift*), dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan unit pekerja untuk sore sampai malam hari. Dalam *Metode Time Cost Trade Off* ini penekanan (kompresi) hanya dilakukan pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Apabila kompresi dilakukan pada aktivitas yang tidak berada pada lintasan kritis, maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan akan tetap.

Kompresi dilakukan lebih dahulu pada aktivitas yang mempunyai cost slope terendah dan berada pada lintasan kritis. Langkah-langkah kompresi dapat dituliskan sebagai berikut :

- 1 Menyusun jaringan kerja proyek, mencari lintasan kritis dan menghitung cost slope setiap aktivitas.
- 2 Melakukan kompresi pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis dan mempunyai cost slope terendah.
- 3 Menyusun kembali jaringan kerjanya.
- 4 Mengulangi langkah kedua. Langkah kedua akan berhenti bila terjadi penambahan lintasan kritis dan bila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka langkah kedua dilakukan secara serentak pada semua lintasan kritis dan perhitungan cost slope dijumlahkan.
- 5 Langkah keempat dihentikan bila terdapat salah satu lintasan kritis dimana aktivitas-aktivitasnya telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompres lagi) sehingga pengendalian biaya telah optimum.

Prosedur mempersingkat waktu diuraikan sebagai berikut (Soeharto, 1997) :

- 1 Menghitung waktu penyelesaian proyek dan mengidentifikasi float dengan memakai kurun waktu normal.
- 2 Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
- 3 Menentukan biaya dipercepat masing-masing kegiatan.
- 4 Menghitung cost slope masing-masing komponen kegiatan.
- 5 Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai cost slope terendah.
- 6 Biaya dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka percepatan kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi slope biaya terendah.
- 7 Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik proyek dipersingkat.
- 8 Buat tabulasi biaya versus waktu, gambarkan dalam grafik dan hubungkan titik normal (biaya dan waktu normal), titik yang terbentuk setiap kali mempersingkat kegiatan, sampai dengan titik proyek dipersingkat.

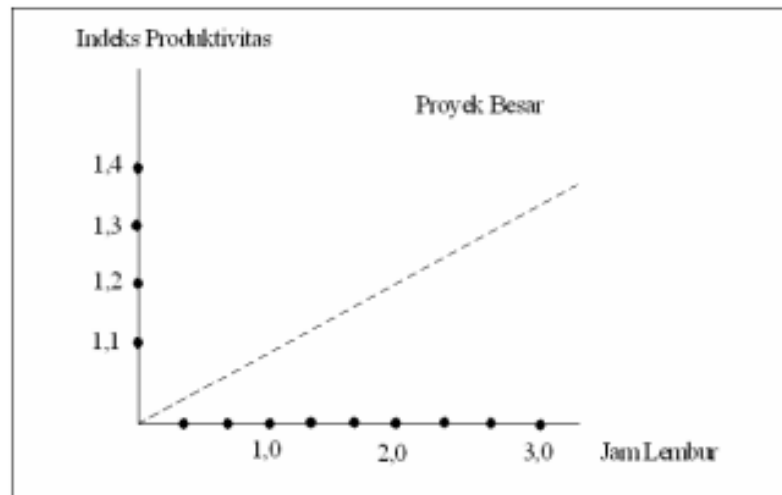
- 9 Hitung biaya tidak langsung proyek dan gambarkan pada grafik diatas.
- 10 Jumlahkan biaya langsung dan biaya tak langsung untuk mencari biaya total sebelum kurun waktu yang diinginkan.
- 11 Periksa pada grafik biaya total untuk mencapai waktu optimal yaitu kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah.

#### **D. Penambahan Jam Kerja (Lembur)**

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja (lembur) alat. Penambahan dari jam kerja (lembur) ini sangat sering dilakukan dikarenakan dapat memberdayakan sumber daya yang sudah ada dilapangan dan cukup dengan mengefisienkan tambahan biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor. Biasanya waktu kerja normal pekerja adalah 7 jam (dimulai pukul 08.00 dan selesai pukul 16.00 dengan satu jam istirahat), kemudian jam lembur dilakukan setelah jam kerja normal selesai.

Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 3, waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.

Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Semakin besar penambahan jam lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas, indikasi dari penurunan produktivitas operator dan pembantu operator terhadap penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada Gambar 3.1. Nilai koefisien penurunan produktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.



Gambar 3.1 Indikasi Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja (Soeharto, 1997).

Tabel 3.1 Koefisien Penurunan Produktivitas *Crash Duration*

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja
1 Jam	0,1	90
2 Jam	0,2	80
3 Jam	0,3	70

Dari uraian tersebut dapat ditulis sebagai berikut ini:

1 Produktivitas harian  

$$= \frac{VOLUME}{DURASI NORMAL} \dots\dots\dots \text{Pers (3.1)}$$

2 Produktivitas tiap jam  

$$= \frac{PRODUKTIVITAS HARIAN}{JAM KERJA PERHARI} \dots\dots\dots \text{Pers (3.2)}$$

3 Produktivitas harian sesudah crash  

$$= (c \times d) + (a \times b \times d) \dots\dots\dots \text{Pers (3.3)}$$

Dengan:

- a = lama penambahan jam kerja (lembur)
- b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur)

- c = Jam Kerja Perhari  
 d = Produktivitas Tiap Jam

#### 4 *Crash Duration*

$$= \frac{VOLUME}{PRODUKTIVITAS HARIAN SESUDAH CRASH} \dots\dots\dots \text{Pers (3.4)}$$

Penambahan waktu kerja akan menambah besar biaya untuk alat berat maupun tenaga kerja dari biaya normal. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 11 standar upah untuk lembur. Diperhitungkan bahwa upah penambahan kerja bervariasi.

Apabila kerja lembur dilakukan pada hari kerja untuk jam kerja lembur pertama harus dibayar upah sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah sejam, sedangkan untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 (dua) kali upah sejam.

Apabila kerja lembur dilakukan pada hari istirahat mingguan dan/atau hari libur resmi untuk waktu kerja 6 (enam) hari kerja 40 (empat puluh) jam seminggu maka perhitungan upah kerja lembur untuk 7 (tujuh) jam pertama dibayar 2 (dua) kali upah sejam, dan jam kedelapan dibayar 3 (tiga) kali upah sejam dan jam lembur kesembilan dan kesepuluh dibayar 4 (empat) kali upah sejam. Apabila hari libur resmi jatuh pada hari kerja terpendek perhitungan upah lembur 5 (lima) jam pertama dibayar 2 (dua) kali upah sejam, jam keenam 3 (tiga) kali upah sejam dan jam lembur ketujuh dan kedelapan 4 (empat) kali upah sejam.

Apabila kerja lembur dilakukan pada hari istirahat mingguan dan/atau hari libur resmi untuk waktu kerja 5 (lima) hari kerja dan 40 (empat puluh) jam seminggu, maka perhitungan upah kerja lembur untuk 8 (delapan) jam pertama dibayar 2 (dua) kali upah sejam, jam kesembilan dibayar 3 (tiga) kali upah sejam dan jam kesepuluh dan kesebelas 4 (empat) kali upah sejam.

### E. Penambahan Alat

Dalam penambahan jumlah alat berat yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan alat berat pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian alat berat untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Jika penambahan alat dilakukan, maka secara logika penambahan tenaga kerja juga akan bertambah. Maka dari itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja. Hal ini tentu akan sangat berpengaruh dalam proses pelaksanaan suatu proyek. Untuk bangunan gedung memang sulit apabila dilakukan penambahan alat, dikarenakan lahan yang terbatas, alat berat sulit dalam mobilisasi dan dapat mengganggu pekerjaan lainnya. Pada proyek jalan tentu berbeda dengan proyek gedung, proyek jalan memungkinkan akan dapat dilakukan penambahan alat berat, dikarenakan lahan dalam proses pembangunan jalan cukup luas untuk mobilisasi alat, dan proses pekerjaannya juga dapat dibagi menjadi beberapa *stasioning*.

Perhitungan untuk penambahan alat berat dirumuskan sebagai berikut ini :

$$1 \quad \text{Jumlah alat berat normal} \\ = \frac{\text{KOEFSIEN ALAT BERAT X VOLUME}}{\text{DURASI NORMAL}} \dots\dots\dots \text{Pers (3.5)}$$

$$2 \quad \text{Jumlah alat berat dipercepat} \\ = \frac{\text{KOEFSIEN ALAT BERAT X VOLUME}}{\text{DURASI DIPERCEPAT}} \dots\dots\dots \text{Pers (3.6)}$$

Dari rumus di atas maka akan diketahui jumlah alat berat normal dan jumlah penambahan alat berat akibat percepatan durasi proyek. Untuk perhitungan penambahan tenaga kerja caranya sama dengan perhitungan penambahan alat berat yang telah diuraikan diatas. Perhitungan penambahan alat berat tersebut dinyatakan dalam satuan unit/hari.

## **F. Biaya Proyek**

Perkiraan biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan suatu proyek. Segala sesuatu mengenai penyelenggaraan kegiatan proyek mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian akan dihitung dalam nilai uang. Maka pengalaman dan ketelitian akan sangat penting dalam perhitungan penyusunan perkiraan biaya proyek (Soeharto,1997). Ada beberapa jenis biaya yang berhubungan dengan pembiayaan suatu proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

### **1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)**

Menurut Kareth (eprints, 2013) biaya langsung (*direct cost*) adalah semua biaya yang dikeluarkan secara langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi dilapangan, termasuk biaya untuk tenaga kerja (menggaji buruh, mandor, pekerja) material dan bahan yang diperlukan serta biaya untuk pemakaian peralatan yang mempunyai hubungan erat dengan aktivitas proyek.

Asriah dan Sukmawati (Kuddi, 2015) menyatakan bahwa biaya langsung terdiri atas tiga komponen, yaitu:

#### **1 Biaya Material**

Estimasi biaya material meliputi perhitungan seluruh kebutuhan volume dan biaya material yang digunakan untuk setiap komponen bangunan baik material pekerjaan pokok maupun penunjang. Yang dimaksud dengan kebutuhan material pekerjaan pokok yaitu kebutuhan material berdasarkan pada volume pekerjaan terpasang sesuai dengan spesifikasi dan gambar kerja yang diberikan oleh pemberi kerja.

#### **2 Biaya Tenaga Kerja**

Biaya upah tenaga kerja bervariasi berdasarkan pengalaman, pendidikan, letak geografis waktu dan faktor-faktor lain misalnya: kerja lembur dan hari-hari besar. Seperti diketahui dalam struktur tenaga kerja dikenal posisi mandor, tukang, kepala tukang dan pekerja yang keseluruhannya perlu

diperhatikan kemampuan dan produktivitasnya dalam menangani suatu pekerjaan.

### 3 Biaya Peralatan

Estimasi biaya peralatan meliputi pembelian atau penyewaan, mobilisasi, demobilisasi, transportasi, memasang, membongkar, dan mengoperasikan selama proyek berlangsung. Dalam mengestimasi biaya peralatan kita perlu memperhatikan jenis peralatan yang akan digunakan sehingga kita dapat menghitung biaya pemilikan dan operasional alat tersebut.

## 2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Menurut Kareth (eprints, 2013) biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang diperlukan pada suatu proyek yang tidak dapat dihubungkan/terpisah dengan aktifitas tertentu pada proyek tersebut dan beberapa kasus tidak dapat dihubungkan dengan proyekproyek tertentu.

Biaya tidak langsung adalah pengeluaran untuk manaejemen, supervisor, dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi instalasi atau produk permanen, tetapi diperlukan dalam proses pembangunan proyek. Biaya tidak langsung meliputi anatara lain : Gaji tetap, dan tunjangan bagi tim manajemen, kendaraan dan peralatan konstruksi, pembangunan fasilitas sementara, pengeluaran umum, laba, *overhead*, dan pajak (Mointi, 2010).

Dalam menentukan besarnya biaya tidak langsung dalam sebuah proyek digunakan Pemodelan Algoritma Genetika oleh Jayadewa (2013) yaitu dengan persamaan *Interpretasi Model* adalah sebagai berikut :

$$y = -0,95 - 4,888 \left( \ln(x1 - 0,21) - \ln(x2) \right) + \varepsilon \dots\dots\dots \text{Pers (3.7)}$$

dengan :

$x1$  = Nilai Proyek

$x2$  = Durasi Pelaksanaan Proyek

Persamaan tersebut memiliki konsep yakni semakin besar nilai proyek maka rasio biaya tidak langsung semakin kecil dan semakin lama durasi waktu pelaksanaan proyek rasio biaya tak langsung yang dikeluarkan semakin besar,

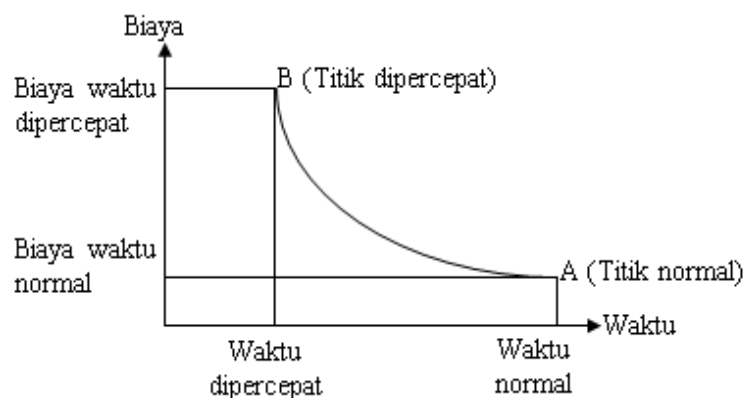


sebagai contoh kantor lapangan (site office), kantor lapangan biasanya disewa bulanan. Biaya dari sewa kantor dan biaya tidak langsung yang lain akan meningkat sesuai dengan berapa waktu pelaksanaan proyek tersebut.

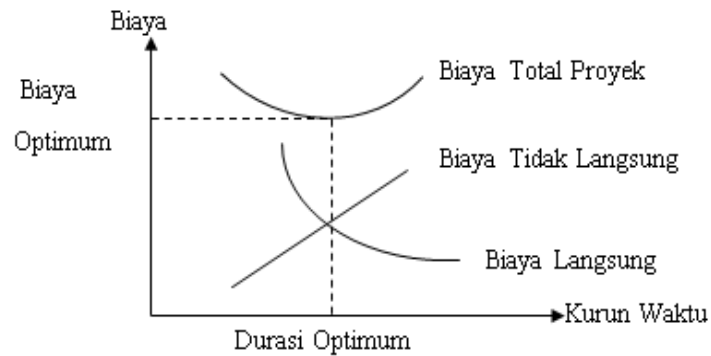
### G. Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek adalah penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tak langsung. Besarnya biaya ini sangat tergantung oleh lamanya waktu (durasi) penyelesaian proyek. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Walaupun tidak dapat dihitung dengan rumus tertentu, akan tetapi umumnya makin lama proyek berjalan makin tinggi kumulatif biaya tak langsung yang dipergunakan (Soeharto, 1997).

Biaya total proyek sama dengan penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat bergantung dari waktu penyelesaian proyek. Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada Gambar 3.2. Titik A pada gambar menunjukkan kondisi normal, sedangkan titik B menunjukkan kondisi dipercepat. Garis yang menghubungkan antar titik tersebut disebut dengan kurva waktu biaya. Gambar 3.2 memperlihatkan bahwa semakin besar penambahan jumlah jam kerja (lembur) maka akan semakin cepat waktu penyelesaian proyek, akan tetapi sebagai konsekuensinya maka terjadi biaya tambahan yang harus dikeluarkan akan semakin besar.



Gambar 3.2 Hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan (Soeharto, 1997).



Gambar 3.3 Hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total proyek (Soeharto, 1997).

Gambar 3.3 menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil. Menurut Yana (2009) hubungan semacam ini disebabkan karena setiap percepatan durasi proyek membutuhkan tambahan biaya langsung yang digunakan untuk menambah tingkat produktivitas kerja, menambah peralatan, mengganti metode kerja, dan lain-lain. Antara waktu penyelesaian proyek normal dan dipercepat mengakibatkan perubahan terhadap biaya total proyek. Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dan waktu suatu kegiatan, digunakan definisi sebagai berikut :

- 1 Kurun waktu normal, yaitu jangka waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai dengan tingkat produktivitas kerja yang normal.
- 2 Kurun waktu dipersingkat, yaitu waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin.
- 3 Biaya normal, yaitu biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
- 4 Biaya untuk waktu dipersingkat, yaitu jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.

## H. Biaya Denda

Keterlambatan penyelesaian proyek akan menyebabkan kontraktor terkena sanksi berupa denda yang telah disepakati dalam dokumen kontrak. Berdasarkan Perpres Nomor 70 Tahun 2012 Pasal 120 menyatakan bahwa “Selain perbuatan atau tindakan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 118 ayat (1), Penyedia Barang/Jasa yang terlambat menyelesaikan pekerjaan dalam jangka waktu sebagaimana ditetapkan dalam Kontrak karena kesalahan Penyedia Barang/Jasa, dikenakan denda keterlambatan sebesar 1/1000 (satu perseribu) dari nilai Kontrak atau nilai bagian Kontrak untuk setiap hari keterlambatan”.

Besarnya biaya denda umumnya dihitung sebagai berikut :

$$\text{Total denda} = \text{total waktu akibat keterlambatan} \times \text{denda perhari akibat Keterlambatan}$$

## I. Program *Microsoft Project*

*Microsoft Project* adalah program proyek perangkat lunak manajemen yang dikembangkan dan dijual oleh *Microsoft*, yang dirancang untuk membantu manajer proyek dalam mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran, dan menganalisis beban kerja. *Microsoft Project* tidak cocok untuk memecahkan masalah ketersediaan bahan yang terbatas produksi. Aplikasi ini membuat jadwal dengan lintasan kritis,. Jadwal dapat menjadi sumber daya diratakan, dan jaringan tugas yang divisualisasikan dalam grafik Gantt. Selain itu, *Microsoft Project* dapat mengidentifikasi kelas yang berbeda dari pengguna. Kelas-kelas yang berbeda pengguna dapat memiliki perbedaan tingkat akses ke proyek, pandangan, dan data lainnya. Kustomisasi aspek di *Microsoft Project* seperti kalender, pandangan, meja, filter, dan bidang disimpan dalam sebuah perusahaan global yang diakses oleh semua pengguna (Wale dkk,2015).

Adapun manfaat dari *Microsoft Project* menurut adalah :

- 1 Menyimpan detail mengenai proyek di dalam database-nya yang meliputi detail tugas-tugas beserta hubungannya satu dengan yang lain, sumber daya yang dipakai, biaya, jalur kritis, dan lain-lain.
- 2 Menggunakan informasi tersebut untuk menghitung dan memelihara jadwal, biaya dan elemen-elemen lain termasuk juga menciptakan suatu rencana proyek.
- 3 Melakukan pelacakan selama proyek berjalan untuk menentukan apakah proyek akan dapat diselesaikan tepat waktu dan sesuai anggaran yang direncanakan atau tidak

Beberapa jenis metode manajemen proyek yang di kenal saat ini, antara lain *CPM (Critical Path Method)*, *PERT (Program Evaluation Review Technique)*, dan *Gantt Chart*. *Microsoft Project* adalah penggabungan dari ketiganya. *Microsoft project* juga merupakan sistem perencanaan yang dapat membantu dalam menyusun penjadwalan (*scheduling*) suatu proyek atau rangkaian pekerjaan. *Microsoft project* juga membantu melakukan pencatatan dan pemantauan terhadap pengguna sumber daya (*resource*), baik yang berupa sumber daya manusia maupun yang berupa peralatan.

Tujuan penjadwalan dalam *Microsoft Project* adalah :

- 1 Mengetahui durasi kerja proyek.
- 2 Membuat durasi optimum.
- 3 Mengendalikan jadwal yang dibuat.
- 4 Mengalokasikan sumber daya (*Resources*) yang digunakan.

Komponen yang di butuhkan pada jadwal adalah :

- 1 Kegiatan (rincian tugas, tugas utama).
- 2 Durasi kerja untuk tiap kegiatan.
- 3 Hubungan kerja tiap kegiatan.
- 4 *Resources* (tenaga kerja pekerja dan bahan).

Yang dikerjakan oleh *Microsoft Project* antara lain :

- 1 Mencatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap sektor.
- 2 Mencatat jam kerja para pegawai, jam lembur.
- 3 Menghitung pengeluaran sehubungan dengan ongkos tenaga kerja, memasukkan biaya tetap, menghitung total biaya proyek.
- 4 Membantu mengontrol pengguna tenaga kerja pada beberapa pekerjaan untuk menghindari *overallocation* (kelebihan beban pada penggunaan tenaga kerja).

Menurut Atchison (2011) program *Microsoft Project* memiliki beberapa macam istilah diantaranya adalah sebagai berikut :

1 *Gant Chart*

Salah satu bentuk tampilan dari *Microsoft Project* yang berupa batang-batang horisontal yang menggambarkan masing-masing pekerjaan beserta durasinya.

2 *Network Diagram*

Merupakan kotak terhubung menggunakan panah yang menunjukkan ketergantungan antara tugas-tugas. Tugas pada jalur kritis disorot dalam warna merah.

3 *Resource Sheet*

*Resource* merupakan sumber daya, baik sumber daya manusia maupun material. *Sheet* merupakan lembar, sehingga *resource sheet* merupakan lembar sumber untuk masuk atau meninjau rincian tentang sumber daya yang dapat ditugaskan untuk tugas-tugas dalam proyek.

4 *Resource Usage*

Menampilkan tugas tugas untuk masing-masing sumber daya, dan pekerjaan atau informasi biaya tentang tugas tugas dari waktu ke waktu.

5 *Task Form*

Untuk melihat atau memasukkan informasi dasar tentang masing-masing tugas proyek secara individual.

6 *Task Name From*

Untuk melihat atau memasukkan tugas tunggal yang menentukan sumber daya, *Predecessor*, dan *Successor*.

7 *Task Sheet*

Untuk memasukkan suatu informasi pekerjaan tanpa secara bersamaan melihat grafik *gantt chart* .

8 *Task Usage*

Menampilkan sumber daya tertentu untuk setiap pekerjaan dan biaya informasi terkait sumber daya dari waktu ke waktu.

9 *Detail Gantt*

Membantu menampilkan berapa banyak tugas dapat tertunda sebelum tanggal tugas lainnya terkena dampak. Tampilan ini menunjukkan jalur kritis Yang menggunakan bar merah pada grafik Gantt.

10 *Leveling Gantt*

Untuk menunjukkan bagaimana tugas-tugas dalam proyek akan terpengaruh jika menggunakan fitur sumber daya penyamarataan dalam *Ms. Project*.

11 *Duration*

Adalah jumlah waktu setiap tugas adalah mungkin untuk mengambil. manual tugas yang dijadwalkan juga mempertimbangkan durasi.