

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

##### 2.1.1 Penelitian terdahulu tentang optimasi waktu dan biaya

Penyelesaian pekerjaan proyek konstruksi dengan dilakukan percepatan merupakan suatu tindakan agar pelaksanaan proyek konstruksi selesai lebih awal dari perencanaannya.

Dengan dipercepatnya durasi pada suatu proyek maka akan terjadi perubahan biaya dan waktu. Terdapat dua nilai waktu yang akan ditunjukkan tiap aktifitas dalam suatu jaringan kerja saat terjadi percepatan yaitu *normal duration* dan *crash duration*. Proses percepatan juga menyebabkan perubahan pada elemen biaya yaitu adanya *normal cost* dan *crash cost* (Chusairi, 2015).

Kontrol manajemen penjadwalan proyek yang baik diperlukan pada setiap pelaksanaan proyek. Dapat dikatakan baik suatu proyek konstruksi jika penyelesaian proyek tersebut efisien dari segi waktu, biaya dan mutu (Pawiro dkk, 2014).

Maddepongeng dkk. (2015) dalam penelitian analisis *Time cost Trade Off* pada proyek Pembangunan Pasar Petir Serang Banten dapat disimpulkan bahwa proyek dapat diselesaikan dengan durasi optimum selama 182 hari, akan tetapi proyek mengalami keterlambatan selama 23 hari dengan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 6.848.751.591,98. Akan tetapi berdasarkan hasil perhitungan dapat dipercepat hingga 159 hari tanpa keterlambatan dan biaya yang dikeluarkan lebih sedikit yaitu Rp. 6.727.075.874,40.

Priyo dan Sartika (2014) dalam penelitian penambahan jam kerja (lembur) pada Proyek Pembangunan Jembatan Padangan – Kasiman Kabupaten Bojonegoro dengan biaya minimum proyek diperoleh pada saat kondisi normal tanpa penambahan jam lembur sebesar Rp. 25.923.636.641,50 sedangkan pada penambahan 4 jam kerja yaitu 197,84 hari dari durasi normal 217 hari dengan

penambahan biaya sebesar Rp. 215.838.008,94 dari biaya total normal sebesar Rp 25.923.636.641,50 menjadi sebesar Rp.26.139.474.650,44. Berdasarkan penelitian tersebut penambahan jam kerja merupakan pilihan terbaik karena dengan melakukan penambahan tiga jam kerja, pada kondisi ini biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp. 139.469.427,19 dengan keuntungan yang dihasilkan sebesar Rp.327.156.032,35.

Penelitian juga dilakukan oleh Priyo dan Aulia (2015) pada Proyek Pembangunan Gedung Indonesia didapat waktu dan biaya optimum akibat penambahan jam kerja (lembur) durasi 242 hari kerja dengan biaya sebesar Rp. 10.481.732.644,58 efisiensi waktu selama 24 hari (9,02%) dan efisiensi biaya sebesar Rp. 43.019.556,39 (0,41%). Sedangkan akibat penambahan tenaga kerja didapat pada umur proyek 243 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. 10.482.934.084 ,43 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 23 hari (8,65%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 41.818.116,54 (0,40%). Berdasarkan penelitian tersebut pilihan terbaik yaitu dengan penambahan jam kerja (lembur), karena menghasilkan efisiensi waktu dan biaya yang paling tinggi dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 24 hari (9,02%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 43.019.556,39 (0,41%).

Andhita (2017) dalam penelitian penambahan jam kerja pada pembangunan *My Tower Hotel & Apartment* dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) didapatkan durasi optimum 272 hari dan biaya sebesar Rp. 40.555.095.100,00. (2) Selisih durasi optimum (272 hari) dan durasi normal (280 hari) adalah 8 hari, sedangkan selisih biaya normal Rp. 40.563.372.100,00 dengan biaya optimum Rp. 40.555.095.100,00 adalah Rp. 8.277.000,00 (3) Biaya tidak langsung (turun Rp. 259.937.000,00) yang lebih besar dibandingkan biaya langsung (naik Rp 251.660.000,00) menyebabkan biaya optimum lebih rendah dibandingkan biaya normal proyek.

Pada penelitian Priyo dan Paridi (2018) analisa pada Proyek Pembangunan Gedung Olah Raga (Gor) dengan biaya normal proyek sebesar Rp 2.539.053.607,00 lembur selama 1 jam menjadi Rp 2.499.501.212,29. Lembur 2 jam biaya menjadi Rp 2.481.520.772,34. Pada lembur 3 jam biaya menjadi

Rp2.469.661.459,99. Perubahan waktu pada penambahan jam lembur selama 1 jam dengan waktu normal proyek 140 hari menjadi 103,82 hari. Lembur 2 jam menjadi 77,39 hari. Lembur 3 jam menjadi 57,52 hari. Dapat disimpulkan bahwa biaya dan durasi optimal didapat pada penambahan tenaga kerja selama 3 jam, dibandingkan menambah jam lembur. Yaitu dengan biaya optimal proyek sebesar Rp 2.418.408.305,45 dan durasi optimal proyek selama 57,52 hari.

Muhammad dan Indriyani (2015) melakukan penelitian dengan menggunakan metode *time cost trade off*. Berdasarkan hasil penelitiannya diperoleh pengurangan waktu selama 26 hari dengan waktu optimum selama 204 hari dari waktu normal 230 hari dengan biaya total sebesar Rp. 61.228.168.724,00 dari biaya normal Rp.61.443.954.427,00.

Priyo dan Sumanto (2016) dalam penelitiannya menggunakan cara penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, bahkan pergantian peralatan, pemilihan sumber daya dan juga penggunaan metode metode pelaksanaan yang efektif. Pada penambahan jam kerja (lembur) diperoleh pengurangan durasi selama 57 hari dari durasi normal 196 hari yang menjadi 139 hari dengan biaya efektif sebesar Rp. 16.133.558.292,57 dari biaya normal sebesar Rp.16.371.654.833,56

Bangun dkk (2016) melakukan penelitian pertama dengan melakukan pemerataan tenaga kerja, *crash program* dengan memaksimalkan sumber daya yang ada serta melakukan *overlapping* pekerjaan dengan penambahan tenaga kerja, didapatkan waktu penyelesaian proyek adalah 101 hari. Kedua dengan melakukan *crash program* dengan memaksimalkan sumber daya yang ada serta melakukan *overlapping* pekerjaan dengan penambahan tenaga kerja, didapatkan waktu penyelesaian proyek adalah 95 hari dengan perbedaan biaya tenaga kerja antara kondisi awal dengan kondisi kedua adalah sebesar Rp. 41.328.000.

### **2.1.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang**

Terdapat perbedaan pada penelitian ini dengan penelitian terdahulu. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang

Penelitian	Perbedaan Penelitian	
	Terdahulu	Sekarang
Analisis Optimasi Biaya Dan Waktu Dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> pada Proyek Pembangunan Pasar Petir Serang Banten (Maddepungeng dkk, 2015)	Analisis metode <i>crashing</i> dengan penambahan jam lembur	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda
Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Gedung tipe B SMPN Baru Siwalankerto (Chusairi, 2015)	Analisis waktu dan biaya dengan penambahan jam kerja	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda
Optimalisasi Biaya dan Waktu dalam Penyusunan Jadwal Pelaksanaan Proyek (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa Universitas Diponegoro Semarang (Pawiro dkk, 2014).	Analisis percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan cara penambahan jam kerja menggunakan metode CPM	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda
Analisis Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi dengan Variasi Penambahan Jam Kerja. (Priyo dan Sartika, 2014)	Analisis waktu dan biaya dengan variasi penambahan jam kerja	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda
Aplikasi Metode <i>Time Cost Trade Off</i> pada Proyek Gedung Konstruksi. (Priyo dan Aulia, 2015)	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam lembur dan tenaga kerja	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda
Analisis Pemampatan Waktu Terhadap Biaya pada Pembangunan My Tower Hotel & Apartement Project dengan Menggunakan Metode <i>Time Cost Trade Off (TCTO)</i> . (Andhita , 2017)	Analisis biaya dan durasi optimum proyek dari hasil percepatan melalui alternatif penambahan tenaga kerja	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda
Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olahraga (GOR). (Priyo dan Paridi, 2018)	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam lembur dan tenaga kerja	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang

Penelitian	Perbedaan Penelitian	
	Terdahulu	Sekarang
Analisa <i>Time Cost Trade Off</i> pada Proyek Pasar Sentral Gadang Malang. (Muhammad dan Indriyani, 2015)	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda
Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off pada Pembangunan Prasarana Pengendalian Banjir	Analisis penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan pergantian peralatan, pemilihan sumber daya	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya
Analisis Percepatan Critical Path Method Pada Proyek Pembangunan Ruang Akomodasi 50 Pack Awb	Analisis penambahan tenaga kerja menggunakan metode CPM	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 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).

Penyelesaian kegiatan konstruksi merupakan salah satu langkah awal yang sangat diperlukan dalam suatu proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencana yang lain Siswanto (2007), yaitu:

1. Penyusunan jadwal (*scheduling*), anggaran (*budgeting*), kebutuhan sumber daya manusia (*manpower planning*), dan sumber organisasi yang lain.
2. Proses pengendalian (*controlling*).

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).

### **2.2.2 Network Planning**

Priyo dan Paridi (2018) menyebutkan bahwa *network planning* merupakan gambaran kejadian dan kegiatan yang diharapkan akan terlaksana dengan kaitan yang logis serta berkaitan antara suatu kegiatan dengan yang lainnya. Maka dengan adanya *network planning* manajemen dapat disusun tahapan perencanaan proyek dengan waktu dan biaya yang paling efektif dan efisien.

Jaringan kerja merupakan suatu alat atau panduan diterapkan guna merencanakan, menjadwalkan, dan mengawasi kemajuan suatu proyek (Bangun dkk., 2016). Jaringan kerja meliputi:

1. Kegiatan proyek yang harus dilaksanakan
2. Urutan kegiatan yang harus logis
3. Ketergantungan antar kegiatan
4. Waktu kegiatan melalui kegiatan kritis

### **2.2.3 Biaya Total Proyek**

Biaya proyek konstruksi secara umum dibagi dua jenis kelompok, dua biaya proyek konstruksi itu adalah biaya langsung dan biaya tidak langsung.

1. Biaya langsung adalah biaya untuk kegiatan yang berhubungan langsung dengan proyek dan akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek, yang meliputi:
  - a. Biaya bahan atau material
  - b. Biaya upah tenaga kerja
  - c. Biaya peralatan
  - d. Biaya subkontraktor dan lain-lain.
2. Biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak berhubungan langsung pada proyek konstruksi tetapi sangat dibutuhkan dalam rangka pembangunan suatu proyek yang sedang berlangsung merupakan komponen hasil akhir proyek.

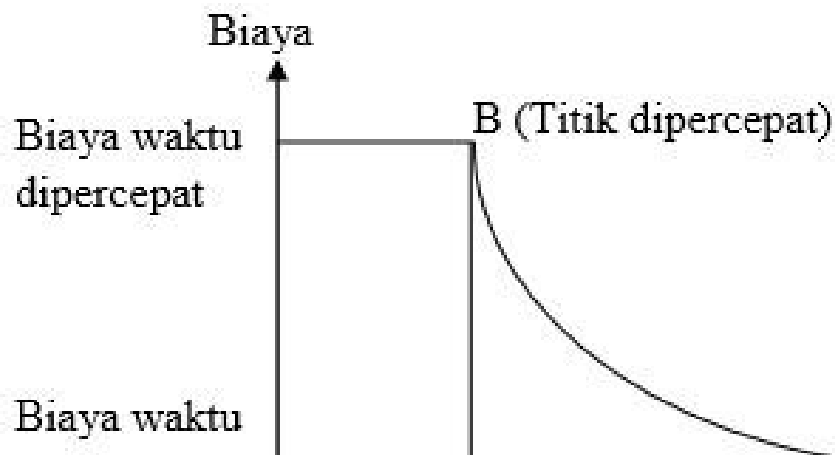
Sifatnya tetap dan harus dilakukan pengendalian supaya tidak melebihi anggarannya, seperti berikut:

- a. Gaji staf / pegawai tetap
- b. Biaya konsultan (perencana dan pengawas)
- c. Fasilitas sementara
- d. Peralatan konstruksi
- e. Pajak, pungutan, asuransi dan perizinan
- f. *Overhead*
- g. Biaya tak terduga
- h. Laba.

Biaya total proyek merupakan gabungan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Perubahan sesuai dengan waktu dan kecepatan proyek. Meski tidak bisa dihitung menggunakan rumus tertentu, umumnya semakin lama proyek berjalan maka semakin tinggi komulatif biaya tidak langsung yang dibutuhkan. Sedang biaya optimal diperoleh dari mengetahui total biaya proyek yang terkendali.

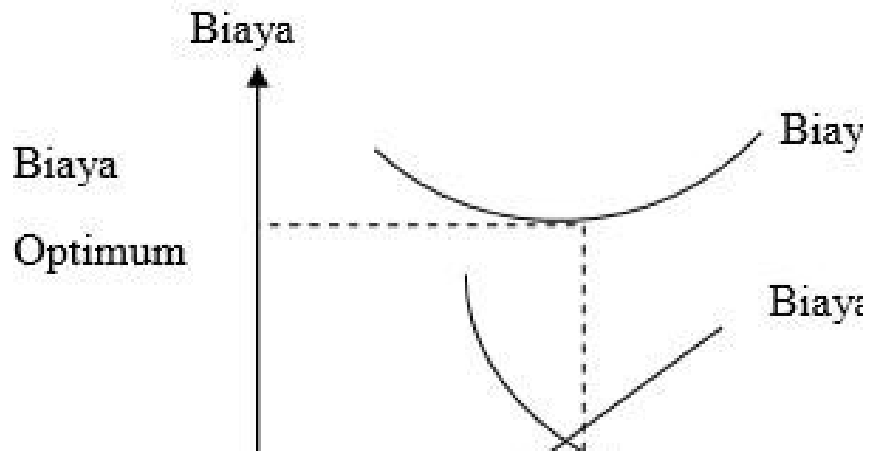
#### 2.2.4 Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Jumlah biaya langsung dan biaya tidak langsung sama dengan biaya total proyek. Biaya total proyek sangat bergantung pada durasi penyelesaian proyek konstruksi. Berikut grafik hubungan antara biaya dan waktu pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Grafik hubungan waktu dan biaya pada kondisi normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan (Soeharto,1997)

Pada gambar di atas titik A merupakan titik normal dan titik B merupakan titik dipercepat. Kurva hubungan biaya dan waktu ditunjukkan pada garis yang menghubungkan titik A dan titik B. Dapat disimpulkan bahwa hubungan antara biaya dengan waktu jika semakin tinggi penambahan jam kerja (lembur) maka semakin cepat pula waktu penyelesaian proyek sehingga menimbulkan biaya tambahan yang harus dikeluarkan akan semakin besar.



Gambar 2.2 Grafik hubungan waktu dengan biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total (Soeharto 1997)

Pada gambar 2.2 menunjukkan penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tak langsung ini merupakan biaya total yang digunakan selama pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat bergantung oleh lamanya waktu penyelesaian proyek. Keduanya berubah sesuai dengan kemajuan proyek. Seperti yang terlihat dalam gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara biaya langsung, biaya tak langsung dan total biaya, dimana terlihat bahwa biaya optimal didapat dengan mencari biaya proyek terkecil.

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

Pada perencanaan suatu proyek, biaya (*cost*) memiliki peran yang sangat penting. Biaya (*cost*) adalah salah satu aspek penting dalam manajemen, dari hal tersebut itu biaya yang ada harus dikontrol seminim mungkin dengan memperhatikan faktor waktu, karena waktu dan biaya saling berpengaruh (Priyo dan Aulia, 2015)



Pada setiap pelaksanaan kegiatan konstruksi sering terjadi dimana proyek harus diselesaikan lebih cepat dari durasi normalnya. Ini mengakibatkan pelaksanaan proyek harus bisa selesai dengan kurun waktu yang cepat dan dengan biaya seminim mungkin. Dalam hal ini penting diketahui bagaimana hubungan antara waktu dan biaya. Analisa pertukaran waktu dan biaya disebut *time cost trade off* merupakan suatu analisa yang mengubah waktu serta biaya dari suatu proyek. Bila durasi dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung proyek akan berkurang.

Adapun macam cara yang bisa diterapkan dalam percepatan penyelesaian waktu proyek antara lain :

a. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur).

Penambahan jam kerja bertujuan memperbesar hasil kerja selama satu hari sehingga selesainya pekerjaan bisa lebih cepat. Apabila seseorang terlalu lama bekerja dalam sehari mengakibatkan produktivitas pekerja dapat menurun karena terlalu lelah.

b. Penambahan tenaga kerja

Penambahan jumlah pekerja dalam satu unit pekerja untuk mengerjakan suatu aktivitas tertentu tanpa menambahkan jam kerja merupakan definisi dari penambahan tenaga kerja. Penambahan tenaga kerja yang perlu diperhatikan yaitu ruang kerja yang tersedia itu apakah kondusif untuk pekerja, karena penambahan jumlah tenaga kerja dalam suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas lain yang berlangsung diwaktu bersamaan.

c. Pergantian atau penambahan peralatan

Bertambahnya produktivitas dapat dipengaruhi oleh penambahan peralatan. Dapat diperhatikan timbulnya penambahan biaya langsung untuk mobilitas dan demobilitas alat tersebut. Mengganti peralatan dengan yang mempunyai produktivitas yang lebih tinggi mampu mempercepat durasi proyek. Luas lahan yang disediakan untuk alat tersebut perlu diperhatikan serta pengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja.

d. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Sistem kerja dan tingkat penguasaan pekerja dipengaruhi metode konstruksi terhadap metode tersebut ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya penambahan jam kerja serta tenaga kerja, biasa disebut giliran (*shift*) dimana unit pekerja pagi sampai pada sore beda dengan dengan unit pekerja untuk sore sampai malam.

### 2.2.6 Metode CPM (Critical Path Method)

Menurut Newbold (Stelth dan Roy, 2009), *critical path method* (CPM) adalah sebuah teknik untuk menganalisis proyek dengan menentukan proyek. CPM juga dikenal dengan adanya EET (*Earliest Event Time*) dan LET (*Last Event Time*), serta *Total Float* dan *Free Float*. EET merupakan waktu tercepat dari suatu kegiatan, sedangkan LET merupakan waktu paling akhir atau lambat dari suatu kegiatan. Jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat yaitu *Free Float*, tanpa menyebabkan keterlambatan pada kegiatan berikutnya, Sedang jumlah waktu yang diperkenankan pada suatu kegiatan boleh untuk ditunda atau terlambat yaitu *Total Float*, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Metode ini dapat membantu memperoleh suatu lintasan kritis yang menghubungkan kegiatan – kegiatan kritis, dapat disebut juga lintasan kegiatan yang tidak boleh terlambat ataupun mengalami penundaan pelaksanaan karena keterlambatan tersebut dapat mengakibatkan keterlambatan pada waktu total penyelesaian proyek.

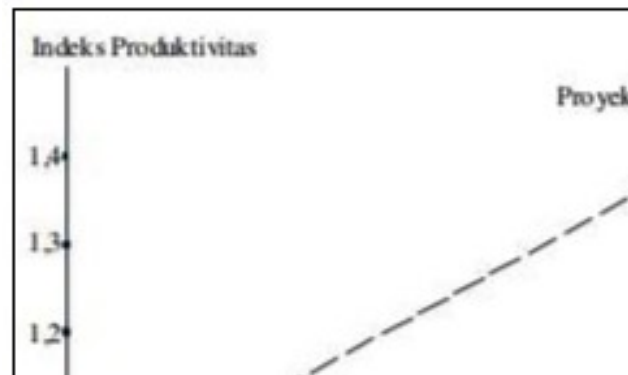
### 2.2.7 Produktivitas Pekerja

Dalam suatu proyek konstruksi, rasio antara *output* dan *input* merupakan rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya. Rasio dari produktivitas merupakan nilai yang dapat diukur selama proses konstruksi yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material, metode, dan alat. Efektifitas pengelolaan sumber daya merupakan salah satu kunci kesuksesan dari suatu proyek konstruksi. Upah juga sangat tergantung pada kinerja tiap-tiap pekerja karena setiap pekerja mempunyai karakter berbeda pada satu dengan lainnya.

### 2.2.8 Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Penambahan jam kerja (lembur) sering dilakukan tanpa adanya penambahan tenaga kerja dengan ini bertujuan untuk memberdayakan tenaga yang sudah ada di lapangan. Jam kerja normal pada proyek ini adalah 7 jam, dari pukul 08.00 sampai 16.00 WIB dan waktu istirahat mulai pukul 12.00 sampai 13.00 WIB untuk jam kerja (lembur) dilaksanakan setelah jam normal selesai.

Penambahan jam kerja (lembur) dapat dilakukan dengan menambah 1 -3 jam kerja (lembur) sesuai dengan penambahan jam kerja (lembur) yang diinginkan. Sebenarnya penambahan jam kerja (lembur) mampu menyebabkan produktivitas tenaga kerja menurun, salah satu pendekatan untuk mencoba mengukur hasil guna tenaga kerja adalah dengan memakai parameter indeks produktivitas.



Gambar 2.3 Indikasi penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur) (Soeharto, 1997)

Pada gambar 2.3 menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, bila jumlah jam per hari dan hari per minggu bertambah. Nilai selisih dari indeks produktivitas akibat kerja lembur adalah 0,1 perjamnya atau mengalami penurunan indeks produktivitas sebesar 0,1 dalam setiap jam.

Tabel 2.2 Nilai koefisien penurunan produktivitas

Jam Lembur (Jam)	Penurunan Produktivitas	Prestasi Kerja %
1	0,1	90
2	0,2	80
3	0,3	70

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini:

1. Produktivitas harian

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Produktivitas harian sesudah *crash*

$$= \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja perhari}} \dots\dots\dots(2.2)$$

3. Produktivitas harian sesudah *crash*

$$= (c \times d) + (a \times b \times d) \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan:

a = lama penambahan jam lembur

b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam lembur

c = jam kerja perhari

d = produktivitas setiap hari

4. *Crash Duration*

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian sesudah } crash} \dots\dots\dots(2.4)$$

### 2.2.9 Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Pada tahap ini penambahan tenaga kerja harus diperhatikan agar tidak mengganggu pekerjaan lain. Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Jumlah tenaga kerja normal

$$= \frac{\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{Durasi normal}} \dots\dots\dots(2.5)$$

2. Jumlah tenaga kerja percepatan

$$= \frac{\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{Durasi dipercepat}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dari persamaan tersebut akan diketahui jumlah pekerja pada saat durasi normal dan jumlah pekerja setelah ditambahkan akibat percepatan durasi proyek.

### 2.2.10 Denda

Suatu proyek yang mengalami keterlambatan yang menyebabkan pelaksanaan pekerjaan mendapat hukuman yang berupa denda sebesar kesepakatan dalam dokumen kontrak sebesar 1/1000 (satu perseribu/satu permil) dari suatu nilai kontrak. Denda yang diberikan besarnya dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Total denda = total waktu akibat keterlambatan x denda perhari akibat keterlambatan

### 2.2.11 Biaya Tambahan Kerja (*Crash Cost*)

Tambahan biaya kerja biaya untuk tenaga kerja dari biaya normal tenaga kerja terjadi sebab penambahan waktu kerja yang dialami. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 bahwa upah penambahan tenaga kerja bermacam-macam. Tambahan waktu kerja 1 jam pertama untuk perkerja akan mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam dari waktu normal dan untuk penambahan jam kerja selanjutnya para pekerja mendapatkan 2 kali upah kerja perjam waktu normal. Rumus perhitungan untuk jumlah biaya penambahan waktu kerja sebagai berikut:

1. Ongkos normal pekerja per hari  
= Produktivitas harian × Harga satuan upah pekerja.....(2.8)

2. Ongkos normal pekerja per jam  
= Produktivitas per jam × Harga satuan upah pekerja.....(2.9)

3. Biaya lembur pekerja

$$= 1,5 \times \text{upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama} + 2 \times n \times \text{upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur)} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan :  $n$  = jumlah penambahan jam kerja (lembur)

4. *Crash cost* pekerja per hari

$$= (\text{jam kerja per hari} \times \text{biaya normal pekerja}) + (n \times \text{biaya lembur per jam}) \dots \dots \dots (2.11)$$

5. *Crash slope*

$$= \frac{\text{Biaya percepatan} - \text{biaya normal}}{\text{durasi normal} - \text{durasi percepatan}} \dots \dots \dots (2.12)$$

### 2.2.12 Program Microsoft Project

Wowor (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa *Microsoft Project* merupakan salah satu bagian dari *Microsoft Office Profesional* yang mampu mengolah data mengenai kegiatan proyek konstruksi. Adapula manfaat dari *Microsoft Project* yaitu sebagai berikut.

1. Menyimpan detail mengenai proyek di dalam database-nya yang meliputi tugas-tugas beserta hubungan 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.

Keuntungan dari *Microsoft Project* yaitu dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, memperoleh secara langsung informasi biaya selama periode, modifikasi dan penyusunan jadwal produksi yang tepat lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang cepat.

Tujuan penjadwalan dalam *Microsoft Project* antara lain:

1. Mengetahui durasi kerja proyek.

2. Membuat durasi optimum.
3. Mengendalikan jadwal yang dibuat.
4. Mengalokasikan sumber daya (*resource*) yang digunakan.

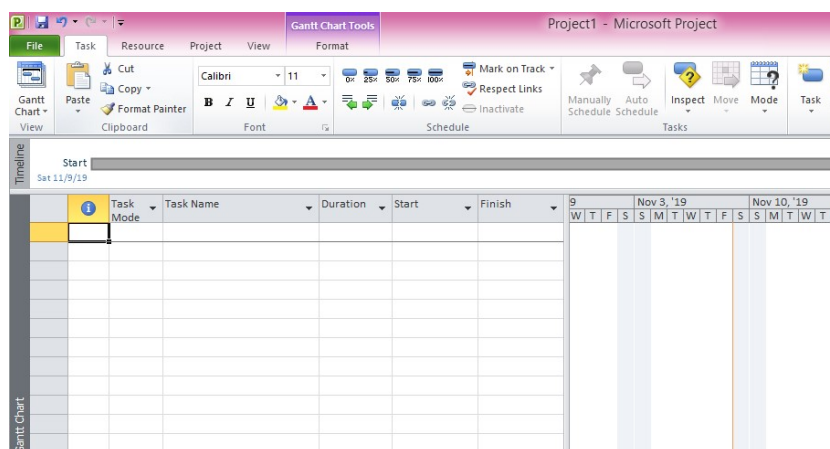
Komponen yang dibutuhkan pada jadwal adalah:

1. Kegiatan (rincian tugas, tugas utama).
2. Durasi kerja untuk tiap pekerjaan
3. Hubungan kerja tiap kegiatan.
4. *Resource* (tenaga kerja dan material).

Dalam program *Microsoft Project* hal-hal yang dikerjakan antara lain:

1. Mencatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap kegiatan.
2. Mencatat jam kerja para pegawai dan jem lembur.
3. Menghitung pengeluaran sehubungan dengan biaya tenaga kerja, memasukkan biaya tetap, menghitung total biaya proyek.
4. Membantu mengontrol *over allocation* (kelebihan beban pada penggunaan tenaga kerja).

Tampilan layar *Microsoft project* memiliki berbagai macam sebagai default setiap kali membuka file baru yang ditampilkan adalah *Gantt Chart View*. Tampilan *Gantt Chart View* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tampilan layar *Gantt Chart View*.

1. *Task*

*Task* merupakan salah satu bentuk lembar kerja yang berisi rincian pekerjaan suatu proyek.

2. *Duration*

*Duration* adalah jangka waktu untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

3. *Start*

*Start* adalah nilai tanggal dimulainya suatu pekerjaan.

4. *Finish*

*Finish* adalah tanggal akhir pekerjaan diisi secara otomatis dari perhitungan tanggal mulai (*start*) ditambah lama pekerjaan (*duration*).

5. *Predecessor*

*Predecessor* adalah hubungan keterkaitan satu pekerjaan dengan pekerjaan lain. Dalam *Microsoft Project* mengenal 4 macam hubungan antar pekerjaan, yaitu :

a. FS (*Finish to Start*)

Mulainya kegiatan berikutnya tergantung dari selesainya pekerjaan sebelumnya, dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 FF (*Finish to Start*)

b. FF (*Finish to Finish*)

Kegiatan berikutnya tergantung pada selesainya kegiatan sebelumnya, dapat dilihat pada Gambar 2.6

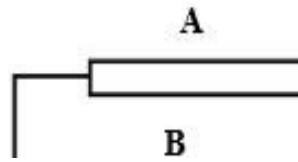


Gambar 2.6 FF (*Finish to Finish*)



c. SS (*Start to Start*)

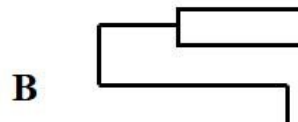
Kegiatan berikutnya tergantung dari mulainya kegiatan sebelumnya, dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 SS (*Start to Start*)

d. SF (*Start to Finish*)

Selesaiannya pekerjaan tergantung pada mulainya kegiatan sebelumnya, dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 SF (*Start to Finish*)

6. *Resource*

Sumber daya manusia, material dan alat dalam *Microsoft Project* disebut *resource*.

7. *Baseline*

*Baseline* adalah suatu rencana baik jadwal maupun biaya yang telah disetujui dan ditetapkan.

8. *Gantt Chart*

*Gantt Chart* merupakan salah satu bentuk tampilan dari *Microsoft Project* yang berupa batang-batang horisontal yang menggambarkan masing-masing pekerjaan beserta durasinya.

9. *Tracking*

*Tracking* adalah mengisi data yang terdapat di lapangan pada perencanaan yang telah dibuat.