

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini memiliki batasan bahwa percepatan durasi sebuah proyek yang akan dilakukan penambahan jam kerja (jam lembur) dan penambahan jumlah tenaga kerja. Biaya langsung akan bertambah sedangkan biaya tidak langsung akan berkurang apabila waktu durasi sebuah proyek dipercepat. Waktu dan biaya memiliki hubungan yang sangat erat. Menurut Andhita dan Dani (2017), ada beberapa faktor yang sangat berpengaruh pada hal ini antara lain durasi normal (*normal duration*), durasi percepatan (*crash duration*), biaya normal (*normal cost*), dan biaya percepatan (*Crash cost*).

Fazil dkk. (2018) melakukan penelitian dengan menambahkan jam kerja (lembur) dari 1 – 4 jam sehingga setelah dilakukan penelitian tersebut akan didapatkan hasil waktu dan biaya yang optimum sehingga proyek tidak mengalami keterlambatan yang lebih lama. Berdasarkan hasil penelitian tersebut diperoleh waktu dan biaya optimum pada lembur 2 jam dengan pengurangan waktu selama 8 hari dengan waktu optimum yang didapatkan selama 160 hari dari rencana awal 168 hari dan dengan biaya optimum sebesar Rp. 14.961.360.000,00 dengan adanya penambahan biaya dari biaya awal rencana, penambahan biaya tersebut sebesar Rp. 742.000,00.

Ningrum dkk. (2017) melakukan penelitian dengan membandingkan besarnya durasi dan biaya jika dilakukannya percepatan durasi dengan menambahkan jam kerja (lembur) dan *shift* kerja. Berdasarkan hasil penelitiannya pada penambahan jam kerja (lembur). Berdasarkan hasil penelitian ini pada percepatan durasi dengan penambahan jam kerja diperoleh waktu optimum selama 392 hari dengan pengurangan biaya sebesar Rp. 1.012.856.772,54 dengan biaya optimum sebesar Rp. 89.608.042.107,30 dari biaya normal Rp. 90.620.898.879,84. Sementara untuk *shift* kerja diperoleh hasil durasi optimum sebesar 382 hari dengan pengurangan biaya sebesar Rp. 1.240.492.176,44 dengan biaya optimum sebesar Rp. 89.380.406.703,40 dari biaya normal sebesar Rp. 90.620.898.879,84

Priyo dan Sumanto (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa untuk melakukan penelitian percepatan durasi dapat menggunakan berbagai cara yaitu penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, penambahan atau bahkan pergantian peralatan, pemilihan sumber daya dan juga penggunaan metode- metode pelaksanaan yang efektif. Pada penelitian ini menggunakan penambahan jam kerja (lembur). Berdasarkan hasil penelitian tersebut 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.

Ardika dkk. (2014) melakukan penelitian pada proyek yang mengalami keterlambatan dengan membandingkan hasil dari nilai EAC dan EAS dengan analisis penambahan jam kerja (lembur) selama 4 jam per hari. Berdasarkan hasil penelitian dengan nilai EAC dan EAS yang dilakukan pada minggu ke-24 diketahui nilai EAS 562,34 hari dari waktu rencana proyek 510 hari dengan nilai EAC sebesar Rp. 350.147.243.076,54 dari biaya rencana proyek Rp. 309.870.356.826,84. Sedangkan hasil dari penambahan jam kerja (lembur) didapatkan pengurangan waktu menjadi 476 hari dengan biaya Rp. 311.854.684.527,07 dari biaya normal sebesar Rp. 309.870.356.826,84.

Putra dkk. (2014) melakukan penelitian percepatan durasi menggunakan metode *crashing*. Berdasarkan hasil penelitiannya dari durasi normal yang selama 364 hari mengalami pemendekan durasi sebesar  $\pm 29\%$  dengan durasi optimum menjadi 259 hari.

Santoso dan Priyo (2019) melakukan penelitian percepatan durasi dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja. Berdasarkan hasil penelitian dengan penambahan jam kerja (lembur) diperoleh waktu optimum selama 46,79 hari dari waktu normal 147 hari dengan biaya optimum sebesar Rp. 3.245.993.154,92. Jika dilakukan perbandingan antara penambahan jam lembur dan tenaga kerja maka didapatkan bahwa penambahan tenaga kerja lebih efektif daripada penambahan jam lembur karena biaya yang lebih murah dan dengan percepatan durasi yang sama. Percepatan durasi dan penambahan tenaga kerja memiliki biaya yang lebih kecil daripada biaya denda jika proyek mengalami keterlambatan.

Paridi dan Priyo (2018) melakukan penelitian percepatan durasi dengan menggunakan aplikasi program *Microsoft Project 2013*. Berdasarkan hasil penelitiannya tersebut diperoleh durasi normal proyek sebesar 140 hari dengan biaya normal proyek sebesar Rp. 2.539.053.607. Namun ketika dianalisis kembali dari hubungan biaya dan durasi diperoleh durasi paling efektif sebesar 57,52 hari dengan biaya sebesar Rp 2.418.408.305,45. Berdasarkan hasil analisis, metode penambahan tenaga kerja selama 3 jam merupakan biaya dan durasi paling efektif.

Muhammad dkk. (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.

Chusairi dkk. (2015) melakukan penelitian dengan metode yang sama menggunakan penambahan jam kerja (lembur). Berdasarkan hasil penelitiannya diperoleh waktu optimum selama 291 hari dari durasi normal 315 hari dengan biaya optimum Rp. 5.789.862.276,72 dari biaya normal sebesar Rp. 5.803.059.342,48. Berdasarkan hasil penelitiannya diperoleh waktu minimum selama 197,84 hari dari durasi normal 217 hari dengan biaya percepatan bertambah menjadi sebesar Rp. 26.139.474.650,44 dari biaya normal sebesar Rp. 25.923.636.641,50.

### 2.1.1. 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

No	Penelitian	Perbedaan Penelitian	
		Terdahulu	Sekarang
1	Analisis <i>Time Cost Trade Off</i> dengan Penambahan Jam Kerja. (Ardika, dkk. 2014)	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja dan nilai hasil EAC dan EAS	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda.

Tabel 2.1 Lanjutan

2	Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> . (Chusairi dan Suryanto, 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
3	Analisa Waktu dan Biaya dengan Menggunakan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> . (Fazil dkk. 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
4	Analisa Time Cost Trade Off 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
5	Penerapan Metode <i>Crashing</i> dalam Percepatan Durasi Proyek dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur dan <i>Shift</i> Kerja. (Ningrum dan Hartono, 2017)	Analisis <i>crashing</i> dengan penambahan jam lembur dan <i>shift</i> kerja	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda
6	Studi Optimasi Biaya dan Waktu menggunakan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> pada proyek pembangunan gedung (Santoso dan Priyo, 2019 )	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
7	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
8	Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) menggunakan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> . (Priyo dan Sumanto, 2015)	Analisis percepatan waktu dan biaya dengan penambahan jam kerja (lembur)	Analisis <i>time cost trade off</i> dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda
9	Penerapan Metode <i>Crashing</i> Proyek Gedung Elizabeth. (Putra, 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
10	Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olahraga (GOR) (Paridi dan Priyo, 2018)	Analisa pengaruh percepatan durasi pada biaya proyek menggunakan <i>microsoft project</i> 2013	Analisis <i>time cost trade off</i> menggunakan <i>microsoft project</i> 2010 dan <i>microsoft excel</i> 2013

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1. Manajemen Proyek

Menurut Soeharto (1997) manajemen proyek konstruksi ialah sebuah perencanaan, mengkoordinasikan, memimpin bahkan mengatur dan mengendalikan sumber daya dalam sebuah proyek konstruksi untuk mempersingkat waktu pekerjaan yang telah ditentukan dengan menggunakan aturan yang sudah berjalan.

Menurut Soeharto (1997), tujuan-tujuan dari manajemen proyek konstruksi sebagai berikut :

1. Seluruh pelaksanaan kegiatan proyek harus sesuai dengan waktu yang telah diberlakukan agar proyek tidak terlambat.
2. Biaya yang digunakan harus sesuai dengan awal perencanaan agar tidak ada penambahan biaya diluar anggaran biaya awal.
3. Mutu dan kualitas sesuai dengan persyaratan, dan
4. Kegiatan harus sesuai dengan alur yang telah dibuat dengan persyaratan yang ada.

### 2.2.2 Network Planning

Menurut Kajatmo (1997) Suatu proyek dapat diawasi dan direncanakan dengan detail dan lengkap secara luas dengan sebuah alat atau Gambaran yang disebut *Network Planning*.

Menurut Soeharto (1999) jaringan kerja dapat disusun dengan sistematis dengan proses sebagai berikut :

1. Kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek dikaji dan diidentifikasi.
2. Kelompok kegiatan yang telah dikaji disusun menjadi mata rantai yang berurutan sesuai dengan logika ketergantungan.
3. Masing-masing kegiatan diberikan perkiraan waktu.
4. Mengidentifikasi *critical path and float* pada jaringan kerja.

### 2.2.3 Biaya Total Proyek

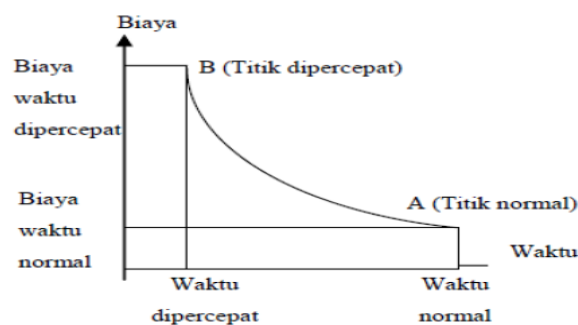
Djarmiko (2017), menyatakan bahwa estimasi biaya di awalan merupakan biaya total proyek keseluruhan. Terdapat dua jenis kelompok pada biaya proyek konstruksi, yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

1. Biaya langsung (*direct cost*) adalah biaya yang memiliki hubungan secara langsung dengan kegiatan proyek. Biaya langsung meliputi hal-hal sebagai berikut :
  - a. Biaya material dan bahan proyek,
  - b. Biaya upah tenaga kerja proyek, dan
  - c. Biaya peralatan proyek.
2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang tidak memiliki hubungan langsung dengan proyek tetapi akan dibutuhkan selama berjalannya proyek konstruksi. Biaya tidak langsung harus dalam pengawasan agar supaya tidak menjadi biaya tambahan dalam rencana proyek. Hal-hal yang meliputi biaya tidak langsung sebagai berikut:
  - a. Gaji karyawan tetap.
  - b. Fasilitas selama proyek berlangsung.
  - c. Biaya konsultan pengawas dan konsultan perencana.
  - d. Asuransi pekerja, karyawan, dan tukang
  - e. Biaya-biaya tak terduga lainnya

Jadi biaya total proyek ialah biaya langsung dijumlahkan dengan biaya tidak langsung. Waktu sangat berpengaruh dalam biaya total proyek, resiko perubahan biaya akan berkurang apabila perkiraan biaya diawal diperhitungkan secara akurat (Soemardi dan Kusumawardani, 2010).

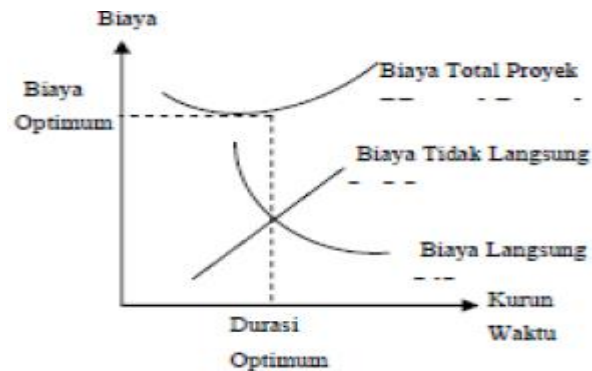
#### 2.2.4 Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Waktu penyelesaian sebuah proyek konstruksi pada suatu proyek sangat berpengaruh dalam menentukan biaya total proyek. Berikut adalah grafik hubungan antara biaya dan waktu dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Hubungan biaya-waktu normal ( Soeharto, 1997)

Pada Gambar 2.1 yang menunjukkan grafik hubungan biaya dan waktu dapat disimpulkan bahwa titik A sebagai titik normal dan titik B sebagai titik dipercepat sehingga garis yang menghubungkan titik A dengan titik B merupakan hubungan antara waktu dan biaya. Wohon, dkk. (2015) menyatakan bahwa pergabungan biaya langsung dengan biaya tidak langsung dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Hubungan biaya total, biaya langsung, dan biaya tidak langsung dengan kurun waktu ( Soeharto, 1997)

Pada Gambar 2.2 tersebut menunjukkan bahwa biaya total untuk pelaksanaan suatu pekerjaan mempunyai bentuk lengkung yang menandakan apabila waktu dipercepat maka biaya total akan naik juga. Sehingga dapat dikatakan bahwa untuk kegiatan pelaksanaan suatu pekerjaan terdapat suatu jumlah pengeluaran optimal atau yang paling kecil.

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

Naseri dkk. (2018) menyatakan bahwa analisis Time cost trade off adalah salah satu proses yang penting dalam aspek perencanaan dan pengendalian sebuah proyek.

Proses yang dikerjakan secara sistematis dan analitis dengan cara melakukan analisis dari seluruh kegiatan dalam suatu proyek konstruksi yang dipusatkan pada kegiatan kritis adalah pengertian dari *time cost trade off* ( Andhitan dan Dani, 2017).

Pada perencanaan sebuah proyek, variable waktu dan variabel biaya sangat penting karena saling berkaitan dan menjadi salah satu acuan sebuah keberhasilan suatu proyek konstruksi. Masalah-masalah pada proyek seperti keterlambatan waktu penyelesaian yang tidak sesuai dengan rencana awal atau pengeluaran biaya yang melebihi anggaran rencana sebelum proyek dimulai.

Proyek yang menyelesaikan seluruh pekerjaannya lebih cepat dari waktu normal merupakan keinginan seluruh kontraktor tetapi pekerjaan yang dipercepat, akan mengakibatkan biaya langsung yang dibutuhkan akan bertambah dan biaya tidak langsung akan berkurang. Hubungan kedua variable ini dapat dipelajari pada analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya atau disebut *time cost trade off*.

Ada beberapa metode yang dapat mempercepat waktu sebuah proyek konstruksi. Metode tersebut antara lain :

1. Penambahan jam lembur kerja (lembur).
2. Penambahan jumlah tenaga kerja.
3. Penambahan alat berat.
4. Sumber daya manusia yang berkualitas
5. Menggunakan metode yang efektif dalam konstruksi.

Metode-metode diatas dapat dilaksanakan secara bersamaan, seperti penambahan jam lembur kerja bersamaan dengan penambahan jumlah tenaga kerja.

#### **2.2.6. Produktivitas Pekerja**

Produktivitas pekerja adalah perbandingan hasil produksi dengan jumlah keseluruhan sumber daya yang digunakan. Efektifitas pekerja adalah salah satu factor keberhasilan sebuah proyek konstruksi. Upah pekerja yang diberikan tergantung dari produktivitas pekerja karena setiap pekerja memiliki karakter yang berbeda.

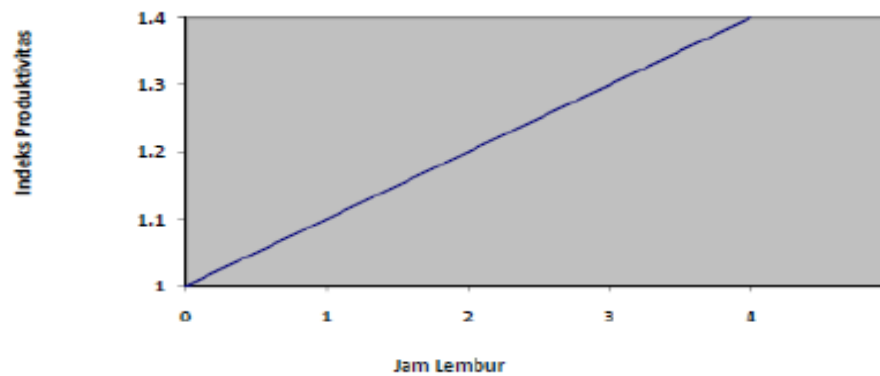
#### **2.2.7 Pelaksanaan Penambahan Jam Lembur**

Salah satu metode mempercepat waktu proyek adalah menambah jam kerja peker atau biasa disebut lembur. Hal ini selalu dilakukan setiap proyek dengan memanfaatkan pekerja yang telah ada dilapangan dengan hanya menambahkan jam kerja bukan menambahkan pekerja. Pada proyek konsturksi ini menggunakan waktu normal 8 jam kerja, sejak pukul 08.00 hingga 17.00 dengan waktu istirahat 1 jam pada pukul 12.00-13.00. Jam lembur kerja dilaksanakan setelah waktu normal usai.

Penambahan jam kerja lembur pada proyek biasa menambah 1 jam, 2 jam dan 3 jam kerja lembur tergantung kebutuhan proyek. Penurunan produktivitas terjadi akibat penambahan jam waktu lembur terlalu besar (Paridi, 2018). Indikasi



penurunan produktivitas pekerja akibat penambahan jam kerja lembur dapat dilihat pada Gambar 2.3



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

Table 2.1 Koefisien penurunan produktivitas

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

Sumber: Soeharto (1997)

Berdasarkan uraian Tabel 2.2 didapatkan persamaan sebagai berikut.

$$1. \text{ Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \quad (2.1)$$

$$2. \text{ Produktivitas per jam} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam Kerja Perhari}} \quad (2.2)$$

$$3. \text{ Produktivitas harian sesudah crash} = (c \times d) + (a \times b \times d) \quad (2.3)$$

dengan :

a = lama penambahan jam kerja (lembur)

b = koefisien penurunan produktivitas

c = jam kerja perhari, dan

d = produktivitas tiap jam

$$4. \text{ Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian setelah crash}} \quad (2.4)$$

### 2.2.8. Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Menurut Paridi (2018) penambahan jam kerja harus diperhatikan dengan teliti agar tidak mempengaruhi dan mengganggu pekerjaan yang ada di proyek konstruksi. Perhitungan penambahan kerja dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Jumlah tenaga kerja pada waktu normal

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

2. Jumlah tenaga kerja pada waktu percepatan

$$= \frac{\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{durasi percepatan}} \quad (2.6)$$

Dengan rumus ini, jumlah pekerja pada durasi normal dan pekerja pada durasi dipercepat akan diketahui setelah durasi proyek dipercepat.

### 2.2.9. Denda

Denda merupakan salah satu hukuman terhadap sebuah proyek yang mengalami keterlambatan. Besaran denda sesuai dengan kesepakatan yang tertulis pada dokumen kontrak sebesar 1/1000 dari nilai keseluruhan kontrak. Biaya denda dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Total denda} = \text{total waktu akibat terlambat} \times \text{denda perhari akibat keterlambatan} \quad (2.7)$$

### 2.2.10. Program Microsoft Project

Menurut Sudiro dan Priyo (2017), Program Microsoft Project adalah sebuah *software* komputer yang dapat mengolah lembar kerja untuk manajemen suatu proyek, pencarian data, serta pembuatan *bar chart*. Menurut Wowor dkk. (2013), data-data yang meliputi seluruh kegiatan proyek dapat dikelola dengan menggunakan *Microsoft Project*. Manfaat yang didapatkan apabila menggunakan *Microsoft Project* sebagai berikut.

1. Detail proyek yang meliputi tugas yang berhubungan satu sama lain seperti sumber daya yang digunakan, biaya perkegiatan pekerjaan, jalur kritis, dan lain-lain, tersimpan pada *database* .
2. Informasi tersebut dihitung, serta jadwal, biaya, dan variable lain dipelihara dan juga menciptakan rencana proyek.
3. Proyek yang berjalan dapat diawasi sehingga proyek dapat diselesaikan diwaktu yang tepat dan sesuai anggaran yang direncanakan atau tidak.

Menurut Santoso (2019), hal-hal yang dapat dikerjakan dalam pemrograman *Microsoft Project* antara lain:

1. Menulis kebutuhan tenaga kerja yang dibutuhkan,
2. Menulis jam kerja pegawai dan jam lembur.
3. Menghitung pengeluaran biaya tenaga kerja dan biaya total proyek, memasukan biaya tetap pekerja dan material, dan
4. Kelebihan beban penggunaan tenaga kerja dapat dikontrol oleh program.

Tampilan awal program *Microsoft Office* akan selalu muncul tampilan *Ghantt Chart View*. Berikut istilah-istilah dalam program *Microsoft Office* untuk pengoprasian.

1. *Task*

*Task* adalah lembaran kerja pada *Microsoft Project* berupa rincian kegiatan proyek.

2. *Duration*

*Duration* adalah jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek.

3. *Start*

*Start* adalah tanggal awal mula suatu proyek dimulai.

4. *Finish*

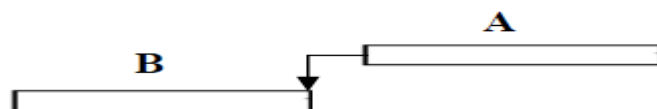
*Finish* adalah tanggal berakhirnya suatu proyek. Berubah dengan otomatis sesuai dengan *duration* yang telah dicantumkan.

5. *Predecessor*

*Predecessor* adalah hubungan yang mengkaitkan antara satu kegiatan proyek dengan kegiatan proyek lainnya. Terdapat 4 jenis hubungan antar kegiatan dalam *Microsoft Project*, yaitu :

a. *Start to Finish (SF)*

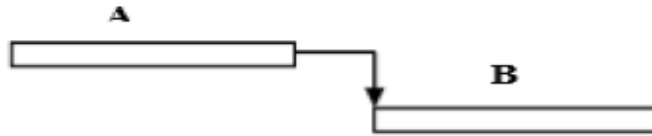
Pekerjaan B akan berakhir ketika pekerjaan A dimulai, dapat dilihat di Gambar 2.4



Gambar 2.4 *Startt to Finish (SF)*

b. *Finish to Start (FS)*

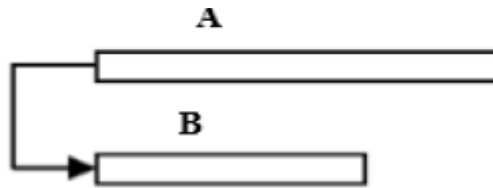
Pekerjaan B boleh diakhiri ketika pekerjaan A telah selesai, dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Finish to Start (FS)*

c. *Start to Start (SS)*

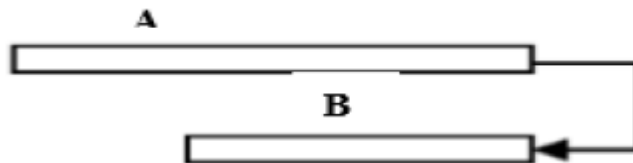
Pekerjaan A akan mulai bersamaan dengan pekerjaan B, dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Start to Start (SS)*

d. *Finish to Finish (FF)*

Pekerjaan A dan pekerjaan B harus selesai bersamaan, dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Finish to Finish (FF)*

6. *Resource*

*Resource* adalah sebuah tampilan pada *Microsoft Project* untuk menginput sumber daya pada proyek, baik sumber daya manusia maupun material.

7. *Baseline*

*Baseline* merupakan biaya yang telah disepakati dari awal rencana.

8. *Ghant Chart*

*Ghant Chart* adalah tampilan utama pada program *Microsoft Project*.

9. *Tracking*

*Tracking* harus diisi dengan data yang sesuai dengan lapangan pada perencanaan yang telah dibuat.

### 2.2.11. Biaya Tambahan Pekerja (*Crash Cost*)

Penambahan biaya pada tenaga kerja dan biaya normal dipengaruhi oleh penambahan waktu kerja. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP.102/MEN/VI/2004, bahwa upah tenaga kerja berbeda-beda. Penambahan waktu kerja lembur satu jam dikenai penambahan upah sebesar 1,5 kali lipat dari upah perjam waktu normal sedangkan penambahan jam kerja lembur selanjutnya akan ditambahkan sebesar 2 kali lipat upah perjam waktu normal. Penambahan biaya pada pekerja dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

1. Ongkos normal pekerja per hari

$$\text{Onph} = \text{produktivitas harian} \times \text{Harga satuan upah pekerja} \quad (2.8)$$

2. Ongkos normal pekerja per jam

$$\text{Onpj} = \text{Produktivitas perjam} \times \text{Harga satuan upah pekerja} \quad (2.9)$$

3. Biaya lembur pekerja

$$\text{Blk} = 1,5 \times \text{Upah perjam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama} \\ + (2 \times n \times \text{Upah perjam normal penambahan jam kerja (lembur)}) \quad (2.10)$$

4. *Crash Cost* pekerja perhari

$$\text{Cch} = (\text{jam kerja perhari} \times \text{Normal cost pekerja}) + (n \times \text{blk}) \quad (2.11)$$

5. *Cost Slope*

$$\text{Cs} = \frac{\text{biaya percepatan} - \text{biaya normal}}{\text{durasi normal} - \text{durasi percepatan}} \quad (2.12)$$

Penambahan jumlah tenaga kerja dapat hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

1. Normal ongkos perhari untuk pekerja disesuaikan dengan harga satuan setiap lokasi proyek

2. Biaya penambahan pekerja

$$\text{bpp} = \text{Jumlah pekerja} \times \text{upah normal pekerja per hari} \quad (2.13)$$

3. *Crash Cost* pekerja

$$\text{Ccp} = \text{Biaya total pekerja percepatan} - \text{biaya total pekerja} \quad (2.14)$$

4. *Cost Slope*

$$C_s = \frac{\text{biaya percepatan} - \text{biaya normal}}{\text{durasi normal} - \text{durasi percepatan}} \quad (2.15)$$

### 2.2.12. Critical Path Methode (CPM)

Priyo dan Aulia (2015), mengatakan kegiatan yang dapat menentukan lintasan kritis dengan menggunakan *arrow diagram* adalah pengertian dari *Critical Path Methode*. Lintasan kritis ini dapat digunakan untuk mengetahui prioritas suatu proyek apabila mengalami keterlambatan yang dipengaruhi oleh waktu. Lintasan kritis dapat ditentukan dengan hitungan maju, hitungan maju biasa digunakan untuk menghitung *Earliest Even Time* (EET) yang merupakan kegiatan awal (Soeharto, 1995). EET dapat dihitung dengan menggunakan rumus sabagai berikut.

$$EET_j = (EET_i + D_{ij}) \max \quad (2.15)$$

dengan,

$EET_i$  = waktu mulai paling cepat dari kegiatan i,

$EET_j$  = waktu mulai paling cepat dari kegiatan j, dan

$D_{ij}$  = durasi untuk suatu kegiatan antara kegiatan i dan kegiatan j.

*Latest Event Time* (LET) adalah kegiatan yang memiliki waktu terlama atau paling akhir. LET dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$LET_i = (LET_j - D_{jj}) \min \quad (2.16)$$

Dengan,

$LET_i$  = waktu mulai paling lambat dari kegiatan i,

$LET_j$  = waktu mulai paling lambat dari kegiatan j, dan

$D_{ij}$  = durasi untuk kegiatan antara kegiatan i dan kegiatan j.

Perhitungan LET dan EET tidak memiliki perbedaan, tetapi pada perhitungan LET dimulai dari kegiatan paling terakhir ke kegiatan kegiatan paling awal. Apabila kegiatan lebih dari satu yang digunakan untuk nilai LET adalah nilai terkecil.