

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Usaha yang harus dilakukan oleh sebuah proyek adalah menyelesaikan kegiatannya lebih cepat dari yang telah ditentukan dengan cara mempersingkat waktu pengerjaan kegiatannya. Pemilik proyek harus mempertimbangkan penjadwalan suatu proyek yang akan dipercepat. *Crash program* merupakan tahapan dalam mempersingkat durasi penyelesaian proyek (Novitasari, 2014).

Izzah (2017) menyatakan *Time Cost Trade Off* merupakan suatu proses yang disengaja dan sistematis untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan yang dilakukan sebuah proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis.

Menurut Arvianto dkk. (2017) dalam penjadwalan proyek, ketika akan membuat hubungan biaya dan waktu untuk masing-masing aktivitas pada proyek diperhitungkan aspek biayanya. Ketika pada saat kondisi dibutuhkan percepatan waktu untuk pelaksanaan maka waktu tersebut bersifat minimum dengan maksimum biaya yang mungkin, pengertian diatas disebut dengan *Crash Program*.

Dalam penelitian ini telah dibatasi bahwa kegiatan percepatan durasi suatu proyek akan dilakukan dengan penambahan jam kerja (jam lembur) dan penambahan tenaga kerja. Jika mempercepat waktu penyelesaian suatu aktivitas proyek, dapat menyebabkan bertambahnya biaya langsung dan berkurangnya biaya tidak langsung. Hubungan waktu dan biaya saling berkaitan erat dengan perubahan waktu dan biaya. Dalam hal ini faktor-faktor yang berpengaruh seperti durasi normal (*normal duration*), durasi percepatan (*crash duration*), biaya normal (*normal duration*), dan biaya percepatan (*crash cost*) (Andhita dan Dani, 2017).

2.1.1. Penelitian Terdahulu tentang Optimasi Waktu dan Biaya

Salah satu usaha untuk mempersingkat suatu proyek adalah dengan melakukan percepatan penyelesaian pekerjaan konstruksi tujuannya supaya proyek dapat selesai lebih awal dari waktu yang telah direncanakan.

Herlandez (2016) melakukan penelitian percepatan waktu dan biaya dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja yang dilakukan pada proyek Pembangunan Jembatan Sungai Naik-Kabupaten Musi Rawas, mendapat kesimpulan bahwa biaya normal proyek sebesar Rp.13.927.020.979 dengan durasi awal 145 hari, setelah penambahan 1 jam kerja lembur didapat biaya sebesar Rp.13.789.942.094 dengan durasi *crashing* 129 hari, untuk penambahan 2 jam kerja lembur didapat biaya sebesar Rp.13.698.185.754 dengan durasi *crashing* 114 hari sedangkan jika dilakukan penambahan 3 jam kerja lembur didapat biaya sebesar Rp.13.702.577.154 dengan durasi *crashing* 112 hari. Sedangkan untuk penambahan tenaga kerja jika dilakukan penambahan tenaga kerja 1 didapat biaya sebesar Rp.13.785689.625 dengan durasi *crashing* 129 hari, untuk penambahan tenaga kerja 2 didapat biaya sebesar Rp.13.671.883.904 dengan durasi *crashing* 114 hari dan untuk penambahan tenaga kerja 3 didapat biaya sebesar Rp.13.656.884.530 dengan durasi *crashing* 112. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa ketika durasi 136 hari penambahan 1 jam tenaga kerja lebih efektif dibandingkan jika dilakukan penambahan 1 jam lembur, karena pada penambahan 1 jam tenaga kerja didapatkan biaya yang lebih murah dengan durasi yang sama ketika dilakukan penambahan 1 jam lembur.

Penelitian yang dilakukan oleh Frederika (2010) pada proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget- Bandung didapatkan kesimpulan bahwa biaya normal proyek sebesar Rp.2.886.283,00 setelah dilakukan penambahan 1 jam kerja terjadi pengurangan biaya sebesar Rp.784.104,16 sehingga biaya optimum proyek setelah dilakukan penambahan 1 jam kerja sebesar Rp.2.885.498.895,84 dengan pengurangan waktu selama 8 hari dari waktu normal 284 hari menjadi 276 hari. Untuk penambahan 2 jam kerja dari biaya normal proyek sebesar Rp.2.886.283.000,00 mengalami pengurangan biaya sebesar Rp.700.377,35 sehingga dari penambahan 2 jam kerja didapatkan biaya optimum sebesar Rp.2.885.582.622,65 dengan pengurangan waktu selama 14 hari dari waktu normal 284 hari menjadi 270 hari.

Chusairi dan Suryanto (2015) melakukan penelitian mempercepat biaya dan waktu dengan menambahkan jam kerja (lembur) pada proyek Pembangunan Gedung SMPN Baru Siwalankerto didapatkan kesimpulan bahwa biaya normal

proyek sebesar Rp.5.803.059.342,48 dengan durasi normal 315 hari. Setelah dilakukan penambahan jam kerja terdapat selisih biaya sebesar Rp.13.197.065,76 sehingga didapat biaya optimum proyek sebesar Rp.5.789.862.276,72 dengan durasi optimum 291 hari. Penurunan biaya tidak langsung (turun Rp.22.548.800,00) yang lebih besar daripada kenaikan biaya langsung (naik Rp.9.351.734,24) menyebabkan biaya optimum proyek lebih kecil daripada biaya normal proyek.

Rosyidhi (2018) melakukan penelitian percepatan waktu dan biaya dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja pada proyek Pekerjaan Jalan Bugel- Girijati Tahap II Kabupaten Sleman didapatkan kesimpulan bahwa biaya normal proyek sebesar Rp.32.901.411.503,40 dengan durasi normal 270 hari, setelah dilakukan penambahan 1 jam kerja (lembur) didapatkan biaya sebesar Rp.32.754.443.989,90 dengan durasi *crashing* 242,89 hari, untuk penambahan 2 jam kerja (lembur) didapatkan biaya sebesar Rp.32.813.206.687,64 dengan durasi *crashing* 223,49 hari dan akan menghasilkan biaya sebesar Rp.32.955.634.436,58 ketika ditambahkan 3 jam kerja (lembur) dengan durasi *crashing* 209,23 hari. Sedangkan untuk penambahan alat berat dengan durasi 1 jam kerja (lembur) didapatkan biaya sebesar Rp.32.594.028.629,84 dengan durasi *crashing* 242,89 hari, untuk penambahan 2 jam kerja (lembur) didapatkan biaya sebesar Rp.32.372.419.830,75 dengan durasi *crashing* 223,49 hari dan untuk penambahan alat berat yang setara dengan 3 jam kerja (lembur) didapatkan biaya sebesar Rp.32.209.533.272,31 dengan durasi *crashing* 209,23 hari. Dari hasil tersebut penambahan alat berat lebih efisien dan murah untuk mempercepat durasi penyelesaian proyek jika dibandingkan dengan penambahan jam kerja (lembur) dan juga biaya akan lebih murah jika dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Izzah (2017) tentang Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* pada Proyek Pembangunan Perumahan di PT. X mendapat kesimpulan Proyek tersebut memiliki biaya normal sebesar Rp.6.763.839.127 dengan durasi 555 hari. Proyek tersebut dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu yang ditentukan yaitu 547 hari

dengan peluang 64,8%. Efisiensi waktu pengerjaan proyek 5,76% dengan selisih percepatan 32 hari kerja. Ketika menggunakan percepatan dengan durasi 523 hari didapat biaya optimal sebesar Rp.6.753.245.793. Untuk efisiensi biaya dalam pengerjaan proyek adalah 0,156% dengan selisih biaya normal dengan percepatan Rp.10.559.334.

Penelitian yang dilakukan Utami (2018) pada Proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Ngalang-Nguwot-Gaing didapatkan kesimpulan seperti waktu dan biaya penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja. Penambahan jam kerja (lembur) 1 jam didapatkan total biaya sebesar Rp.45.577.483.451,72 dengan durasi 225,33 hari, untuk lembur 2 jam didapat total biaya sebesar Rp.45.266.357.108,39 dengan durasi 193,540 hari, dan akan mendapatkan total biaya sebesar Rp.45.133.081.238,05 ketika dilakukan penambahan lembur selama 3 jam dengan durasi 169,91 hari. Sedangkan jika penambahan tenaga kerja 1 dilakukan maka akan didapatkan biaya sebesar Rp.44.844.608.032,27 dengan durasi 225,33, untuk penambahan tenaga kerja 2 didapat biaya sebesar Rp.44.426.248.293,81 dengan durasi 183,540 hari, dan untuk penambahan tenaga kerja 3 didapat biaya sebesar Rp.44.118.643.385,21 dengan durasi 169,91 hari. Dari hasil tersebut didapatkan biaya termurah dari durasi tercepat yaitu terdapat pada penambahan tenaga kerja 3 dengan biaya Rp. 44.118.643.385,21 dengan durasi 169,91 hari.

Untuk penelitian yang dilakukan oleh Andhita dan Dani (2017) pada Proyek Pembangunan *My Tower Hotel & Apartemen* didapatkan biaya normal proyek sebesar Rp.40.563.372.100,00 dengan durasi 280 hari. Setelah dilakukan penambahan tenaga kerja didapatkan biaya optimum sebesar Rp.40.555.095.100,00 dengan durasi 272 hari. 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.

Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Priyo dan Aulia (2015) pada Proyek Pembangunan Gedung Indonesia dapat ditarik kesimpulan waktu dan biaya optimum setelah dilakukan penambahan jamkerja (lembur) didapat biaya sebesar Rp.10.481.732.644,58 dengan durasi 242 hari. Efisiensi waktu proyek sebanyak

24 hari (9,02%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp.43.019.556,39 (0,41%). Sedangkan akibat penambahan tenaga kerja didapatkan biaya sebesar Rp. 10.482.934.084,43 dengan durasi 243 hari. Efisiensi waktu proyek sebanyak 23 hari (8,65%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp.41.818.116,54 (0,40%). Dari hasil penelitian tersebut biaya termurah untuk mempercepat durasi proyek dengan dilakukan 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%).

Wohon dkk. (2015) dalam penelitiannya pada Proyek Pembangunan Gereja GMIM Syaloom Karombasan didapat kesimpulan waktu percepatan diperoleh sebesar 22 hari dengan durasi maksimum umur proyek setelah *dicrash* yaitu 233 hari dengan biaya proyek Rp.3.857.112.297 dari biaya awal sebesar Rp.3.843.913.131, dan biaya percepatan proyek maksimum Rp.13.199.166. Jika dilihat dari hubungan durasi biaya didapat durasi dan biaya yang paling efektif terjadi pada durasi 249 hari dengan biaya total proyek Rp.3.845.740.631. Dari hasil penelitan jika durasi proyek dipercepat dapat mengakibatkan biaya langsung semakin bertambah tapi juga mengakibatkan biaya tidak langsung berkurang.

Penelitian yang dilakukan oleh Sudiro (2017) pada Proyek Pembangunan Jalan Bugel-Galur-Poncosaro Cs Tahap I Provinsi D.I Yogyakarta dapat ditarik kesimpulan Waktu dan biaya pada saat proyek dalam kondisi normal 177 hari dengan biaya sebesar RP.40.897.811.578,00. Setelah dilakukan perhitungan penambahan jam kerja (lembur), penambahan alat berat dan tenaga kerja 1 sampai 3 didapatkan biaya paling murah adalah dengan menambah alat berat dan tenaga kerja ketika durasi 3 jam kerja (lembur) dengan durasi proyek yang didapat 26,89 hari dengan biaya Rp.38.733.785.415,45.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Manajemen Proyek

Manajemen proyek konstruksi merupakan kegiatan mengorganisir, memimpin, merencanakan, dan mengendalikan sumber daya pada sebuah perusahaan dinamakan fungsinya supaya perusahaan dapat mencapai sasaran jangka pendek yang sudah ditentukan (Soeharto, 1999).

Tujuan dari manajemen konstruksi menurut Soeharto (1999) adalah sebagai berikut :

1. Pelaksanaan kegiatan berjalan tepat waktu, maksudnya proyek tidak mengalami keterlambatan dalam penyelesaian proyek.
2. Biaya sesuai dengan apa yang telah direncanakan, sehingga tidak ada tambahan biaya yang dikeluarkan dari perencanaan awal.
3. Mutu sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
4. Tahap pelaksanaan kegiatan sesuai dengan ketentuan.

Suatu proyek terdiri dari beberapa rangkaian kegiatan dan dimulai sejak dituangkannya gagasan, direncanakan, kemudian dilaksanakan sampai benar – benar memberikan hasil yang sesuai dengan perencanaan. Sehingga pengertian proyek menurut Wohon dkk. (2015) adalah proses dari gabungan rangkaian kegiatan sementara yang memiliki titik awal dan titik akhir, yang melibatkan berbagai sumber daya yang bersifat terbatas atau tertentu untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan.

2.2.2. Network Planning

Penyelesaian pekerjaan dalam suatu kegiatan proyek harus direncanakan dengan sebaik-baiknya. Sebisa mungkin semua kegiatan atau aktivitas yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek dapat diselesaikan dengan efisien, sehingga kegiatan tersebut dapat terselesaikan dengan cepat sesuai dengan yang direncanakan serta terintegrasi dengan kegiatan yang lainnya.

Network Planning (jaringan kerja) merupakan hubungan keterkaitan antara kegiatan pekerjaan dalam proyek yang digambarkan dalam diagram *network* (Anggraeni dkk., 2017). Dengan adanya jaringan kerja, penyelesaian perencanaan proyek dapat disusun dengan waktu dan biaya yang efisien.

Menurut Bangun dkk. (2016) konsep dalam *network planning* adalah Metode Lintasan Kritis (*CPM*). Orientasi sistem ini semata-mata tidak terbatas pada faktor waktu, tetapi juga menerapkan sistematika alokasi sumber daya maupun sumber dana. *Critical Path Methode (CPM)* membutuhkan dana yang cocok untuk diterapkan pada bidang konstruksi, penelitian dan pengembangan, perawatan peralatan dan sebagainya. Adapun manfaat dari metode lintasan kritis ini dapat memudahkan dalam hal :

- a. Perencanaan (*Planning*)
- b. Penjadwalan (*Scheduling*)
- c. Pengendalian (*Controlling*)

2.2.3. Biaya Total Proyek

Komponen biaya dalam proyek konstruksi dibagi menjadi dua, yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Biaya langsung menurut Hutasoit dkk. (2014) merupakan biaya yang diperlukan untuk mendapatkan sumber daya yang akan digunakan untuk menyelesaikan suatu proyek. Adapun yang termasuk dalam biaya langsung adalah :

- a. Biaya material
- b. Biaya upah pekerja
- c. Biaya alat
- d. Biaya sub kontraktor

Menurut Hotasoit dkk. (2014) biaya tidak langsung merupakan biaya yang berkaitan dengan pengawasan, administrasi, pengarah kerja, konsultan, bunga dan pengeluaran di luar biaya konstruksi suatu proyek. Dalam arti lain biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi, tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek. Biaya ini akan naik jika waktu pelaksanaannya semakin lama, namun semua pengurangan pada durasi seharusnya mengakibatkan pengurangan biaya tidak langsung. Adapun yang termasuk biaya tidak langsung adalah :

- a. Gaji pegawai
- b. Biaya tak terduga
- c. Biaya konsultan
- d. Fasilitas di lokasi proyek
- e. perizinan, pajak, pungutan, serta asuransi
- f. *Overhead*
- g. Keuntungan
- h. Peralatan konstruksi

Sehingga pengertian biaya total adalah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Kedua biaya dapat berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan dari suatu proyek yang sedang berjalan. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan

rumus tertentu, tetapi jika proyek berjalan semakin lama maka akan semakin tinggi kumulatif biaya tidak langsung yang diperlukan. Dengan mencari total biaya proyek akan didapatkan biaya optimal.

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

Variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting dalam sebuah perencanaan suatu proyek. Biaya (*cost*) adalah salah satu aspek penting dalam sebuah manajemen, sehingga biaya yang muncul harus dikendalikan seminim mungkin. Dalam pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena biaya-biaya proyek memiliki ikatan yang erat dengan waktu penyelesaian proyek.

Pada suatu proyek adakalanya pemilik proyek (*owner*) menginginkan proyek tersebut diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya. Sehingga pelaksana proyek (kontraktor) harus segera menentukan strategi untuk mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya yang minimum. Sehingga perlu mempelajari metode *Time Cost Trade Off* (Pertukaran Waktu dan Biaya) untuk menganalisis waktu dan biaya. Ketika menggunakan analisa *time cost trade off* biaya yang akan dikeluarkan akan berubah jika waktu penyelesaian proyek berubah. Biaya langsung suatu proyek akan bertambah ketika waktu pelaksanaan proyek dipercepat namun biaya tidak langsung akan berkurang.

Berikut ini akan diuraikan cara-cara untuk mempercepat penyelesaian proyek :

1. Melakukan penambahan jumlah jam kerja (lembur)

Cara ini dapat dilakukan dengan menambah jam kerja perharinya, tapi tidak menambahkan tenaga kerja. Penambahan jam kerja dilakukan untuk memperbesar produksi selama 1 hari sehingga penyelesaian pekerjaan akan lebih cepat. Tapi ketika penambahan jam kerja dilakukan setiap jamnya hal ini akan menyebabkan menurunnya produktivitas tenaga kerja.

2. Melakukan penambahan tenaga kerja

Cara ini dilakukan dengan menambah jumlah tenaga kerja dalam setiap satu unit pekerjaan tanpa menambah jam kerjanya. Penambahan tenaga kerja harus memperhatikan ruang kerja yang tersedia, karena penambahan tenaga kerja tidak boleh mengganggu pekerjaan yang lain. Dalam hal ini jika

penambahan tenaga kerja tidak sesuai dengan ruang kerja menyebabkan ruang kerja menjadi sesak, ketika ruang kerja menjadi sesak dan pengawasannya kurang diperhatikan maka produktivitas pekerja akan menurun.

3. Menambahkan jumlah alat berat

Penambahan alat berat dilakukan untuk menambah produktivitas. Dengan dilakukannya penambahan alat berat maka akan ada penambahan biaya langsung, biaya ini biasanya untuk mobilitas, demobilitas dan pengoperasian alat berat. Waktu penyelesaian proyek dapat dipercepat dengan menambah alat berat. Tetapi harus tetap memperhatikan kondisi lahan pada proyek karena untuk meletakkan alat berat tersebut serta pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja.

4. Melakukan pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas

Sumber daya yang berkualitas dengan tenaga kerja yang mempunyai produktivitas tinggi akan menghasilkan pekerjaan yang baik pada proyek tersebut. Karena ketika tenaga kerja yang dipilih memiliki kualitas yang baik maka kegiatan penyelesaian proyek akan cepat selesai.

5. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Sistem kerja dan tingkat penguasaan pelaksanaan saling berkaitan erat dengan metode konstruksi serta ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan.

Cara-cara diatas dapat dilakukan dengan terpisah ataupun kombinasi, contohnya kombinasi penambahan jam kerja (lembur) dengan penambahan tenaga kerja dan jumlah alat berat, hal tersebut dapat dinamakan *shift* atau giliran. Dimana tenaga kerja pagi sampai sore akan berbeda dengan tenaga kerja sore sampai malam.

2.2.5. Produktivitas Tenaga Kerja

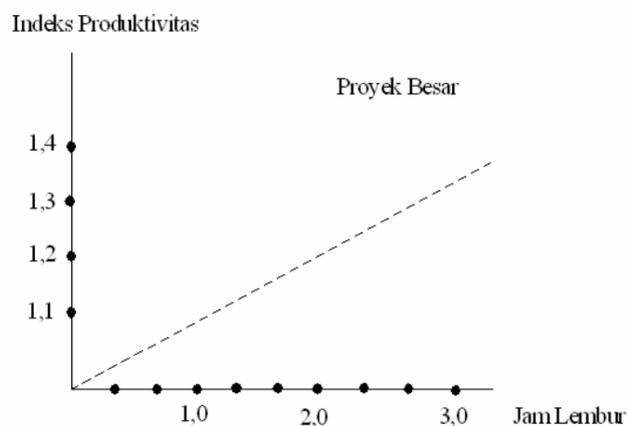
Produktivitas merupakan rasio antara *input* dan *output*. Dalam hal ini *input* mencakup biaya produksi dan biaya peralatan, sedangkan *output* mencakup pendapatan, penjualan, dan kerusakan. Apabila *input* dan waktu rendah maka *output* semakin tinggi sehingga produktivitas semakin besar. Hal-hal yang mempengaruhi analisis produktivitas seperti waktu siklus, faktor kembang susut atau faktor pengembangan bahan, faktor alat, dan faktor kehilangan.

Rasio produktivitas ini merupakan nilai yang diukur selama proses konstruksi, yang dapat dibagi menjadi biaya tenaga kerja, biaya material, metode, dan alat. Efektivitas pengelolaan sumber daya merupakan salah satu kesuksesan dari suatu proyek. Sedangkan alat berat dan pekerja merupakan sumber daya yang sulit dikelola. Biaya untuk menyewa alat berat dan upah untuk tenaga kerja diberikan sesuai dengan kecakapan masing-masing sumber daya karena setiap sumber daya memiliki karakter yang berbeda beda antara yang satu dengan yang lainnya.

2.2.6. Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Salah satu cara yang harus dilakukan suatu proyek jika ingin mempercepat durasi penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja (lembur). Cara ini sering dilakukan dengan mengefisiensikan penambahan biaya yang akan dikeluarkan kontraktor sehingga dapat memberdayakan sumber daya yang ada disuatu proyek. Jam kerja yang biasanya ditetapkan disuatu proyek biasanya sekitar 7 jam (dimulai pukul 08.00-16.00 dengan satu jam istirahat yang dilakukan pada pukul 12.00). Dan jam lembur itu sendiri dilaksanakan ketika jam kerja yang telah ditentukan selesai.

Menambah 1-3 jam atau sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan, biasanya dilakukan untuk penambahan jam kerja (lembur). Karena semakin besar penambahan jam kerja lembur, produktivitas pekerja akan turun. Pada Gambar 2.1 dapat dilihat bahwa ada Indikasi dari penuruna produktivitas pekerja.



Gambar 2.1 Grafik indikasi penurunan produktivitas karena adanya penambahan jam kerja (Soeharto,1997).

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut :

1. Produktivitas harian

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

2. Produktivitas tiap jam

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

3. Produktivitas harian setelah *crash*

$$= (\text{jam kerja per hari} \times \text{Produktivitas tiap jam}) + (a \times b \times \text{Produktivitas tiap jam}) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan :

a = lama penambahan jam lembur

b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam lembur.

Nilai koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam lembur dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Koefisien penurunan produktivitas (Soeharto,1997)

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

4. *Crash Duration*

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

2.2.7. Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Untuk penambahan tenaga kerja dilakukan dengan perhitungan 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

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

Jumlah dari tenaga kerja normal dan jumlah pekerja setelah ditambah karena percepatan durasi dapat dilihat dari persamaan diatas.

2.2.8. Biaya Tambahan Pekerja (*Crash Cost*)

Penambahan biaya yang besar untuk tenaga kerja terjadi jika proyek melakukan penambahan waktu kerja. Sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7, dan pasal 11 diperhitungkan bahwa upah penambahan tenaga kerja bervariasi. Para pekerja akan mendapatka tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal jika terjadi penambahan waktu kerja satu jam pertama dan ketika penambahan jam kerja berikutnya para pekerja akan mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal.

Untuk perhitungan biaya tambahan pekerja dapat di rumuskan sebagai berikut :

1. Normal biaya pekerja perhari
= Produktivitas harian x Harga satuan upah pekerja.....(2.7)

2. Normal biaya pekerja perjam
= Produktivitas perjam x Harga satuan upah pekerja.....(2.8)

3. Biaya lembur pekerja
= 1,5 x upah perjam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama +
(2 x n x upah perjam normal untuk penambahan jam kerja (lembur)
berikutnya.....(2.9)

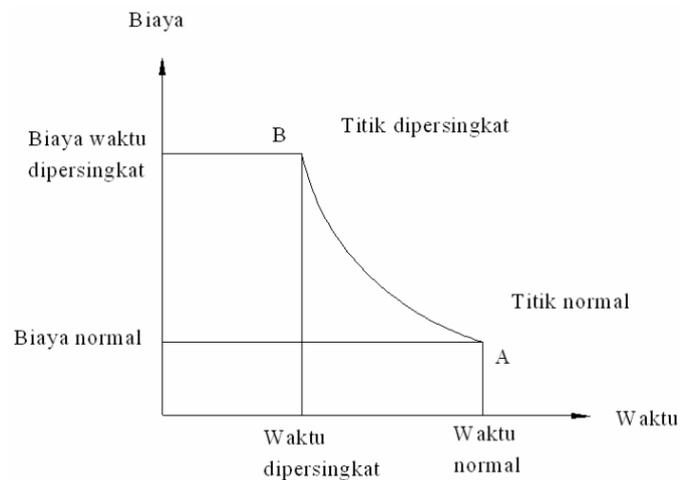
Dengan n = jumlah penambah jam kerja (lembur)

4. *Crash cost* pekerja perhari
= (jam kerja perhari x normal biaya pekerja) +
(n x biaya lembur perjam).....(2.10)

5. *Cost slope*
= $\frac{\text{Crash cost} - \text{Biaya normal}}{\text{durasi normal} - \text{durasi crash}}$(2.11)

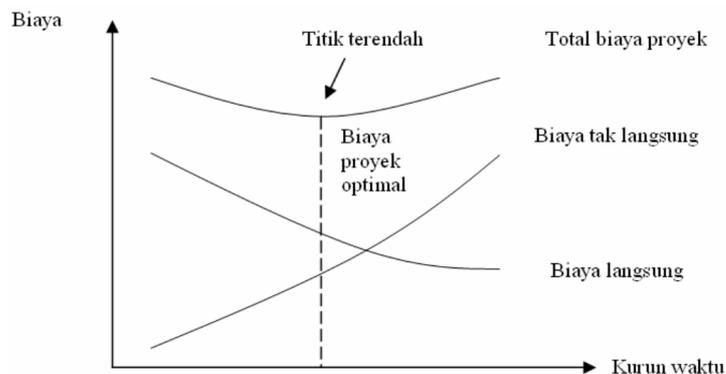
2.2.9. Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Pada suatu proyek biaya total proyek sangat bergantung dengan waktu penyelesaian proyek. Pada Gambar 2.2 dapat dilihat hubungan antara waktu dengan biaya.



Gambar 2.2 Grafik hubungan waktu - biaya normal dan dipersingkat untuk suatu kegiatan (Soeharto, 1997).

Pada Gambar 2.2 titik A menunjukkan kondisi normal, titik B menunjukkan kondisi ketika dipercepat. Sedangkan garis yang menghubungkan antar titik disebut dengan kurva waktu biaya. Kurva di atas menunjukkan semakin tinggi penambahan jam kerja (lembur) maka semakin cepat waktu penyelesaian proyek. Tetapi biaya yang akan dikeluarkan semakin besar. Untuk hubungan biaya total, biaya langsung, dan biaya tidak langsung dapat dilihat pada Gambar 2.3. Grafik pada Gambar 2.3 menunjukkan bahwa biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.



Gambar 2.3 Grafik hubungan waktu - biaya total, biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya optimal (Soeharto, 1997).

2.2.10. Critical Path Method (CPM)

CPM (*Critical Path Method*) merupakan suatu metode yang menggunakan *arrow diagram* untuk menentukan lintasan kritis atau bisa disebut juga sebagai lintasan kritis (Priyo dan Aulia, 2015). Fungsi dari lintasan kritis adalah untuk mengetahui dengan cepat kegiatan – kegiatan yang tingkat kepekaannya tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat prioritas kebijaksanaan penyelenggaraan proyek jika kegiatan tersebut terlambat. Untuk mengidentifikasi jalur kritis dipakai suatu cara yang disebut hitungan maju. Perhitungan maju digunakan untuk menghitung EET (*Earliest Even Time*). EET adalah peristiwa paling awal atau waktu yang cepat dari event. (Soeharto, 1995)

$$EET_j = (EET_i + D_{ij}) \max \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

EET_i = waktu mulai paling cepat dari event i

EET_j = waktu mulai paling cepat dari event j

D_{ij} = durasi untuk melakukan suatu kegiatan antara event i dan event j

Perhitungan mundur ini digunakan untuk menghitung LET (*Latest Event Time*). LET adalah peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari event (Soeharto, 1995)

$$LET_i = (LET_j - D_{ij}) \min \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

LET_i = waktu mulai paling lambat dari event i

LET_j = waktu mulai paling lambat dari event j

D_{ij} = durasi untuk melakukan kegiatan antara event i dan event j

Pada perhitungan LET tidak berbeda dengan cara perhitungan EET, hanya perhitungan LET dimulai dari kegiatan terakhir (dari kanan) ke kegiatan awal (start) dan apabila terdapat lebih dari satu kegiatan (termasuk *dummy*) maka dipilih LET yang minimum.

2.2.11. Biaya Denda

Pelaksanaan pekerjaan pada suatu proyek jika tidak cepat diselesaikan akan menyebabkan keterlambatan. Keterlambatan penyelesaian proyek akan membuat

pelaksana lapangan (kontraktor) terkena sanksi berupa denda yang telah disepakati dalam dokumen kontrak. Dengan catatan denda perhari akibat keterlambatan sebesar 1/1000 dari nilai kontrak.

Besarnya biaya denda dapat dihitung dengan persamaan :

Total denda

= total waktu keterambatan x denda perhari akibat keterlambatan.....(2.12)

2.2.12. Program *Microsoft Project*

Menurut Prio dan Sumanto (2016) *software Microsoft Project* merupakan suatu program pengolah lembar kerja digunakan sebagai manajemen suatu proyek, pembuatan grafik, dan pencarian data. *Software* ini sangat mendukung proses administrasi suatu proyek karena kemudahan penggunaan dalam perencanaan manajemen konstruksi dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek. Meskipun telah terdapat *software* yang dapat memudahkan dalam perencanaan, tapi *software* hanyalah alat bantu, perencana harus tetap mengetahui dasar-dasar dan teori untuk perencanaan tersebut supaya hasil *output software* dapat dipertanggung jawabkan.

Kelebihan dari *Microsoft Project* itu sendiri dapat menangani suatu perencanaan kegiatan, pengorganisasian, serta pengendalian waktu dan biaya yang merubah *input* data (manusia, material, mata uang, alat, dan kegiatan lainnya) menjadi *output* data sesuai dengan tujuannya. Sedangkan keuntungan dari *Microsoft Project* dapat melakukan penjadwalan secara efektif dan efisien, informasi biaya selama priode dapat diperoleh secara langsung, mudah untuk melakukan modifikasi dan penyusunan jadwal yang tepat akan lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang cepat.

Jenis metode manajemen proyek yang dapat diketahui saat ini seperti CPM (*Critical Path Method*), PERT (*Program Evaluation Review Technique*), dan *Gantt Chart*. *Microsoft Project* merupakan suatu sistem yang dapat membantu dalam menyusun penjadwalan (*Scheduling*) suatu proyek, dapat membantu dalam mencatat dan memantauan suatu sumber daya (*resource*) baik berupa tenaga kerja atau peralatan.

Penjadwalan dalam *Microsoft Project* bertujuan untuk :

1. Mengetahui durasi proyek,
2. Membuat durasi optimum,
3. Mengendalikan jadwal yang telah dibuat,
4. Mengalokasikan sumber daya (*resources*) yang digunakan.

Unsur-unsur yang dibutuhkan dalam penjadwalan adalah :

1. Durasi kerja untuk setiap kegiatan,
2. Aktivitas atau kegiatan (rincian tugas dan tugas utama),
3. Hubungan kerja setiap kegiatan,
4. Sumber daya (tenaga kerja pekerja, material, dan bahan).

Yang dilakukan oleh *Microsoft Project* seperti :

1. Mencatat kebutuhan tenaga kerja untuk setiap unit,
2. Mencatat jam kerja para pekerja dan jam lembur,
3. Menghitung pengeluaran yang berhubungan dengan upah pekerja, memasukan biaya tetap, menghitung total biaya proyek,
4. Membantu mengontrol pengguna tenaga kerja tiap-tiap pekerjaan untuk menghindari kelebihan beban pada pengguna tenaga kerja.

Pada *Software Microsoft Project* mempunyai beberapa macam tampilan layar, tetapi sebagai *default* setiap kali membuka file baru, yang akan ditampilkan adalah *Gantt Chart View*.

Adapun beberapa istilah yang sering digunakan dalam *Microsoft Project* adalah :

1. *Task*

Task merupakan kata lain dari pekerjaan atau aktivitas. *Task* ini berbentuk sebuah lembar kerja dalam *Microsoft Project* yang berisi rincian pekerjaan atau aktivitas pada suatu proyek.

2. *Duration*

Duration adalah jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dalam proyek.

3. *Start*

Start adalah nilai tanggal dimulainya suatu pekerjaan sesuai dengan perencanaan jadwal kegiatan proyek.

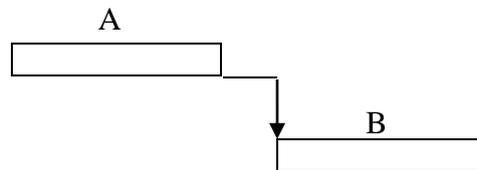
4. *Finish*

Finish adalah tanggal akhir pekerjaan, biasanya akan terisi secara otomatis dengan perhitungan tanggal mulai (*start*) proyek ditambah lama pekerjaan (*duration*).

5. *Predecessor*

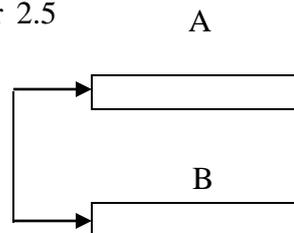
Predecessor adalah suatu hubungan atau keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya. Dalam *Microsoft Project* terdapat 4 tipe hubungan antar pekerjaan, yaitu :

- a. FS (*Finish to Start*), yaitu pekerjaan B boleh dimulai setelah pekerjaan A selesai. Untuk hubungan pekerjaan *Finish to Start* dapat dilihat pada Gambar 2.4



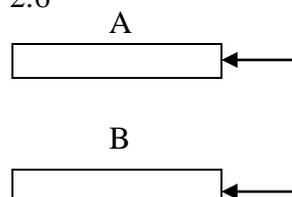
Gambar 2.4 FS (*Finish to Start*).

- b. SS (*Start to Start*), yaitu pekerjaan A harus dimulai bersamaan saat pekerjaan B dimulai. Untuk hubungan pekerjaan *Start to Start* dapat dilihat pada Gambar 2.5



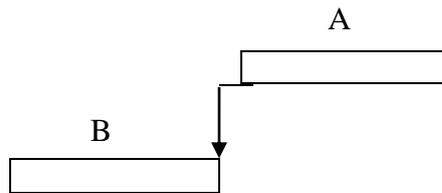
Gambar 2.5 SS (*Start to Start*).

- c. FF (*Finish to Finish*), yaitu pekerjaan A harus selesai bersamaan saat pekerjaan B selesai. Untuk hubungan pekerjaan *Finish to Finish* dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 FF (*Finish to Finish*).

- d. SF (*Start to Finish*), yaitu pekerjaan B baru boleh selesai ketika pekerjaan A dimulai. Untuk hubungan pekerjaan *Finish to Finish* dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 SF (*Start to Finish*).

6. *Resources*

Resources dalam *Microsoft Project* adalah sumber daya, baik sumber daya manusia ataupun material.

7. *Baseline*

Baseline adalah suatu rencana baik jadwal ataupun biaya yang telah disetujui dan ditetapkan oleh suatu proyek.

8. *Gantt Chart*

Gantt Chart merupakan tampilan dari hasil kerja *Microsoft Project* berupa batang horizontal serta berbentuk tiga dimensi yang menggambarkan tiap-tiap pekerjaan beserta durasinya.

9. *Tracking*

Tracking merupakan suatu kegiatan mengisikan data yang terdapat di lapangan dengan rencana semula dalam *Microsoft Project*. *Tracking* ini dapat membandingkan antara rencana dasar dengan kenyataan di lapangan.