

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Proyek

Proyek dengan sumber daya yang terbatas serta dapat selesai pada durasi tertentu tanpa mengabaikan sasaran dari proyek dengan kesepakatan yang ada adalah merupakan tujuan proyek sendiri yang mana berupa kegiatan sendiri baik dalam bentuk bangunan atau infrastruktur (Gazalba, 2005). Agar proyek bekerja secara optimal, perlu meminimalisir terjadinya penyimpangan dengan standar proyek konstruksi yang wajib dicapai. Baik dalam batasan kurun waktu, biaya, mutu dan keselamatan kerja. Bagi sasaran proyek penting adanya empat batasan yang dijadikan acuan, yang sering kali diasosiasikan untuk penyelenggaraan proyek. *Man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi) dan *time* (waktu) merupakan sesuatu yang diperlukan oleh proyek atau faktor proyek.

Sering terjadi pembengkakan pada biaya serta adanya keterlambatan pada durasi proyek. Akan tetapi, agar sesuai dengan target awal mutu konstruksi juga tidak jauh dari penjagaannya. Pihak yang berhubungan terhadap dilaksanakan proyek konstruksi seperti pemilik, perencana (konsultan), pelaksana kontraktor, pengawas (konsultan), penyandang dana, pemerintah (regulasi), pemakai bangunan dan masyarakat (Soeharto Iman, 1999)

2.1.1. Manajemen Proyek

Dari awal sampai selesainya proyek merupakan manajemen proyek yang terdiri dari semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian serta koordinasi suatu proyek, yang mana tujuan dari manajemen proyek adalah guna sebagai jaminan dilaksanakan sebuah proyek secara tepat waktu, biaya, dan mutu (Briandhito, 2019). Menurut Wideasanti dan Lenggogeni (2013) melalui aplikasi dan tahapan proses manajemen proyek dilaksanakan *initiating*, *planning*, *executing*, *monitoring* dan *controlling* serta terakhir *closing* dalam seluruh proses proyek tersebut. Terdapat

kendala-kendala yang membatasi setiap melaksanakan suatu proyek yang mana bersifat saling berkaitan dan mempengaruhi. Hal tersebut sering disebut dengan segitiga project constraint yaitu terdiri dari biaya, waktu dan mutu. Dalam menentukan kualitas suatu proyek, perlu adanya keseimbangan ketiga konstrain tersebut.

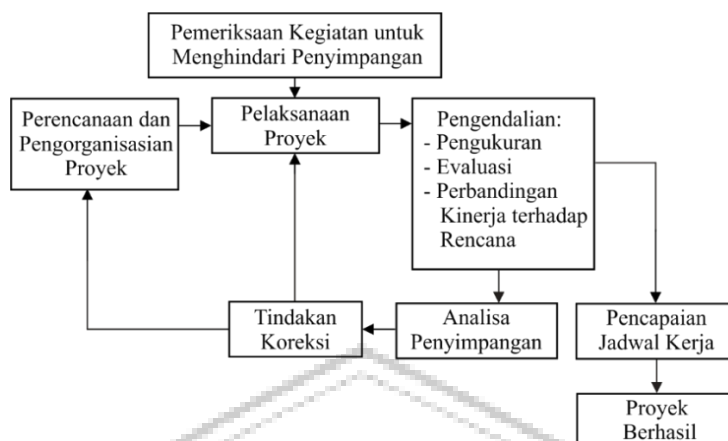
2.2. Pengendalian Proyek

Menurut Soeharto (1999:228) pengendalian merupakan usaha agar dapat menjadikan acuan yang sesuai dengan target pada proyek dengan menggunakan sistem, membandingkan penerapan dengan standar, menganalisa penyimpangan standar dengan pelaksanaannya dengan peluang yang ada, mendesain sistem informasi, kemudian melakukan tahap perbaikan agar bermanfaat dengan efektif dan efisien yang mana diperlukan melalui *resource* agar mencapai suatu tujuan.

Untuk merealisasikan setiap tahap memiliki kinerja yang sangat baik dalam keberlangsungan ruang lingkup proyek dilakukan prosedur pengendalian. Membuat perencanaan dengan fungsi sebagai acuan bagi pelaksanaan aktivitas pekerjaan. Patokan implementasi merupakan patokan yang dilakukan pada proyek yang berkaitan, mencakup spesifikasi anggaran, jadwal dan teknik.

2.2.1. Langkah Operasional Pengendalian Proyek

Menurut Dipohusodo (1996) dalam bukunya memberikan gambaran langkah-langkah operasional pengendalian proyek, sebagaimana disajikan pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Langkah-langkah Proses Pengendalian Kinerja
(Sumber : Dipohusodo, 1996)

2.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Hal yang wajib dilaksanakan sebelum dilakukannya proyek konstruksi adalah menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB). Menurut Siswanto dan Salim (2019), Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan banyaknya biaya yang diperlukan untuk upah maupun bahan pada sebuah pekerjaan proyek konstruksi. Pada RAB berisikan data volume, harga satuan, serta total harga dari berbagai macam jenis material dan upah tenaga yang dibutuhkan dalam melaksanakan suatu proyek. Yang mana RAB memuat *real cost* dari proyek yang sedang berjalannya fungsi dijadikan sebagai parameter melaksanakan suatu pekerjaan. Kemudian ditentukan biaya borongan untuk dilelang yang didapat dari *real cost* ini. RAB adalah total dari RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan) dan keuntungannya.

Biaya langsung (*direct cost*) dan Biaya tidak langsung (*indirect cost*) merupakan bagian dari RAP. Biaya yang wajib ada dan sekalipun tidak dapat lepas dari proyek serta biaya yang berhubungan dengan konstruksi tidak secara langsung merupakan biaya tidak langsung yang mana meliputi biaya-biaya *overhead* seperti pengawasan, administrasi, konsultan, bunga dan biaya lainnya/biaya tak terduga. Sedangkan biaya yang bersifat normal adalah biaya langsung yang meliputi biaya upah, material, alat. Pada biaya langsung menggunakan metode dengan durasi normal sehingga mengurangi waktu akan adanya penambahan biaya dari kegiatan proyek.

Oleh karena itu, biaya akan lebih banyak untuk durasi waktu yang dibebankan (*imposed duration date*) dibandingkan biaya untuk durasi waktu yang normal (Husen, 2011). Untuk mencapai suatu tujuan proyek konstruksi dibutuhkan kegiatan pengendalian biaya. Dalam hal ini, pada masing-masing daerah akan berbeda-beda anggaran biaya pada bangunannya, yang disebabkan karena perbedaan harga satuan bahan dan upah tenaga kerja (Husen, 2011).

2.3. Penjadwalan

Penjadwalan proyek merupakan bagian dari hasil dilakukannya perencanaan yang dapat memberitahukan tentang kemajuan proyek yang mencakup kinerja material, peralatan, tenaga kerja, dan kinerja sumber daya serta progress waktu untuk dilakukannya penyelesaian proyek. Dalam hal ini, penjadwalan juga mampu memberikan informasi tentang jadwal rencana (Husen, 2011). Dapat terciptanya korelasi antar masing-masing kegiatan pekerjaan dalam suatu proyek dengan cara melakukan penentuan kapan setiap kegiatan akan dimulai, ditunda dan diselesaikan.

Dengan dilakukannya penjadwalan dalam suatu proyek bisa diketahui waktu kegiatan dimulai, ditunda, atau diselesaikan, sehingga sumber daya yang tersedia dapat digunakan dengan efisien. Dalam proyek, diperlukan penjadwalan pada kegiatan dengan tujuan suatu proyek dapat berjalan lancar secara efektif dan efisien. Maka dari itu pihak pelaksana akan membuat jadwal kegiatan (*time schedule*). Dalam hal ini dapat memudahkan dan meringankan pimpinan proyek dalam mengkoordinasi elemen pekerjaan sehingga diperoleh efisiensi dan keefektifan kerja yang tinggi (Soeharto, 1999). Terdapat berbagai metode untuk mengatur jadwal kegiatan yang sudah direncanakan, antara lain

:

a. Bagan (*Gantt Chart*)

Gantt dan Fredrick W. Tailor menemukan metode yang disebut Barchart. Dalam metode ini, informasi disajikan dalam bentuk balok dan durasi setiap kegiatan digambarkan dengan panjang balok tersebut. Pada metode ini terdapat sumbu Y dan Sumbu X dalam penggunaannya, sumbu Y menyatakan jenis kegiatan proyek, sedangkan sumbu X menyatakan waktu durasi pada proyek (Husen, 2011)

b. Kurva S

Setelah dilakukan perhitungan rencana anggaran biaya serta menganalisa harga satuan pekerja, selanjutnya dapat dikerjakan pembuatan kurva S. Kurva S seringkali pada proyek digunakan sebagai salah satu metode untuk merencanakan pengendalian biaya yang efektif. Penggambaran kurva S adalah bentuk visualisasi dari kemajuan pekerjaan dalam bentuk kumulatif yang disajikan dengan sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horisontal yang mana kemajuan pekerjaan dalam kurva S diartikan sebagai prosentase bobot (Wohon, 2015).

Kemajuan proyek dapat diberikan informasi melalui Kurva S yang ada di proyek. Keterlambatan pada jadwal proyek dapat diketahui dengan dilakukan perbandingan kurva realisasi di lapangan dengan kurva rencana.

c. *Network Planning*

Network Planning atau yang disebut dengan Jaringan Kerja adalah korelasi dari keseluruhan kegiatan yang harus terpenuhi guna melengkapi suatu proyek yang mana berupa visualisasi diagram alir dari rangkaian yang ada. Menurut Wohon (2015), dalam melaksanakan proyek digunakan *Network Planning* sebagai satu model, yang produknya mencakup informasi tentang aktivitas yang ada dalam

diagram jaringan kerja yang saling berkaitan. *Network planning* dapat disimpulkan sebagai gambaran dalam diagram *network* yang memperlihatkan korelasi antara masing-masing pekerjaan pada suatu perencanaan dan pengendalian proyek.

Dalam pembuatan *network planning* dan penentuan pada lintasan kritis aktivitas kegiatan proyek konstruksi dapat menggunakan *Microsoft Office Project*. Agar dapat mengetahui lintasan kritis yang nantinya akan digunakan dalam menghitung penambahan biaya akibat dilakukannya percepatan (*cost slope*) yaitu, diawali dengan pengaturan pada *calender* selanjutnya *input* durasi dan *prodessor* pada masing-masing kegiatan (Muin, 2023). Dikutip dalam Siswanto & Salim (2019) ada beberapa manfaat *Network Planning*, yakni sebagai berikut:

- a) Perencanaan suatu proyek yang komplit
- b) *Schedulling* dalam urutan yang efektif dan efisien pada pekerjaan-pekerjaan.
- c) Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang ada.
- d) *Schedulling* ulang yang dilakukan dalam mencegah keterlambatan dan mengatasi hambatan.
- e) Menentukan *trade-off* (kemungkinan pertukaran) antara waktu dan biaya.
- f) Menentukan peluang penyelesaian suatu proyek.

d. *Crash Duration*

Dalam proses pembuatan *schedule* konstruksi, jadwal yang ideal biasanya tidak langsung dibuat. Salah satu tujuan pembuatan *schedule* adalah membuat jadwal yang realistis berdasarkan perkiraan yang masuk akal. Tidak jarang lamanya suatu proyek ditentukan oleh pemilik proyek tanpa memperhitungkan jenis pekerjaan atau tingkat kesulitannya. Ini berarti bahwa penjadwal harus mengubah panjang setiap pekerjaan untuk memenuhi permintaan pemilik proyek. Hal ini

dapat menyebabkan jadwal yang tidak efisien dan terkadang tidak realistis. Proses crashing digunakan untuk mengurangi pekerjaan yang akan memperlambat waktu penyelesaian proyek. Dengan menguji semua aktivitas dalam proyek yang tidak berada di jalur kritis akan dapat memastikannya berfungsi. Crashing adalah proses yang disengaja, sistematis, dan analitis yang memastikan semua aktivitas bekerja. Proses crashing dilakukan dengan mencari tahu berapa biaya untuk melakukan sesuatu dengan cara baru dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukannya. Hal ini agar mengetahui cara maksimum dan ekonomis untuk memangkas waktu suatu aktivitas. (Briandhito, 2019).

2.4. Keterlambatan Proyek

Keterlambatan konstruksi berarti waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak akan lebih lama dari yang direncanakan dan disepakati secara tertulis. Ada masalah dengan produktivitas jika pekerjaan tidak selesai tepat waktu. Hal ini akan membengkakan biaya baik dalam bentuk biaya langsung maupun tidak langsung. Peninjauan kembali jadwal proyek diperlukan untuk mengetahui perubahan apa saja yang perlu dilakukan agar proyek dapat selesai tepat waktu atau secepat mungkin.

Menurut Levis dan Atherley (1996) pada (Suyatno, 2010) Jika suatu proyek dijadwalkan akan selesai pada waktu tertentu tetapi tidak dapat dilakukan karena keadaan yang tidak terduga, dapat dikatakan bahwa pekerjaan itu terlambat. Ini akan berdampak pada perencanaan awal dan kesulitan keuangan. Keterlambatan dalam proyek dapat memperpanjang waktu serta membengkanya anggaran. Pengaruh keterlambatan bagi penyedia jasa ataupun pemilik adalah hilangnya kemungkinan untuk mengalokasikan kembali sumber daya keproyek

selanjutnya, peningkatan biaya langsung yang berarti lebih banyak biaya upah pekerja, sewa peralatan, dan sebagainya, dan penurunan pendapatan.

2.5.1 Penyebab Keterlambatan

Menurut Kraiem dan Dickman (1987) pada (Wisudanto & Indryani, 2012), penyebab-penyebab keterlambatan durasi implementasi proyek yakni:

1. Keterlambatan yang layak mendapatkan ganti rugi (*Compensable Delay*), yakni keterlambatan yang harus dikompensasikan, seperti keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan atau kesalahan pemilik proyek.
2. Keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan (*Non-Excusable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan, kelalaian atau kesalahan pemilik proyek.
3. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh hal-hal yang berada di luar kendali pemilik dan kontraktor.

2.5.2 Dampak Keterlambatan

Menurut Widhiawati (2009) pada (Wisudanto & Indryani, 2012) berikut dampak dari terjadinya keterlambatan pelaksanaan proyek yaitu:

1. Pihak Kontraktor

Semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, semakin banyak biaya yang dikeluarkan. Pengeluaran *overhead* yang menutupi seluruh pengeluaran perusahaan juga meningkat seiring dengan waktu pelaksanaan yang semakin lama.

2. Pihak Konsultan

Jika waktu pelaksanaan proyek terlambat, maka konsultan akan

kehilangan waktu dan biaya, dan mereka tidak akan dapat mengerjakan proyek lain.

3. Pihak Owner

Karena keterlambatan proyek, owner/pemilik akan kehilangan penghasilan dari properti yang mungkin telah digunakan atau disewa. Pelayanan kesehatan masyarakat dan program pelayanan yang direncanakan akan terpengaruh secara negatif jika fasilitas milik pemerintah tidak selesai tepat waktu, terutama jika fasilitas itu adalah rumah sakit. Uang tidak dapat ditukar dengan kerugian ini, dan tidak dapat dikembalikan. Jadwal pemanfaatan suatu fasilitas tentu akan tertunda jika pemiliknya adalah non-pemerintah, seperti perusahaan yang mendirikan gedung, toko, atau hotel, sehingga akan ada waktu luang tanpa menghasilkan uang.

2.5. Mempercepat Waktu Penyelesaian Proyek

Untuk menyelesaikan proyek dengan durasi yang lebih singkat dari rencana jadwal yang telah ditentukan (*crashing*), perlu dilakukannya percepatan waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah aktivitas kegiatan yang berada pada lintasan kritis yang mana di pusatkan dalam melakukan pengujian dari seluruh aktivitas kegiatan suatu proyek, dengan melakukan suatu proses baik yang disengaja, sistematis, dan analitik (Briandhito, 2019).

Harus mengetahui terlebih dahulu lintasan kritis dalam suatu proyek sebelum melakukan *crashing*, dengan digunakannya bantuan *network planning*. Dengan memperlihatkan lintasan kritis bisa membantu dalam menentukan suatu kegiatan kritis yang mana nantinya akan dilakukannya *crashing*/ durasinya dipercepat. Terdapat dua faktor dilakukan *crashing* yang dijadikan alasan dilakukannya percepatan. Pertama, perlu dilakukan pengerjaan sistem paling cepat agar mencapai target awal selesainya suatu proyek, yang disebabkan adanya

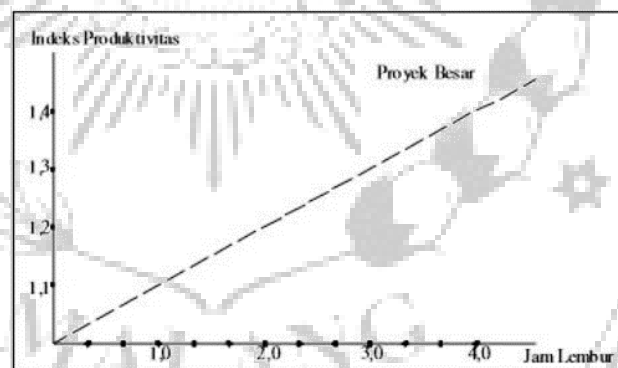
keterlambatan. Faktor kedua, diharapkan selesai dengan segera serta waktu yang singkat karena merupakan perjanjian kontrak di awal.

2.5.1. Melaksanakan Percepatan Durasi

Dalam pelaksanaan suatu percepatan suatu aktivitas dapat dioptimumkan dengan percepatan durasi sebagai berikut.

a. Menambahkan Jam Kerja (lembur)

Dengan jumlah sumber daya yang sama, kerja lembur dapat dilakukan dengan menambahkan jam kerja tanpa adanya penambahan tenaga kerja. Untuk meningkatkan produksi selama satu hari dengan tujuan penyelesaian proyek lebih cepat dilakukan dengan menambahkan jam kerja. Perlu diperhatikan seorang bekerja berapa lama jika ingin dilakukan penambahan jam kerja, karena dapat mengakibatkan produktivitas pekerja menurun jika pekerja terlalu lelah. Berikut dengan jumlah sumber daya yang tetap dan untuk penambahan kerja lembur memiliki nilai penurunan produktivitas yang disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Grafik indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur (Sumber: Soeharto, 1999)

Seperti yang dapat dilihat dari grafik, semakin banyak jam kerja lembur semakin besar kemungkinan produksi akan terganggu sebagai hasilnya. Karena dengan kerja lembur indeks produktivitas berkurang 0,1 per jam jika jumlah jam per hari dan jumlah hari per

minggu meningkat. Rumus berikut dapat digunakan untuk memperkirakan produktivitas yang disebabkan oleh bertambahnya jam lembur:

$$\text{Selisih indeks produktivitas} = 1,4 - 1,3 = 0,1$$

Di mana nilai indeks produktivitas sebesar 0,1 dapat ditentukan untuk setiap jam.

Lembur selama tiga jam dihitung sebagai berikut:

$$\text{Penurunan produktivitas} = 0,1 \times 3 \text{ jam} = 0,3/\text{jam}$$

$$\text{Persentase penurunan} = 0,3 \times 100\% = 30\%$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien pengurangan produktivitas akibat kerja lembur selama 3 jam:} \\ = 100\% - 30\% = 70\% = 0,7 \end{aligned}$$

Koefisiensi produktivitas akibat kerja lembur, maka dapat diuraikan rumus berikut :

1) Menghitung Produktivitas Harian :

$$\frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{durasi pekerjaan}} \dots \dots \dots (1)$$

2) Menghitung Produktivitas Jam:

$$\frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{jam}} \dots \dots \dots (2)$$

3) Menghitung Produktivitas harian sesudah crash:

$$\begin{aligned} &= (8 \text{ jam} \times \text{produktivitas per jam}) \\ &+ (a \times b \times \text{produktivitas per jam}) \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

ket :

$$a = \text{jumlah jam lembur}$$

$$b = \text{koefisien penurunan produktivitas}$$

b. Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dapat diartikan dengan melakukan suatu kegiatan dengan tidak melakukan penambahan jam kerja. Akan tetapi, untuk setiap pekerjaan menambahkan jumlah pekerja untuk melakukan suatu kegiatan. Jumlah yang optimum dalam menambahkan tenaga kerja adalah tujuan dalam menaikkan suatu produktivitas pekerjaan, akan tetapi produktivitas akan menurun seiring dengan penambahan yang berlebihan dikarenakan berbagai jenis kondisi, seperti sulitnya dalam pengawasan dan sempitnya lahan untuk bekerja sehingga kurang leluasa pada suatu proyek.

c. Penambahan atau Pergantian Alat

Meningkatkan produktivitas dapat dilakukan dengan menambahkan alat. Namun, perlu diperhatikan juga ketersediaan lahan yang luas agar peralatan memiliki tempat yang sesuai dan juga akan ada peningkatan biaya langsung untuk mobilitas dan demobilitas pada alat serta dampaknya pada produktivitas yang dimiliki tenaga kerja. Durasi proyek dapat dipersingkat dengan menggantikan alat yang mempunyai produktivitas yang lebih tinggi.

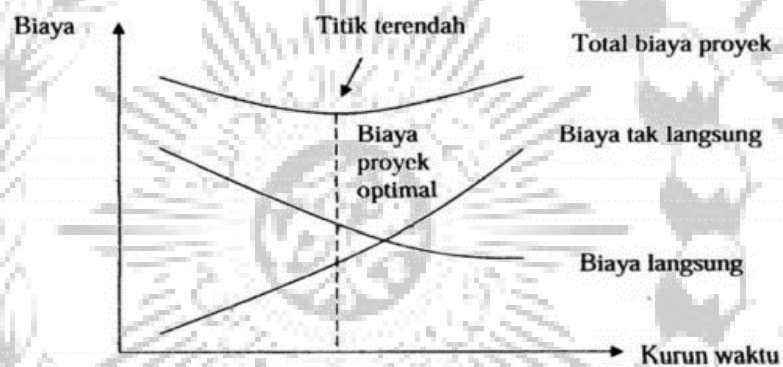
d. Penggunaan Metode Konstruksi yang Efektif

Kadar kemahiran untuk pelaksana sangat mempunyai korelasi yang kuat pada sistem kerja dan metode konstruksi yang digunakan serta tersedianya *resource* yang dibutuhkan. Metode konstruktif yang efektif dan efisien juga sesuai dalam mempersingkat waktu *finishing* aktivitas yang saling berkaitan (Vebiola & Waskito, 2020).

2.5.2. Hubungan Waktu dan Biaya

Berkurangnya durasi aktivitas kegiatan akan terjadi dengan

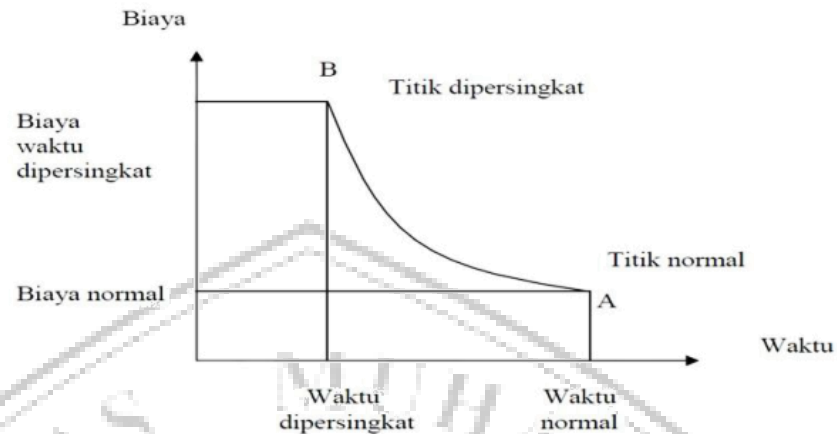
dilakukannya percepatan proyek. Biaya langsung dan biaya tidak langsung jika dijumlahkan merupakan biaya total proyek yang dikeluarkan suatu proyek. Lamanya waktu dilaksanakannya proyek sangat menentukan banyaknya biaya total. Walaupun tidak dapat diperhitungkan dengan suatu rumus, akan tetapi waktu dan kemajuan suatu proyek akan merubah kedua biaya tersebut. Namun, umumnya semakin lama durasi proyek berjalan, makin tinggi kumulatif biaya tidak langsung yang dibutuhkan (Soeharto, 1999). Hubungan biaya langsung, biaya tak langsung, serta biaya total ditunjukkan pada Gambar di bawah ini, dalam bentuk suatu grafik. Yang mana memperlihatkan bahwa biaya optimal didapat dengan menemukan total biaya proyek yang terkecil.



Gambar 2.3 Grafik hubungan biaya total, biaya tidak langsung, biaya langsung dan waktu

(Sumber: Soeharto, 1999)

Biaya yang ditanggung akan jauh lebih besar jika menggunakan *crash schedule*, dibandingkan dengan biaya pada *normal schedule*. Akan dipilih kegiatan apa saja yang termasuk lintasan kritis dalam *crash schedule* dengan tingkat kemiringan terkecil untuk dilakukan percepatan pada pelaksanaannya.



Gambar 2.4 Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk suatu kegiatan

(Sumber: Soeharto, 1999)

Gambar di atas menunjukkan suatu hubungan keterkaitan antara waktu dan biaya, titik A memperlihatkan kondisi normal, sedangkan titik B memperlihatkan kondisi dipercepat. Kurva waktu biaya adalah garis yang menghubungkan titik-titik tersebut. Menurut Soeharto (1999), seandainya dapat mengetahui bentuk kurva waktu biaya suatu aktivitas kegiatan, maka *slope* dapat diketahui atau sudut kemiringannya, sehingga dapat memperhitungkan berapa banyak biaya yang dikeluarkan untuk memangkas waktu dalam satu hari. Dengan menambahkan biaya langsung (*direct cost*) guna mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu disebut *cost slope*. Perumusan *cost slope* adalah sebagai berikut (Husen, 2011) :

$$\text{cost slope} = - \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal time} - \text{crzsh time}} \dots \dots \dots (4)$$

Dalam suatu jaringan kerja, memiliki dua nilai waktu yang menunjukkan masing-masing aktivitas saat dilakukan percepatan (Priyo dan Paridi, 2018) yaitu:

a. *Normal Duration*

Waktu yang diperlukan dalam sebuah proyek, tanpa dilakukannya penambahan biaya yang lain dengan sumber daya normal yang ada untuk melakukan penyelesaian suatu kegiatan.

b. Crash Duration

Waktu yang diperlukan suatu proyek dalam usaha mempersingkat waktu yang mana hasil analisisnya adalah durasinya lebih singkat dari durasi normal.

c. Normal Cost

Dalam waktu normal terdapat biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek. Biaya ini diperkirakan pada waktu perencanaan sertapenjadwalan sekaligus dilakukan saat menentukan waktu normal.

d. Crash Cost

Dalam jangka waktu sesuai besar durasi percepatannya dengan penggunaan biaya yang ada pada pelaksanaan aktivitas. Pekerjaan akan lebih cepat selesai karena terpacu dengan biaya ini. Biaya normal lebih kecil jika dibandingkan dengan biaya *crash* yang menjadi lebih besar. Oleh karena itu, waktu yang lebih singkat dari waktu normal merupakan akibat terjadinya *crash cost*.

Dalam meningkatkan produktivitas kerja, dilakukan pelaksanaan percepatan durasi proyek yang mengakibatkan terjadi peningkatan biaya langsung (*direct cost*).

2.6. Analisis Pertukaran Biaya dan Waktu (Time Cost Trade Off)

Untuk dilakukan percepatan durasi ada alasan yang dijadikan dasar dari sebuah proyek. Adanya penyebab yang mungkin terjadi karena alasan tidak terduga seperti halnya faktor cuaca, salah dalam merancang sejak awal, rusak nya mesin dan gagal nya suatu konstruksi. Akan tetapi, besarnya biaya yang muncul akibat dilakukannya pengurangan waktu proyek, terjadi peningkatan dibandingkan dengan biaya pada rencana awal. Namun, tetap diusahakan agar biaya yang bertambah seminimal mungkin dalam proses dilakukannya percepatan penyelesaian proyek. Aktivitas yang termasuk lintasan kritis merupakan aktivitas kegiatan yang dapat dilakukan penekanan waktu.

Karena waktu penyelesaian proyek tidak berkurang jika dilakukan penekanan terhadap kegiatan yang tidak termasuk dalam lintasan kritis. Pada lintasan kritis, aktivitas pekerjaan yang memiliki *cost slope* yang rendah dilakukan lebih dahulu penekanannya. Langkah-langkah dalam memangkas waktu penyelesaian proyek yaitu akan dijelaskan lebihrinci sebagai berikut:

- a. Perhitungan durasi penyelesaian proyek serta dilakukan penentuan biaya normal pada setiap aktivitas kegiatan.
- b. Dilakukan perhitungan *crash duration* pada setiap aktivitas pekerjaan.
- c. Dilakukan perhitungan *crash cost* pada setiap aktivitas pekerjaan.
- d. Memilih *cost slope* pada setiap elemen aktivitas pekerjaan.
- e. Durasi kegiatan dipersingkat, yang dimulai dari aktivitas pekerjaan yang memiliki *cost slope* terendah dan termasuk dalam kegiatan kritis.
- f. Dilakukan pemangkasan durasi lagi terhadap aktivitas kegiatan yang memiliki kombinasi biaya terendah *slope* jika jalur kritis terbentuk barudalam hal perhitungan percepatan waktu proyek.
- g. Dilakukan penekanan kembali dalam memangkas durasi hingga aktivitas kegiatan berada pada lintasan kritis yang telah jenuh.
- h. Disajikan dalam Gambar dengan bentuk grafik hubungan biaya dan waktu pada sumbu horisontal yang mana menunjukkan durasi proyek dan sumbu vertikal menunjukkan biaya proyek.
- i. Digambarkan pada grafik, hasil perhitungan biaya langsung dan tidak langsung pada proyek.
- j. Dalam mencari total biaya selama kurun waktu yang diinginkan dapat menjumlahkan biaya langsung dan biaya tak langsung.
- k. Periksa agar tercapainya durasi optimal dalam kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah yang ada pada grafik biaya total (Soeharto, 1999).

Apabila durasi untuk menyelesaikan suatu proyek dengan percepatan, maka biaya proyek akan bertambah besar (Sulistyo dan Fikri, 2021). Dalam pelaksanaan suatu percepatan suatu aktivitas dapat dioptimumkan dengan percepatan durasi sebagai berikut :

1) Manambahkan Jam Kerja (Kerja Lembur)

Dengan jumlah sumber daya yang sama, kerja lembur dapat dilakukan dengan menambahkan jam kerja tanpa adanya penambahan tenaga kerja. Untuk meningkatkan produksi selama satu hari dengan tujuan penyelesaian proyek lebih cepat dilakukan dengan menambahkan jam kerja. Perlu diperhatikan seorang bekerja berapa lama jika ingin dilakukan penambahan jam kerja, karena dapat mengakibatkan produktivitas pekerja menurun jika pekerja terlalu lelah.

2) Dilakukan Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dapat diartikan dengan melakukan suatu kegiatan dengan tidak melakukan penambahan jam kerja. Akan tetapi, untuk setiap pekerjaan menambahkan jumlah pekerja untuk melakukan suatu kegiatan. Jumlah yang optimum dalam menambahkan tenaga kerja adalah tujuan dalam menaikkan suatu produktivitas pekerjaan, akan tetapi produktivitas akan menurun seiring dengan penambahan yang berlebihan dikarenakan berbagai jenis kondisi, seperti sulitnya dalam pengawasan dan sempitnya lahan untuk bekerja sehingga kurang leluasa pada suatu proyek.

3) Pergantian atau Penambahan Peralatan

Meningkatkan produktivitas dapat dilakukan dengan menambahkan alat. Namun, perlu diperhatikan juga ketersediaan lahan yang luas agar peralatan memiliki tempat yang sesuai dan juga akan ada peningkatan biaya langsung

untuk mobilitas dan demobilitas pada alat serta dampaknya pada produktivitas yang dimiliki tenaga kerja. Durasi proyek dapat dipersingkat dengan menggantikan alat yang mempunyai produktivitas yang lebih tinggi.

4) Pemilihan Sumber Daya Manusia yang Berkualitas

Aktivitas akan lebih cepat selesai dengan cara mempekerjakan pekerja yang memiliki kualitas yang mana memiliki produktivitas yang baik dan tinggi. Itu merupakan maksud dari memilih sumberdaya manusia yang berkualitas.

5) Penggunaan Metode Konstruksi yang Efektif

Metode konstruksi berkaitan erat dengan sistem kerja dan tingkat penguasaan Kadar kemahiran untuk pelaksana sangat mempunyai korelasi yang kuat pada sistem kerja dan metode konstruksi yang digunakan serta tersedianya resource yang dibutuhkan. Metode konstruktif yang efektif dan efisien juga sesuai dalam mempersingkat waktu finishing aktivitas yang saling berkaitan (Vebiola & Waskito, 2020).

Berdasarkan estimasi waktu yang wajar serta realistis sangat diharapkan saat menyusun sebuah *schedule* proyek konstruksi. Dengan melakukan perhitungan analisa *time cost trade off* merupakan suatu cara dilakukan percepatan durasi proyek. Suatu pekerjaan yang memiliki pengaruh pada penyelesaian waktu proyek dilakukan reduksi. *Time Cost Trade Off* merupakan cara melakukan pengujian pada proyek di setiap aktivitas pekerjaannya yang dipusatkan pada kegiatan. Kemudian dilakukan penekanan waktu dimulai pada aktivitas pekerjaan yang memiliki nilai *cost slope* terendah dan termasuk ke dalam lintasan kritis. Penekanan dilakukan terus menerus hingga mencapai kejenuhan pada aktivitas di lintasan kritis (Briandhito, 2019).

2.7. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Hal yang wajib dilaksanakan sebelum dilakukannya proyek konstruksi adalah menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB). Menurut Siswanto dan Salim (2019), Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan banyaknya biaya yang diperlukan untuk upah maupun bahan pada sebuah pekerjaan proyek konstruksi. Pada RAB berisikan data volume, harga satuan, serta total harga dari berbagai macam jenis material dan upah tenaga yang dibutuhkan dalam melaksanakan suatu proyek. Yang mana RAB memuat *real cost* dari proyek yang sedang berjalannya fungsi dijadikan sebagai parameter melaksanakan suatu pekerjaan. Kemudian ditentukan biaya borongan untuk dilelang yang didapat dari *real cost* ini. RAB adalah total dari RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan) dan keuntungannya.

Biaya langsung (*direct cost*) dan Biaya tidak langsung (*indirect cost*) merupakan bagian dari RAP. Biaya yang wajib ada dan sekalipun tidak dapat lepas dari proyek serta biaya yang berhubungan dengan konstruksi tidak secara langsung merupakan biaya tidak langsung yang mana meliputi biaya-biaya overhead seperti pengawasan, administrasi, konsultan, bunga dan biaya lainnya/biaya tak terduga. Sedangkan biaya yang bersifat normal adalah biaya langsung yang meliputi biaya upah, material, alat. Pada biaya langsung menggunakan metode dengan durasi normal sehingga mengurangi waktu akan adanya penambahan biaya dari kegiatan proyek. Oleh karena itu, biaya akan lebih banyak untuk durasi waktu yang dibebankan (*imposed duration date*) dibandingkan biaya untuk durasi waktu yang normal (Husen, 2011). Untuk mencapai suatu tujuan proyek konstruksi dibutuhkan kegiatan pengendalian biaya. Dalam hal ini, pada masing-masing daerah akan berbeda-beda anggaran biaya pada bangunannya, yang disebabkan karena perbedaan harga satuan bahan dan upah tenaga kerja (Husen, 2011).

2.8. Penjadwalan

Penjadwalan proyek merupakan bagian dari hasil dilakukannya perencanaan yang dapat memberitahukan tentang kemajuan proyek yang mencakup kinerja material, peralatan, tenaga kerja, dan kinerja sumber daya serta progress waktu untuk dilakukannya penyelesaian proyek. Dalam hal ini, penjadwalan juga mampu memberikan informasi tentang jadwal rencana (Husen, 2011). Dapat terciptanya korelasi antar masing-masing kegiatan pekerjaan dalam suatu proyek dengan cara melakukan penentuan kapan setiap kegiatan akan dimulai, ditunda dan diselesaikan.

Dengan dilakukannya penjadwalan dalam suatu proyek bisa diketahui waktu kegiatan dimulai, ditunda, atau diselesaikan, sehingga sumber daya yang tersedia dapat digunakan dengan efisien. Dalam proyek, diperlukan penjadwalan pada kegiatan dengan tujuan suatu proyek dapat berjalan lancar secara efektif dan efisien. Maka dari itu pihak pelaksana akan membuat jadwal kegiatan (*time schedule*). Dalam hal ini dapat memudahkan dan meringankan pimpinan proyek dalam mengkoordinasi elemen pekerjaan sehingga diperoleh efisiensi dan keefektifan kerja yang tinggi (Soeharto, 1999). Terdapat berbagai metode untuk mengatur jadwal kegiatan yang sudah di rencanakan, antara lain :

a. Bagan (*Gantt Chart*)

Gantt dan Fredrick W. Taylor menemukan metode yang disebut Barchart. Dalam metode ini, informasi disajikan dalam bentuk balok dan durasi setiap kegiatan digambarkan dengan panjang balok tersebut. Pada metode ini terdapat sumbu Y dan Sumbu X dalam penggunaannya, sumbu Y menyatakan jenis kegiatan proyek, sedangkan sumbu X menyatakan waktu durasi pada proyek (Husen, 2011)

b. Kurva S

Setelah dilakukan perhitungan rencana anggaran biaya serta menganalisa harga satuan pekerja, selanjutnya dapat dikerjakan pembuatan kurva S. Kurva S seringkali pada proyek digunakan sebagai salah satu metode untuk merencanakan pengendalian biaya yang efektif. Penggambaran kurva S adalah bentuk visualisasi dari kemajuan pekerjaan dalam bentuk kumulatif yang disajikan dengan sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horisontal yang mana kemajuan pekerjaan dalam kurva S diartikan sebagai prosentase bobot (Wohon, 2015).

Kemajuan proyek dapat diberikan informasi melalui Kurva S yang ada di proyek. Keterlambatan pada jadwal proyek dapat diketahui dengan dilakukan perbandingan kurva realisasi di lapangan dengan kurva rencana.

c. *Network Planning*

Network Planning atau yang disebut dengan Jaringan Kerja adalah korelasi dari keseluruhan kegiatan yang harus terpenuhi guna melengkapi suatu proyek yang mana berupa visualisasi diagram alir dari rangkaian yang ada. Menurut Wohon (2015), dalam melaksanakan proyek digunakan *Network Planning* sebagai satu model, yang produknya mencakup informasi tentang aktivitas yang ada dalam diagram jaringan kerja yang saling berkaitan. *Network planning* dapat disimpulkan sebagai gambaran dalam diagram *network* yang memperlihatkan korelasi antara masing- masing pekerjaan pada suatu perencanaan dan pengendalian proyek.

Dalam pembuatan *network planning* dan penentuan pada lintasan kritis aktivitas kegiatan proyek konstruksi dapat menggunakan *Microsoft Office Project*. Agar dapat mengetahui lintasan kritis yang nantinya akan digunakan dalam menghitung penambahan biaya akibat

dilakukannya percepatan (*cost slope*) yaitu, diawali dengan pengaturan pada *calender* selanjutnya *input* durasi dan *prodessor* pada masing-masing kegiatan (Muin, 2023). Dikutip dalam Siswanto & Salim (2019) adabeberapa manfaat *Network Planning*, yakni sebagai berikut:

- a) Perencanaan suatu proyek yang komplit
- b) *Schedulling* dalam urutan yang efektif dan efisien pada pekerjaan-pekerjaan.
- c) Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang ada.
- d) *Schedulling* ulang yang dilakukan dalam mencegah keterlambatan dan mengatasi hambatan.
- e) Menentukan *trade-off* (kemungkinan pertukaran) antara waktu dan biaya.
- f) Menentukan peluang penyelesaian suatu proyek.

d. *Crash Duration*

Dalam proses pembuatan schedule konstruksi, jadwal yang ideal biasanya tidak langsung dibuat. Salah satu tujuan pembuatan schedule adalah membuat jadwal yang realistis berdasarkan perkiraan yang masuk akal. Tidak jarang lamanya suatu proyek ditentukan oleh pemilik proyek tanpa memperhitungkan jenis pekerjaan atau tingkat kesulitannya. Ini berarti bahwa penjadwal harus mengubah panjang setiap pekerjaan untuk memenuhi permintaan pemilik proyek. Hal ini dapat menyebabkan jadwal yang tidak efisien dan terkadang tidak realistis. Proses crashing digunakan untuk mengurangi pekerjaan yang akan memperlambat waktu penyelesaian proyek. Dengan menguji semua aktivitas dalam proyek yang tidak berada di jalur kritis akan dapat memastikannya berfungsi. *Crashing* adalah proses yang disengaja, sistematis, dan analitis yang memastikan semua aktivitas bekerja. Proses crashing dilakukan dengan mencari tahu berapa biaya untuk melakukan sesuatu dengan cara baru dan berapa lama waktu

yang dibutuhkan untuk melakukannya. Hal ini agar mengetahui cara maksimum dan ekonomis untuk memangkas waktu suatu aktivitas. (Briandhito, 2019).

2.9. Keterlambatan Proyek

Keterlambatan konstruksi berarti waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak akan lebih lama dari yang direncanakan dan disepakati secara tertulis. Ada masalah dengan produktivitas jika pekerjaan tidak selesai tepat waktu. Hal ini akan membengkakan biaya baik dalam bentuk biaya langsung maupun tidak langsung. Peninjauan kembali jadwal proyek diperlukan untuk mengetahui perubahan apa saja yang perlu dilakukan agar proyek dapat selesai tepat waktu atau secepat mungkin.

Menurut Levis dan Atherley (1996) (Suyatno, 2010), Jika suatu proyek dijadwalkan akan selesai pada waktu tertentu tetapi tidak dapat dilakukan karena keadaan yang tidak terduga, dapat dikatakan bahwa pekerjaan itu terlambat. Ini akan berdampak pada perencanaan awal dan kesulitan keuangan. Keterlambatan dalam proyek dapat memperpanjang waktu serta membengkanya anggaran. Pengaruh keterlambatan bagi penyedia jasa ataupun pemilik adalah hilangnya kemungkinan untuk mengalokasikan kembali sumber daya keproyek selanjutnya, peningkatan biaya langsung yang berarti lebih banyak biaya upah pekerja, sewa peralatan, dan sebagainya, dan penurunan pendapatan.

2.10.1 Penyebab Keterlambatan

Menurut Kraiem dan Dickman (1987) (Wisudanto & Indryani, 2012), penyebab-penyebab keterlambatan durasi implementasi proyek yakni:

4. Keterlambatan yang layak mendapatkan ganti rugi (*Compensable Delay*), yakni keterlambatan yang harus dikompensasikan, seperti keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan atau kesalahan pemilik proyek.
5. Keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan (*Non-Excusable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan, kelalaian atau kesalahan pemilik proyek.
6. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh hal-hal yang berada di luar kendali pemilik dan kontraktor.

2.10.2 Dampak Keterlambatan

Menurut Widhiawati (2009) (Wisudanto & Indryani, 2012) berikut dampak dari terjadinya keterlambatan pelaksanaan proyek yaitu:

4. Pihak Kontraktor
Semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, semakin banyak biaya yang dikeluarkan. Pengeluaran *overhead* yang menutupi seluruh pengeluaran perusahaan juga meningkat seiring dengan waktu pelaksanaan yang semakin lama.
5. Pihak Konsultan
Jika waktu pelaksanaan proyek terlambat, maka konsultan akan kehilangan waktu dan biaya, dan mereka tidak akan dapat mengerjakan proyek lain.

6. Pihak Owner

Karena keterlambatan proyek, owner/pemilik akan kehilangan penghasilan dari properti yang mungkin telah digunakan atau disewa. Pelayanan kesehatan masyarakat dan program pelayanan yang direncanakan akan terpengaruh secara negatif jika fasilitas milik pemerintah tidak selesai tepat waktu, terutama jika fasilitas itu adalah rumah sakit. Uang tidak dapat ditukar dengan kerugian ini, dan tidak dapat dikembalikan. Jadwal pemanfaatan suatu fasilitas tentu akan tertunda jika pemiliknya adalah non-pemerintah, seperti perusahaan yang mendirikan gedung, toko, atau hotel, sehingga akan ada waktu luang tanpa menghasilkan uang.

