BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Keterlambatan

Pengertian penundaan (*delay*) adalah sebagian waktu pelaksanaan yang tidak dapat dimanfaatkan sesuai dengan rencana, sehingga menyebabkan beberapa kegiatan yang mengikuti menjadi tertunda atau tidak dapat diselesaikan tepat sesuai jadual yang telah direncanakan (Wulfram I. Ervianto, 2004).

2.2. Metode *Crashing*

Proses mempercepat kurun waktu disebut *crash program*. Tujuan utama dari program mempersingkat waktu adalah memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya yang minimal (Iman Soeharto, 1995). Di dalam menganalisis proses percepatan digunakan asumsi berikut.

a. Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala. Ini berarti dalam menganalisis program mempersingkat waktu, alternatif yang akan dipilih tidak dibatasi oleh tersedianya sumber daya.
b. Bila dibandingkan waktu penyelesaian kegiatan lebih cepat dengan lingkup yang sama, maka keperluan sumber daya akan bertambah. Sumber daya ini dapat berupa tenaga kerja, material, peralatan atau bentuk lain yang dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

Menurut Ervianto (2004), kegiatan dalam suatu proyek dapat dipercepat dengan berbagai cara, yaitu :

a. Dengan mengadakan shift pekerjaan.
b. Dengan memperpanjang waktu kerja (lembur).
c. Dengan menggunakan alat bantu yang lebih produktif.
d. Menambah jumlah pekerja.
e. Dengan menggunakan material yang dapat lebih cepat pemasangannya.
f. Menggunakan metode konstruksi yang lebih cepat.

2.2.1. Tahapan *crashing*

Menurut Ahuja (dalam Sirait, 2010) terdapat langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam menganalisis percepatan durasi proyek, sebagai berikut :

1) Menentukan durasi normal dengan menggunakan jaringan kerja dan biaya proyek normal.
2) Menentukan lintasan kritis durasi proyek normal.
3) Mentabelkan durasi normal dan durasi yang dipercepat serta semua biaya untuk semua kegiatan.
4) Menghitung dan mentabelkan *cost slope* dari setiap kegiatan.
5) Mengurangi durasi kegiatan-kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi nilai *cost slope* terkecil. Setiap kegiatan kritis tersebut dipercepat sampai waktu percepatan yang dikehendaki tercapai atau terbentuk lintasan kritis yang baru.

6) Setelah terbentuk lintasan kritis yang baru waktu kegiatan kritis tersebut dipersingkat sehingga mempunyai nilai *slope cost* terkecil. Apabila terdapat beberapa lintasan kritis, maka perlu dipersingkat kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis secara bersamaan, jika hal tersebut dapat mengurangi durasi proyek secara keseluruhan.
7) Pada setiap langkah, periksa apakah terdapat waktu tenggang atau *float* dalam setiap kegiatan, jika ada maka kegiatan tersebut dapat diperlambat untuk mengurangi biaya proyek.
8) Pada setiap siklus percepatan waktu, dihitung biaya proyek dari durasi proyek yang baru, mentabelkan dan plot titik-titik tersebut ke grafik biaya-waktu proyek.
9) Lanjutkan sampai tidak ada lagi kemungkinan percepatan yang dapat dilakukan hal ini disebut dengan titik percepatan.
10) Plot biaya tidak langsung proyek ke dalam grafik biaya dan waktu yang sama.
11) Jumlahkan biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk biaya total proyek pada setiap durasi waktu.
12) Gunakan kurva biaya total proyek tersebut untuk menentukan waktu optimum untuk (penyelesaian dengan biaya terendah), atau biaya proyek sesuai jadwal yang dikehendaki.

2.3. Penjadwalan

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah kegiatan yang sistematis untuk mencapai sasaran. Pendekatan yang sering

dipakai dalam menyusun jadwal adalah pembentukan jaringan kerja (*network*), yang menggambarkan dalam suatu grafik hubungan urutan pekerjaan proyek. Pekerjaan yang harus mendahului pekerjaan-pekerjaan yang lain diindentifikasi secara jelas dalam kaitannya dengan waktu.

2.3.1. Jaringan kerja

Jaringan kerja adalah metode yang menjelaskan hubungan antara kegiatan dan waktu yang secara grafis mencerminkan urutan rencana pelaksanaan kegiatan/pekerjaan proyek (Iman Soeharto, 1990). Dengan adanya jaringan kerja dapat ditentukan pekerjaan-pekerjaan yang harus didahulukan. Dapat juga untuk menentukan pekerjaan-pekerjaan yang dapat dilakukan saat waktu yang bersamaan. Jaringan kerja dapat juga digunakan menjadi acuan untuk melakukan pekerjaan selanjutnya. Dengan kata lain jaringan kerja ini dapat memudahkan dapat pengendalian bersinambung terhadap proyek.

Menurut Rory Burke, 1999, keuntungan dari proyek sebelumnya juga berguna khususnya jika itu sudah menyediakan pola yang dapat diaplikasikan/diterapkan di seluruh atau sebagian proyek. Di samping dasar *finish-to-start* ada tiga tipe lain yang menjadi batasan di antara kegiatan-kegiatan. Singkatannya akan ditunjukkan dalam tanda kurung berikut :

- *Finish-to-Start* (FS)
- *Start-to-Start* (SS)
- *Finish-to-Finish* (FF)
- *Start-to-Finish* (SF).

Berikut ini akan diuraikan sistematika dari proses menyusun jaringan kerja menurut Iman Soeharto, 1999.

1) Langkah pertama

   Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan atau memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.

2) Langkah kedua

   Menyusun kembali komponen-komponen tersebut pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai dengan logika ketergantungan. Urutan ini dapat berbentuk seri dan/atau paralel.

3) Langkah ketiga

   Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek, seperti pada langkah pertama. Terdapat perbedaan pokok dalam memperkirakan kurun waktu kegiatan antara CPM dengan PERT. Yang pertama menggunakan angka perkiraan tunggal atau deterministik sedangkan yang kedua memakai tiga angka perkiraan-atau probabilistik.

4) Langkah keempat

   Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* pada jaringan kerja. Jalur kritis ialah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek, yang bila terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kegiatan yang berada pada jalur ini dinamakan kegiatan kritis.

Sedangkan *float* adalah "tenggang waktu" suatu kegiatan tertentu yang non-kritis dari proyek.

5) Langkah kelima

Bila semua langkah-langkah di atas telah diselesaikan, dilanjutkan dengan usaha-usaha meningkatkan daya guna dan hasil guna pemakaian sumber daya, yang meliputi kegiatan berikut :

a) Menentukan jadwal yang paling ekonomis.

b) Meminimalkan fluktuasi pemakaian sumber daya.

Butir *a* ditujukan untuk memilih berbagai alternatif jadwal dilihat dari segi biaya. Sedangkan butir *b* berusaha meningkatkan efisiensi pengelolaan proyek, dengan jalan sejauh mungkin mencegah terjadinya naik-turun yang terlalu tajam dalam waktu yang relatif singkat terhadap keperluan sumber daya, misalnya keperluan tenaga kerja.

2.3.2. Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method*)

Pada metode jalur kritis dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat.

Bila rentang waktu telah ada, dapat dihitung "jalur kritis"-nya; yaitu urutan kegiatan yang menentukan rentang waktu pekerjaan seluruhnya. Setiap penundaan pada kegiatan jalur kritis akan menyebabkan penundaan yang sama terhadap keseluruhan pekerjaan. Analisis ini juga menunjukkan seberapa lama suatu kegiatan dapat ditundatanpa menunda penyelesaian keseluruhan pekerjaan (A.D. Austen dan R.H. Neale, Memanajemeni Proyek Konstruksi).

Ada tiga bagian analisis ini, yaitu :

- lintas maju, yang menentukan saat paling dini, awal dan akhir tiap kegiatan;
- lintas mundur, yang menentukan saat paling lambat awal dan akhir tiap kegiatan;
- perhitungan waktu ambang yaitu waktu untuk tiap kegiatan untuk ditunda tanpa mempengaruhi kegiatan lain.

Dalam proses identifikasi jalur kritis, dikenal beberapa terminologi dan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut :

- TE = E, adalah waktu paling awal peristiwa (*node/*event) dapat terjadi (*Earliest Time of Occurance*).
- TL = L, adalah waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi (*Latest Allowable Event/Occurance Time*).
- ES, adalah waktu mulai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Start Time*).
- EF, adalah waktu selesai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Finish Time*).
- LS, adalah waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (*Latest Allowable Start Time*).

2.4. Produktivitas Pekerja

Variabel-variabel yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja lapangan dapat dikelompokkan menjadi :

a. kondisi fisik lapangan dan saran bantu;

b. supervisi, perencanaan, dan koordinasi;

c. komposisi kelompok kerja;

d. kerja lembur;

e. ukuran besar proyek;

f. kurva pengalaman (*learning curve*);

g. pekerja langsung versus subkontraktor; dan

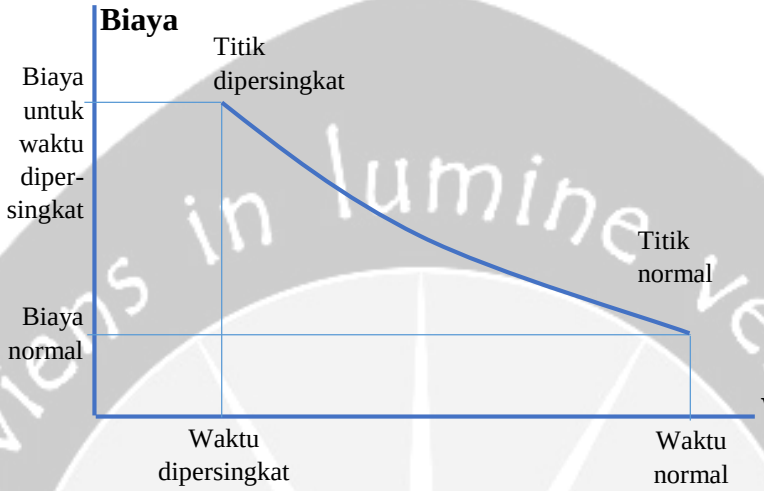
h. kepadatan tenaga kerja.

2.4.1. Penambahan tenaga kerja

Penambahan tenaga kerja biasanya menjadi solusi alternatif ketika terjadi keterlambatan proyek. Namun perlu diperhatikan beberapa hal saat akan menambah pekerja, seperti sumber pekerja, keahlian pekerja, serta produktivitas pekerja. Penambahan tenaga kerja tidak selalu menghasilkan produktivitas yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh kepadatan pekerja dalam satu luasan area kerja. Oleh sebab itu perlu diperhitungkan jumlah pekerja dalam satu area kerja agar tidak menghambat kelancaran ruang gerak yang nantinya berdampak terhadap produktivitas pekerja.

2.5. Hubungan Waktu Dan Biaya

Hubungan antara waktu dan biaya digambarkan seperti pada grafik di Gambar 2.1. Titik A menunjukkan titik normal, sedangkan B adalah titik dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dengan titik B disebut kurva waktu-biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus, bila tidak (misalnya cekung) akan diadakan perhitungan per segmen yang terdiri dari beberapa garis lurus (Iman Soeharto, 1995).



Gambar 2.1. Hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan.

Besar biaya untuk memepersingkat waktu suatu kegiatan dalam satu hari dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Slope\ biaya = \frac{Biaya\ dipersingkat - Biaya\ normal}{Waktu\ normal - Waktu\ dipersingkat}$$

Untuk menganalisis hubungan antara waktu dan biaya suatu kegiatan, dipakai defenisi berikut.

- Kurun waktu normal

  Kurun waktu normal adalah kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan cara yang efisien tetapi di luar pertimbangan adanya kerja lembur dan usaha-usaha khusus lainnya, seperti menyewa peralatan yang lebih canggih.

- Biaya normal

  Biaya normal adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.

- Kurun waktu dipersingkat (*crash time*)

  Kurun waktu dipersingkat (*crash time*) adalah waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin. Di sini dianggap sumber daya bukan merupakan hambatan.

- Biaya untuk waktu dipersingkat (*crash cost*)

  Biaya untuk waktu dipersingkat (*crash cost*) adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.

2.5.1. Biaya-biaya langsung dan tidak langsung

Pada prakteknya di lapangan, biaya proyek terdiri atas biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Jadi total biaya proyek adalah sama dengan jumlah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Kedua-duanya berubah sesuai dengan waktu kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tetapi pada umumnya makin lama proyek berjalan maka makin tinggi kumulatif biaya tidak langsung yang diperlukan.

Berikut ini akan diuraikan hal-hal apa saja yang termasuk di dalam biaya langsung juga dalam biaya tak langsung.

a. Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Biaya langsung terdiri dari :

- Penyiapan lahan (*site preparation*). Pekerjaan ini terdiri dari *clearing*, *grubbing*, menimbun & memotong tanah, mengeraskan tanah, dan lain-lain. Di samping itu juga pekerjaan-pekerjaan membuat pagar, jalan, dan jembatan.
- Pengadaan peralatan utama. Semua peralatan utama yang tertera dalam gambar disain *engineering*. Contoh untuk ini adalah kolom destilasi, reaktor, regenerator, generator dapur, dan lain-lain.
- Biaya merakit dan memasang peralatan utama. Terdiri dari pondasi struktur penyangga, isolasi, dan pengecetan.
- Pipa. Terdiri dari pipa transfer, pipa penghubung antara peralatan, dan lain-lain.
- Alat-alat listrik dan instrumen. Terdiri dari gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi, dan isntrumen.
- Pembangunan gedung perkantoran, pusat pengendalian operasi (*control room*), gudang, dan bangunan sipil lainnya.
- Fasilitas pendukung seperti *utility* dan *off-site*. Terdiri dari pembangkit uap, pembangkit istrik, fasilitas air pendingin, tangki, dan dermaga.
- Pembebasan tanah. Biaya pembebesan tanah sering kali dimasukkan ke dalam biaya langsung.

b. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Menurut Iman Soeharto, 1995, yang termasuk dalam biaya tidak langsung antara lain adalah :

- gaji dan pengeluaran lain bagi tenaga administrasi, tim penyelia, dan manajemen proyek;
- biaya pengadaan fasilitias sementara untuk pekerja, seperti perumahan atau asrama sementara, tempat rekreasi, dan lain-lain, yang biasanya diperlukan untuk proyek-proyek besar yang letaknya terpencil;
- menyewa atau membeli alat-alat berat untuk konstruksi;
- ongkos menyewa kantor, termasuk keperluan utiliti seperti listrik dan air;
- bunga dari dana yang diperlukan proyek.