

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Proyek

Proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu yang dimaksudkan untuk menghasilkan produk yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas.

Dari pengertian diatas maka dapat terlihat adanya ciri pokok proyek sebagai berikut (Iman Soeharto.1999:1):

- a. Bertujuan menghasilkan lingkup tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir.
- b. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuandiatas telah ditentukan.
- c. Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesai tugas, titik awal danakhirnya ditentukan dengan jelas.
- d. Nonrutin, tidak berulang-ulang, jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

2.2 Pengertian Manajemen Proyek

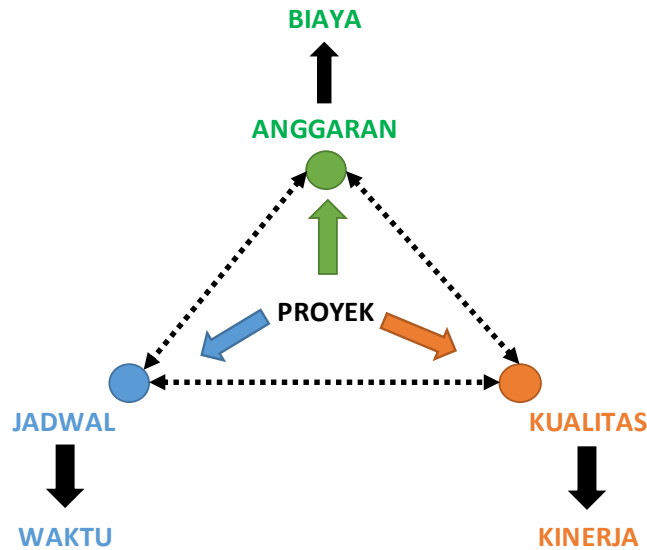
2.2.1 Pengertian Manajemen

Manajemen adalah proses kegiatan yang dilakukan oleh seorang pimpinan yang harus dilakukan dengan mempergunakan cara-cara pemikiran ilmiah maupun praktis, untuk mencapai tujuan yang sudah ditetapkan, dengan melalui kerjasama orang-orang lain sebagai sumber tenaga kerja, serta memanfaatkan sumber-sumber lainnya dan waktu yang tersedia untuk itu dengan cara yang setepat-tepatnya.

Kamus Besar Bahasa Indonesia terbitan Balai Pustaka, menulis bahwa manajemen adalah proses penggunaan sumber daya secara efektif untuk mencapai sasaran, atau dapat juga di mengerti sebagai pejabat pimpinan yang bertanggungjawab atas jalannya perusahaan atau organisasi. Pengertian diatas mengungkapkan bahwa, sumber daya yang digunakan adalah tenaga kerja, waktu, dan sumber-sumber lain (material dan peralatan), yang semuanya berdampak pada pengeluaran biaya (uang).

2.3 Sasaran Proyek dan Tiga Kendala

Diatas telah disebutkan bahwa tiap proyek memiliki tujuan khusus, misalnya rumah tinggal, jembatan, instalasi pabrik serta dapat pula berupa produk hasil kerja penelitian dan pengembangan. Didalam proses mencapai tujuan tersebut telah ditentukan batasan yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal serta mutu yang harus dipenuhi. Sasaran proyek konstruksi dan kendalanya ditunjukkan dalam **Gambar 2.1** berikut :



Gambar 2.1. Sasaran Proyek dan tiga kendala (*Triple Constraint*)

Sumber : Suharto,1999:2

Ketiga batasan diatas disebut *Triple Constraint* atau Tiga Kendala. Seperti pada **Gambar 2.1** ini merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek, yaitu:

a. Anggaran

Proyek harus diselesaikan dengan anggaran biaya yang telah ditetapkan. Untuk proyek-proyek yang melibatkan dana dalam jumlah besar dan jadwal bertahun-tahun, anggarannya bukan hanya ditentukan untuk total proyek tetapi diuraikan kedalam komponen atau *sub-unit* yang telah ditentukan, dapat pula diuraikan per periode tertentu (misalnya perkuartal) yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan.

b. Jadwal

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasilnya produk baru maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang telah ditentukan.

c. Mutu

Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Ketiga batasan tersebut bersifat tarik-menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan menaikkan mutu, yang selanjutnya akan berakibat pada naiknya biaya yang melebihi anggaran. Sebaliknya bila ingin menekan biaya, maka biasanya berkompromi dengan mutu dan jadwal. (Iman Soeharto.1999:2).

2.4 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek (Husen, 2009:149). Kunci utama keberhasilan melaksanakan proyek tepat waktu adalah perencanaan dan penjadwalan ulang lengkap dan tepat. Keterlambatan dapat dianggap sebagai akibat tidak terpenuhinya rencana jadwal yang telah dibuat, karena kondisi kenyataan tidak sama/ sesuai dengan kondisi saat jadwal tersebut dibuat.

Para pengelola proyek selalu ingin meningkatkan kualitas perencanaan waktu proyek dalam mengatasi persoalan yang sering timbul dalam pelaksanaan proyek. Ada beberapa metode yang sering digunakan mulai dari bagan balok (*bar chart*) sampai analisis jaringan kerja (*network diagram analysis*) yang sistematis.

Teknik penjadwalan dibuat untuk mencapai efektifitas dan efisiensi yang tinggi dari sumber daya yang akan digunakan untuk perencanaan waktu produktivitas dan biaya dari tenaga kerja, material, dan peralatan. Sumber daya tersebut direncanakan seefisien mungkin agar diperoleh biaya pelaksanaan yang minim tetapi kualitas terjaga. Untuk itu manfaat perencanaan adalah :

1. Mengorganisir kegiatan-kegiatan yang terkait dalam proyek.
2. Menentukan pembagian tugas, waktu dan cara pelaksanaan tugas.
3. Memperkirakan jumlah sumber daya yang dibutuhkan.
4. Mengalokasikan tanggung jawab pelaksanaan proyek.
5. Mengantisipasi kondisi yang tidak diharapkan dalam perubahan rencana yang mungkin terjadi selama proyek berlangsung.

Dalam melaksanakan pembangunan proyek konstruksi, ada 3 faktor yang menjadi tolak ukur keberhasilan yaitu biaya, mutu, dan waktu (Soeharto, 1999:2). Pemborosan biaya saat pelaksanaan lebih banyak disebabkan oleh ketidaktepatan dalam mengambil keputusan pada tahap

perencanaan. Oleh karena itu perencanaan waktu pelaksanaan merupakan hal yang sangat penting.

Perencanaan waktu pelaksanaan tersebut harus dipadukan dengan ketersediaan sumber daya, material, dan biaya operasional pelaksanaan. Semua faktor-faktor itu direncanakan secara cermat dan hasilnya ditulis dalam bentuk gambar atau petunjuk untuk dikomunikasikan kepada semua pihak yang terlibat dalam proyek sebagai pedoman pelaksanaan dan pengendalian.

Penjadwalan/ rencana kerja pada dasarnya merupakan penyusunan jenis-jenis pekerjaan yang diukur berdasarkan urutan waktu sehingga dapat dilakukan pengontrolan terhadap pekerjaan tersebut. Pekerjaan kegiatan kerja yang baik dan sesuai dengan tujuan akan sangat membantu untuk mengontrol dan mengawasi jalannya pelaksanaan proyek, karena keterlambatan-keterlambatan kegiatan proyek dapat segera diatasi dan dicarikan jalan keluarnya melalui langkah-langkah yang tepat, cepat, dan efektif.

Adapun tujuan dari penyusunan penjadwalan kegiatan proyek antara lain :

- a. Memberikan pedoman pelaksanaan pekerjaan.
- b. Mengadakan evaluasi dan penilaian terhadap kemajuan yang telah dicapai.
- c. Memberikan sarana untuk koordinasi dan komunikasi.

Isi dari penjadwalan kegiatan proyek pada umumnya adalah :

- a. Jenis pekerjaan yang dikerjakan.
- b. Waktu kapan suatu pekerjaan dimulai dan berakhir.
- c. Bobot dari masing-masing pekerjaan yang dinyatakan dalam prosentase terhadap harga dari seluruh pekerjaan.

Seorang perencana yang berpengalaman memiliki kepekaan dalam membagi suatu pekerjaan proyek yang besar menjadi unit-unit pekerjaan kecil atau disebut juga aktivitas pekerjaan spesifik.

2.4.1 Hari Kalender

Hari kalender adalah hari-hari yang terdata dalam kalender, dimana satu minggu setara dengan 7 hari kalender dan satu bulan setara dengan 30 hari kalender. Masa kontrak proyek selalu didasarkan hari kalender, yaitu waktu yang hitung dalam sistem penanggalan. Hal ini ditunjukkan agar ada kepastian penyelesaian proyek menurut suatu sistem penanggalan yang disepakati bersama.

2.4.2 Hari Kerja Efektif

Hari kerja efektif adalah hari yang benar-benar digunakan untuk bekerja. Jika tidak ada hari libur, maka secara normal hari untuk bekerja dapat digunakan selama enam hari per-minggu. Hari tidak kerja antara lain, libur resmi, libur tidak resmi (untuk kepentingan pribadi), hujan, dan hari minggu. Dengan demikian hari kerja sesungguhnya (efektif) dari sebuah proyek lebih kecil dari hari kerja yang tertuang dalam kontrak.

2.4.3 Jam Kerja Efektif

Jam kerja efektif adalah waktu yang benar-benar digunakan untuk bekerja. Jika tidak ada waktu istirahat, maka secara normal, waktu yang dapat digunakan untuk bekerja adalah 9 jam per-hari. Dalam waktu tersebut terdapat waktu tidak bekerja yaitu untuk istirahat dan keperluan pribadi.

2.5 Produksi

Produksi adalah banyaknya pekerjaan yang dapat dilakukan dalam satu satuan waktu tertentu, baik oleh kelompok tenaga kerja atau peralatan atau kedua-duanya secara bersama-sama. Tiap-tiap kelompok kerja (baik tenaga kerja atau alat atau kedua-duanya) maupun perusahaan mempunyai tingkat produksi yang berbeda-beda. Hal ini yang membedakan harga penawaran pekerjaan antara satu kelompok kerja dengan kelompok yang lain atau satu perusahaan dengan perusahaan yang lain. Perusahaan-perusahaan yang terbiasa bekerja dengan tingkat produksi yang tinggi akan menawarkan harga pekerjaan yang lebih rendah, sama halnya juga terjadi dengan tenaga kerja, dalam menentukan upah borongan pada suatu item pekerjaan.

2.5.1 Produktivitas

Perusahaan yang dapat memproduksi lebih tinggi dari perusahaan yang lain disebut lebih produktif atau tingkat produksivitasnya tinggi. Produktivitas ini adalah suatu angka yang menggambarkan seberapa jauh sebuah perusahaan atau kelompok tenaga kerja dapat memanfaatkan sumber daya secara efisien dan efektif untuk mrnghasilkan suatu pekerjaan. Produktivitas kerja yang tinggi menggambarkan bahwa perusahaan bekerja lebih efisien dan efektif dibandingkan dengan perusahaan yang lain. Efisiensi menggambarkan seberapa banyak sumber daya (input) digunakan untuk menghasilkan satu satuan pekerjaan, sedangkan efektivitas menunjukkan seberapa banyak hasil kerja tersebut dapat diterima oleh pemilik proyek. Oleh sebab itu, untuk menggambarkan hasil kerja atau kinerja pelaksanaan, umumnya digunakan nilai

produktivitas.

Produktivitas merupakan rasio keluaran (output) dengan masukan (input) atau perbandingan antara hasil kerja dengan masukan yang diperlukan. Produktivitas juga menunjukkan adanya peningkatan proses produksi, karena orang selalu berusaha untuk meningkatkan nilai produktivitas ini. Untuk membandingkan ini, maka satuan untuk mengukur keluaran dan masukan harus sama.

$$P = O/I \dots\dots\dots(Persamaan 2.1)$$

Beberapa hal yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas antara lain :

- a. Menaikan output (O) dengan menurunkan input (I).
- b. Menaikan output (O) dengan input (I) yang sama.
- c. Menaikan output (O) dengan menaikkan input (I), tetapi lebih rendah.
- d. Menurunkan input (I) dan output (O) tetap.
- e. Menurunkan input (I) dengan menurunkan output (O), tetapi lebih kecil.

2.5.2 Produksi Tenaga Kerja

Tidak ada suatu formula yang pasti untuk menentukan besarnya produksi tenaga kerja. Penaksiran produksi tenaga kerja didasarkan pada pengalaman dan estimasi dari seorang estimator. Untuk dapat menghasilkan estimasi yang baik, maka sebaiknya estimator sudah mempunyai pengalaman tentang tenaga kerja yang akan digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan.

Estimasi produksi tenaga kerja yang terlalu tinggi, menyebabkan biaya pelaksanaan item pekerjaan lebih rendah, namun mungkin sulit untuk dicapai. Sebaiknya, jika estimasi tenaga kerja terlalu rendah akan menyebabkan biaya pelaksanaan item pekerjaan menjadi tinggi. Hal yang perlu diketahui untuk menentukan produksi tenaga kerja adalah jumlah tenaga kerja dan kualifikasinya.

Pada kontrak-kontrak proyek yang mempunyai analisa harga satuan item pekerjaan, maka estimasi produksi tenaga kerja dapat didasarkan pada kuantitas (koefisien) tenaga kerja yang ada dalam analisa harga satuan untuk pekerjaan tersebut.

$$Q_{tk} = 1/K_{tk} \cdot J_{tk} \dots\dots\dots(Persamaan 2.2)$$

Dimana, Q_{tk} = Produksi tenaga kerja

K_{tk} = Kuantitas tenaga kerja

J_{tk} = Jumlah tenaga kerja

2.5.3 Produksi Peralatan

Produksi alat merupakan hasil bagi satu dengan kuantitas.

$$Q_P = 1/K_a \dots\dots\dots(Persamaan 2.3)$$

Dimana, Q_P = Produksi alat dalam keadaan padat

K_a = Kuantitas alat

2.5.4 Produksi Minimum

Produksi minimum merupakan produksi terkecil diantara produksi tenaga kerja dan peralatan.

$$Q_M = (Q_{tk} \text{ atau } Q_P) \text{ Minimum} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.4})$$

Dimana, Q_M = Produksi minimum

Q_{tk} = Produksi tenaga kerja

Q_P = Produksi peralatan

2.5.5 Waktu Penyelesaian Item Pekerjaan

Waktu penyelesaian item pekerjaan merupakan hasil bagi antara kuantitas (volume) item pekerjaan dengan produksi minimum.

$$W = V/Q_M \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.5})$$

Dimana, W = Waktu penyelesaian item pekerjaan

V = Kuantitas (volume) item pekerjaan

Q_M = Produksi minimum (per-hari atau per-jam)

2.5.6 Presentase (Bobot) Item Pekerjaan

Presentase (bobot) item pekerjaan merupakan presentase masing-masing biaya item pekerjaan terhadap biaya item pekerjaan secara total.

$$B_b = \left\{ X_i / \sum_{j=1}^m X_i \right\} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.6})$$

Jika biaya overhead (O) dan pajak (Tax), telah diperhitungkan didalam analisa arga satuan item pekerjaan (A_i), maka formula bobot item pekerjaan adalah:

$$B_b = \{X_i / BP\} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.7})$$

Dimana, B_b = Presentase (bobot) iten pekerjaan

X_i = Biaya item pekerjaan

BP = Biaya proyek

2.6 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah mengestimasi biaya proyek berdasarkan estimasi harga satuan dan penggunaan sumber daya yang disusun dalam analisa harga satuan item pekerjaan.

Mengapa harus mengestimasi rencana anggaran biaya, yaitu :

- a) Informasi yang diperoleh masih mengandung unsur ketidakpastian.
- b) Memperkecil resiko atas penawaran proyek.
- c) Situasi dan kondisi saat penawaran biaya proyek selalu berbeda.
- d) Sifat proyek yang tidak berulang.

Bagaimana mengestimasi rencana anggaran biaya, yaitu :

- a) Menghitung volume item pekerjaan.
- b) Mengestimasi harga satuan masing-masing sumber daya.
- c) Mengestimasi penggunaan masing-masing sumber daya dalam satu satuan item pekerjaan.

Berikut merupakan ringkasan RAB yang menunjukkan bagaimana biaya-biaya yang ada didalam biaya proyek saling berhubungan dan mempengaruhi satu sama lain dalam bentuk diagram. Rumusan ini disusun agar dengan simbol-simbol untuk dapat dengan mudah mengikuti penjelasan-penjelasan selanjutnya. Diagram biaya proyek dapat dilihat pada **Gambar 2.2** berikut:

Keterangan Simbol :

BP = Biaya Proyek

X_i = Biaya Item Pekerjaan ke-i

O = Free dan Overhad

Tax = Pajak

V_i = Volume Item Pekerjaan ke-i

A_i = Analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

T_i = Biaya tenaga kerja analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

M_i = Biaya material analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

P_i = Biaya peralatan analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

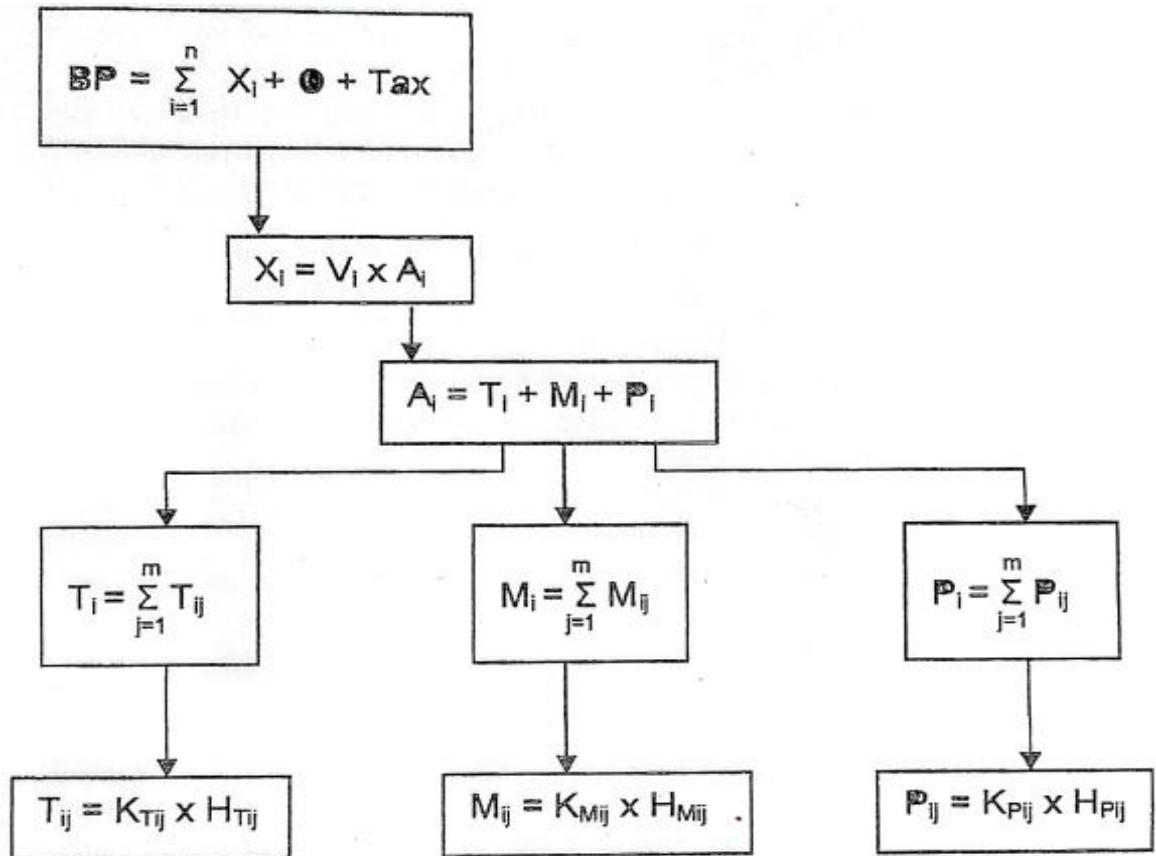
T_{ij} = Biaya unsur tenaga kerja ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

M_{ij} = Biaya unsur material ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

P_{ij} = Biaya unsur peralatan ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

K_{Tij} = Koefisien unsur tenaga kerja ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i

- K_{Mij} = Koefisien unsur material ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i
- K_{Pij} = Koefisien unsur peralatan ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i
- H_{Tij} = Harga satuan unsur tenaga ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i
- H_{Mij} = Harga satuan unsur material ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i
- H_{Pij} = Harga satuan unsur peralatan ke-j analisa harga satuan item pekerjaan ke-i



Gambar 2.2 Diagram Biaya Proyek
 Sumber : Bahan Ajar Manajemen Proyek

2.6.1 Biaya Proyek

Biaya proyek adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek dan merupakan penjumlahan dari biaya-biaya yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh item pekerjaan dan *fee-overhead* serta pajak.

$$BP = \sum_{i=1}^n X_i + O + Tax \dots\dots\dots(Persamaan 2.8)$$

2.6.2 Biaya Item Pekerjaan

Biaya item pekerjaan adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan masing-masing item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara volume dan analisa harga satuan item pekerjaan.

$$X_i = V_i \times A_i \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.9})$$

2.6.3 Volume Item Pekerjaan

Volume item pekerjaan adalah banyaknya satuan pekerjaan yang harus diselesaikan untuk memenuhi seluruh atau sebagian fungsi bangunan.

2.6.4 Analisa Harga Satuan Item Pekerjaan

Analisa harga satuan item pekerjaan adalah perhitungan biaya tiap-tiap item pekerjaan berdasarkan penjumlahan seluruh biaya sumber daya (tenaga kerja, material, dan peralatan) yang digunakan untuk satu satuan volume item pekerjaan.

$$A_i = T_i + M_i + P_i \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.10})$$

2.6.5 Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja adalah biaya yang digunakan untuk membayar tenaga kerja dan diperoleh dari penjumlahan seluruh biaya unsur tenaga kerja yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan yang bersangkutan.

$$T_i = \sum_{j=1}^m T_{ij} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.11})$$

2.6.6 Biaya Material

Biaya material adalah biaya yang digunakan untuk pengadaan material dan diperoleh dari penjumlahan seluruh biaya unsur material yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan yang bersangkutan.

$$M_i = \sum_{j=1}^m M_{ij} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.12})$$

2.6.7 Biaya Peralatan

Biaya peralatan adalah biaya yang digunakan untuk membayar peralatan dan diperoleh dari penjumlahan seluruh biaya unsur peralatan yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan yang bersangkutan.

$$P_i = \sum_{j=1}^m P_{ij} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.13})$$

2.6.8 Biaya Unsur Tenaga Kerja

Biaya unsur tenaga kerja adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur tenaga kerja yang bersangkutan dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuannya.

$$T_{ij} = K_{Tij} \times H_{Tij} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.14})$$

2.6.9 Biaya Unsur Material

Biaya unsur material adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur material yang bersangkutan dalam penyelesaian satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuannya.

$$M_{ij} = K_{Mij} \times H_{Mij} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.15})$$

2.6.10 Biaya Unsur Peralatan

Biaya unsur peralatan adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur peralatan yang bersangkutan dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuannya.

$$P_{ij} = K_{Pij} \times H_{Pij} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.16})$$

Koefisien Tenaga Kerja adalah jumlah penggunaan waktu tiap-tiap unsur tenaga kerja untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Koefisien Material adalah banyaknya tiap-tiap unsur material yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Koefisien Peralatan adalah jumlah penggunaan waktu tiap-tiap unsur peralatan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Harga Satuan Sumber Daya adalah biaya yang digunakan untuk pengadaan satu satuan sumber daya yang digunakan untuk menyelesaikan item pekerjaan.

2.6.11 Biaya Denda Keterlambatan

Denda keterlambatan adalah sanksi yang dikenakan kepada penyedia barang atau jasa oleh pejabat pembuat komitmen dalam hal keterlambatan pelaksanaan pekerjaan. Denda keterlambatan dikenakan sebesar 1/1000 (1 %) dari nilai kontrak atau nilai bagian kontrak untuk setiap hari keterlambatan dan tidak melebihi dari jaminan pelaksanaan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. 1/1000 (satu per seribu) dari sisa harga bagian kontrak yang belum dikerjakan, apabila bagian pekerjaan yang sudah dilaksanakan dapat berfungsi. Kadangkala dilakukan mekanisme serah terima sebagian (parsial). Contoh, dalam sebuah proyek pembangunan sekolah dengan capaian 10 unit bangunan sekolah. Namun di akhir kontrak baru selesai 8 unit sekolah yang dibuktikan telah berfungsi. Maka PPK memberi kesempatan kerja dengan denda sebesar sisa pekerjaan yakni 2 unit sekolah semata.
2. 1/1000 (satu per seribu) dari harga kontrak, apabila bagian pekerjaan yang sudah dilaksanakan belum berfungsi.

Penyedia barang atau jasa wajib membayar sanksi denda keterlambatan apabila pejabat pembuat komitmen memutuskan kontrak secara sepihak dikarenakan kesalahan penyedia barang atau jasa itu sendiri.

Menghitung denda keterlambatan pekerjaan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Denda} = 1/1000 \times \text{RAB} \times \text{Durasi Keterlambatan} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.17})$$

Besaran denda maksimum biasanya mengikuti besaran persentase jaminan pelaksanaan yang pada umumnya sebesar 5% (lima persen).

$$\text{Denda} = 5\% \times \text{Biaya Proyek} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.18})$$

2.7 Sumber Daya

Perencanaan sumber daya yang matang dan cermat sesuai kebutuhan logis proyek akan membantu pencapaian sasaran dan tujuan proyek secara maksimal, dengan tingkat efektivitas dan efisiensi tinggi. Kebutuhan sumber daya pada tiap- tiap proyek tidak selalu sama, bergantung pada skala, lokasi, serta tingkat keunikan masing-masing proyek.

Sumber daya manusia atau tenaga kerja, sebagai penentu keberhasilan proyek, harus memiliki kualifikasi, keterampilan, dan keahlian yang sesuai dengan kebutuhan. Untuk mencapai keberhasilan suatu proyek. Perencanaan sumber daya manusia dalam suatu proyek mempertimbangkan juga perkiraan jenis, waktu dan lokasi proyek, baik secara kualitas maupun kuantitas. Proyek yang secara geografis berbeda biasanya membutuhkan pengelolaan dan ketersediaan tenaga kerja yang juga berbeda.

Menurut Husen (2009:105), faktor lain yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan tenaga kerja adalah:

1. Produktivitas tenaga kerja.
2. Jumlah tenaga kerja pada periode yang paling maksimal.
3. Jumlah tenaga kerja tetap dan tidak tetap.
4. Biaya yang dimiliki.
5. Jenis pekerjaan.

Kebutuhan sumber daya untuk tiap satuan pekerjaan dapat langsung dilihat pada kuantitas (koefisien) yang ada dalam analisa harga satuan pekerjaan. Kebutuhan sumber daya secara total adalah hasil perkalian antara kuantitas (koefisien) sumber daya dalam analisa harga satuan item pekerjaan dengan kuantitas (volume) item pekerjaan yang bersangkutan, sedangkan kebutuhan sumber daya secara harian merupakan hasil perkalian antara kuantitas (koefisien) sumber daya dalam analisa harga satuan item pekerjaan dengan produksi harian dari kelompok tenaga kerja atau peralatan (produksi minimum).

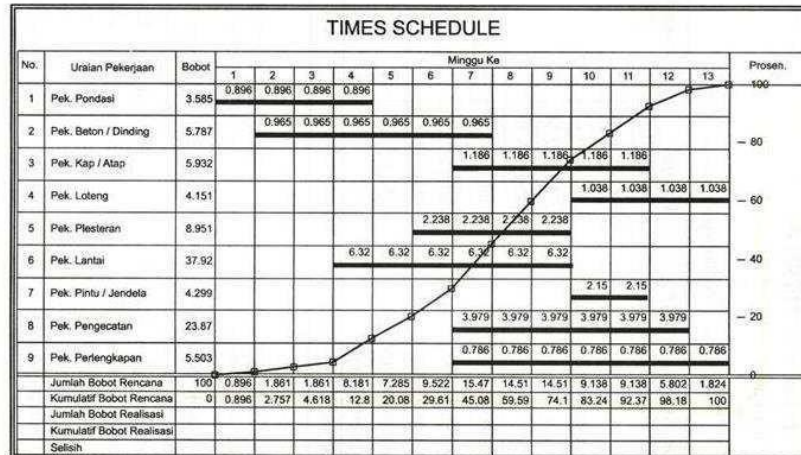
2.8 Kurva “S”

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T Haanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Virtualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal proyek (Husen, 2009:152).

Indikasi tersebut dapat menjaadi informasi awal guna melakukan tindakan koreksi dalam proses pengendalian jadwal. Tetapi informasi tersebut tidak detail dan hanya terbatas untuk menilai kemajuan proyek. Perbaikan lebih lanjut dapat menggunakan metode lain yang dikombinasikan, misal metode bagan balok atau *network planning* dengan memperbarui sumber daya maupun waktu pada masing-masing kegiatan.

Untuk membuat kurva S, jumlah presentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode diantara durasi proyek diplotkan terhadap sumbu vertikal sehingga apabila hasilnya dihubungkan dengan garis maka akan membentuk kurva S.

Bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada bagian awal biasanya masih sedikit, kemudian pada pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil seperti terlihat pada **Gambar 2.3** berikut:



Gambar 2.3 Contoh Kurva S

Sumber : Husen, 2009:152

Untuk menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat berupa perhitungan presentase berdasarkan biaya per item atau kegiatan dibagi total anggaran atau berdasarkan volume rencana dari komponen kegiatan terhadap volume total kegiatan (Husen, 2009:152).

2.9 Critical Path Method (CPM)

Penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dimana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis. Penjadwalan meliputi tenaga kerja, material, peralatan, keuangan, dan waktu. Beberapa metode penjadwalan yang umumnya sering digunakan dalam proyek konstruksi yaitu diagram balok (*bar chart*), kurva S, dan metode jalur kritis (CPM).

Diagram balok (*Bar Chart*) dikembangkan pertama kali pada awal abad ke-19 oleh Henry L. Gantt, sehingga metode ini dikenal juga dengan nama *The Gantt Chart*. Diagram ini digambarkan dalam bentuk balok-balok yang mengilustrasikan keseluruhan aktivitas proyek yang ada dalam item-item pekerjaan. Manfaat diagram balok adalah sebagai berikut :

1. Dapat memperlihatkan kapan memulai dan mengakhiri suatu item pekerjaan.
2. Dapat memperlihatkan lamanya suatu item pekerjaan dapat dilaksanakan.
3. Dapat memperlihatkan urutan-urutan pelaksanaan item pekerjaan.
4. Dengan menambah informasi presentasi kemajuan fisik pekerjaan, diagram ini dapat memperlihatkan target yang ingin dicapai untuk dapat mengendalikan pelaksanaan pekerjaan.

Adapun kekurangan dari diagram balok yaitu:

1. Diagram ini tidak praktis

Jika aktivitas proyek sangat luas dan kompleks, maka dibutuhkan banyak balok untuk mengilustrasikannya.

2. Diagram ini sangat sederhana

Hal ini mengakibatkan metode ini menjadi sangat sulit untuk diterapkan pada aktivitas-aktivitas proyek yang cukup kompleks dalam hal logika hubungan antar kegiatan.

3. Bagan ini sulit untuk digunakan dalam meramalkan pengaruh yang ditimbulkan oleh perubahan atau penyimpangan dari suatu aktivitas tertentu. Demikian juga halnya dengan memproyeksikan kemajuan pekerjaan di waktu yang akan datang.

Kurva S sering disebut *lazy Curve* karena karakteristik kurva yang menggambarkan bahwa awal kegiatan pekerjaan selalu lambat, sehingga disebut malas. Kurva ini dikembangkan untuk menjawab kendala-kendala yang dihadapi pada penggunaan diagram balok. Adapun manfaat dari kurva S adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui kemajuan pekerjaan tiap waktu.
2. Dapat mengetahui pekerjaan secara kumulatif dari seluruh item pekerjaan.
3. Dapat memperlihatkan kemajuan atau keterlambatan pekerjaan serta kecenderungannya.
4. Dapat merencanakan *Cash Flow*.

Secara umum kekurangan kurva S sama dengan kelemahan diagram balok, namun kurva S telah menjawab beberapa kekurangan tersebut yaitu, kurva S dapat meramalkan pengaruh yang ditimbulkan oleh perubahan atau penyimpangan secara kumulatif dari suatu aktivitas tertentu. Demikian juga halnya dengan memproyeksikan kemajuan secara kumulatif di waktu yang akan datang.

Critical Path Method (CPM) atau metode jalur kritis merupakan salah satu teknik penjadwalan kegiatan dalam *network planing* dengan menerapkan penekanan pelaksanaan pada keterkaitan antara biaya dan waktu penyelesaian. *Network planing* adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam *network* diagram (diagram jaringan kerja) proyek yang bersangkutan. Pada *Critical Path Method* (CPM) dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian

komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek paling cepat. Jadi, jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai dengan kegiatan terakhir proyek.

Didalam *Critical Path Method* (CPM) ini akan dijelaskan beberapa sistematika dan istilah-istilah, *float*, dan jalur kritis yang diperlukan dalam perhitungan *Critical Path Method* (CPM) nantinya. Jalur kritis sangat penting bagi pelaksanaan proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan pada proyek secara keseluruhan.

Dengan digunakan metode jalur kritis diharapkan berbagai resiko dan kendala pelaksanaan suatu pekerjaan dapat dideteksi dan diatasi sedini mungkin. Baik permasalahan pengoptimalan sumber daya, maupun permasalahan waktu pelaksanaan Serta pengkoordinasian jaringan kerja yang kerap menghambat pelaksanaan suatu proyek. Diagram rencana jaringan kerja (*Network Diagram*) merupakan suatu sistem penyelenggaraan proyek, yang menggambarkan operasionalisasi proses pelaksanaan dari serangkaian kegiatan dalam mewujudkan suatu peristiwa dan menginformasikan semua kendala Serta kapasitas dari sumber daya suatu proyek.

Penerapan metode jalur kritis pada penjadwalan kegiatan suatu proyek adalah sebagai berikut :

1. Penjadwalan kegiatan suatu proyek yang dituangkan dalam sebuah diagram jaringan kerja (*Network Diagram*) yang dibuat pada tahap perencanaan awal atau tahap persiapan.
2. Dilakukan peninjauan kembali pada tahap awal pelaksanaan terhadap logika, ketergantungan serta urutan masing-masing kegiatan dari network diagram yang dibuat pada tahap perencanaan.
3. Dilakukan penyusunan kembali suatu bentuk *network diagram* yang baru dengan mengacu pada proses perataan kegiatan.
4. Sebagai hasil akhir, akan diperoleh suatu bentuk *network diagram* yang baru, yang berbeda dengan *network diagram* yang lama. Pada *network diagram* yang baru terjadi penekanan alokasi sumber daya dilintasan-lintasan kritis untuk mencapai optimalisasi biaya dan waktu pelaksanaan.

Adapun keunggulan penggunaan metode jalur kritis dibandingkan dengan metode diagram balok maupu kurva S dalam penjadwalan proyek adalah sebagai berikut :

1. Dapat secara logis dan detail merencanakan dan mengawasi tahapan-tahapan pekerjaan serta mengendalikan pelaksanaan pekerjaan.
2. Dapat mengkomunikasikan dan melakukan optimalisasi alternatif-alternatif penyelesaian serta pengendalian biaya, dengan jalan melakukan pembagian waktu, tenaga, dan biaya secara merata.
3. Metode jalur kritis merupakan suatu metode perencanaan yang memungkinkan dilakukannya suatu revisi yang relatif mudah terhadap perencanaan.

2.10 Network Planing

Network Planing atau jaringan kerja adalah suatu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek, yang produknya adalah mengenai kegiatan-kegiatan yang ada didalam diagram jaringan kerja (*Network Diagram*) proyek bersangkutan. *Network diagram* adalah visualisasi proyek berdasarkan *Network Planing*. Terdiri dari jaringan kerja yang meliputi lintasan kegiatan dan urutan peristiwa yang ada dalam penyelenggaraan proyek.

Network Planing sangat membantu dalam perencanaan dan penjadwalan suatu proyek. Menurut Handoko (2010), manfaat *Network Planing* adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan suatu proyek yang kompleks.
2. *Scheduling* pekerjaan-pekerjaan sedemikian rupa dalam urutan yang praktis dan efisien.
3. Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang tersedia.
4. *Scheduling* ulang untuk mengatasi hambatan-hambatan dan keterlambatan-keterlambatan.
5. Menentukan kemungkinan pertukaran antara waktu dan biaya.
6. Menentukan probabilitas penyelesaian suatu proyek.

Terdapat beberapa teknik atau metode yang digunakan dalam membuat *Network Planing* yaitu sebagai berikut :

1. Metode *Network Planing*, digunakan untuk perencanaan dan pengendalian proyek dalam bentuk diagram grafik.
2. Teknik manajemen jaringan, digunakan untuk perencanaan dan pengendalian proyek berbasis teknologi informasi (IT).
3. Prosedur dalam penilaian program, digunakan untuk merencanakan, mengendalikan, dan

menilai kemajuan suatu program.

4. Analisis jalur kritis, digunakan untuk penjadwalan dan mengendalikan sumber daya proyek.
5. Metode jalur kritis, digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan proyek yang sudah pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui.
6. Teknik menilai dan meninjau kembali, digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan.

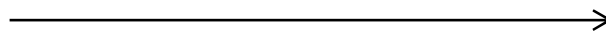
Sebuah *Network Planing* merupakan sebuah pernyataan secara grafis dari kegiatan yang diperlukan dalam mencapai suatu tujuan akhir. Untuk membentuk gambar dari *Network Planing* tersebut digunakan tanda/ simbol sebagai berikut :

1. Anak panah

Anak panah melambangkan kegiatan :

- a. Sebuah anak pana melambangkan sebuah kegiatan dan sebaliknya.
- b. Anak panah digambarkan dengan ekor dikiri dan kepala dikanan.
- c. Nama kegiatan (x) ditulis diatas.
- d. Lama kegiatan (L) ditulis dibawah.
- e. Kepala anak panah melambangkan akhir kegiatan.
- f. Ekor anak panah melambangkan awal kegiatan.
- g. Satuan waktu ; “hari”.
- h. Panjang anak panah tidak melambangkan kegiatan.
- i. Dalam menggambar usahakan anak panah tidak berpotongan.

Dari pernyataan diatas dapat dilihat pada **Gambar 2.4** berikut :



Gambar 2.4 Anak Panah Sebagai Simbol Kegiatan

Sumber :Djojowirono, 2005:147

2. Lingkaran

Lingkaran melambangkan kegiatan :

- a. Melambangkan sebuah peristiwa dan sebaliknya.
- b. NI merupakan nomor identifikasi (peristiwa), ada peristiwa (i) dan peristiwa (j).

- c. SPA, adalah saat paling awal suatu peristiwa, mungkin terjadi.
- d. SPL, adalah saat paling lambat suatu peristiwa, mungkin terjadi.
- e. $SPA < SPL$, disebut normal.
- f. $SPA = SPL$, disebut kritis.
- g. $SPA > SPL$, disebut peristiwa super kritis.

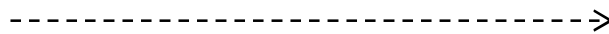


Gambar 2.5 Contoh Lingkaran Sebagai Simbol Kejadian

Sumber :Bahan Ajar Manajemen Proyek, 2019

3. Anak panah terputus-putus

Anak panah terputus-putus menyatakan kegiatan semu (*dummy activity*) seperti yang ditunjukkan **Gambar 2.6**. Kegiatan semu sebenarnya bukan merupakan suatu kegiatan, namun dianggap sebagai suatu kegiatan. Dummy digunakan untuk membatasi mulainyakegiatan-kegiatan atau penghubung kejadian/ peristiwa. Perbedaanantar *dummy* tidak mempunyai durasi karena tidak menggunakan atau menghabiskan *resources* (*manpower, equipment, dan material*). Panjang dan kemiringan *dummy* tidak mempunyai arti khusus.



Gambar 2.6 Anak panah terputus-putus sebagai simbol *dummy*

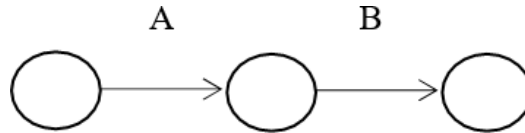
Sumber :Djojowirono, 2005:148

Logika ketergantungan dari kegiatan-kegiatan. Untuk setiap kegiatan selalu timbul pertanyaan :

1. Kegiatan/ kegiatan-kegiatan apa yang mendahului.
2. Kegiatan/ kegiatan-kegiatan apa yang langsung mengikuti.
3. Kegiatan/kegiatan-kegiatan apa yang dapat berjalan bersamaan.
4. Apa yang membatasi/ menentukan saat mulainya.
5. Apa yang membatasi/ menentukan saat selesainya.

Macam-macam hubungan antar kegiatan dapat digambarkan sebagai berikut :

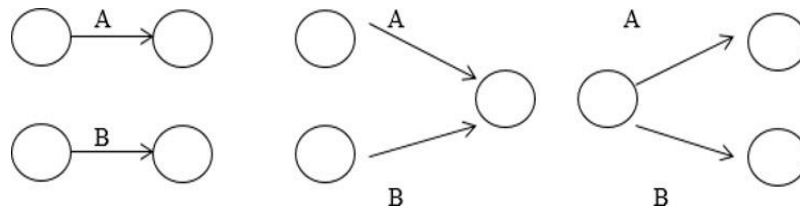
1. Kegiatan B hanya dapat dimulai setelah kegiatan A selesai/hubungan seri (**Gambar 2.7**)



Gambar 2.7 Hubungan Kegiatan A

Sumber : Widasanti, 2013:55

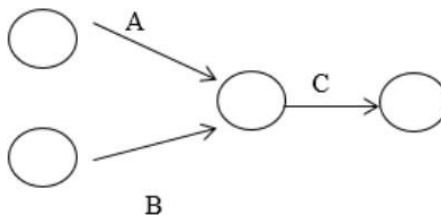
2. Kegiatan A dan B dapat berjalan bersama-sama/ hubungan parallel (**Gambar 2.8**)



Gambar 2.8 Hubungan Kegiatan B

Sumber : Widasanti, 2013:55

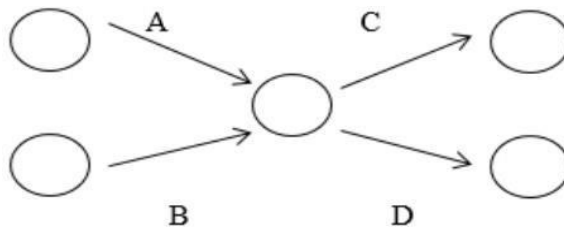
3. Kegiatan A dan B harus selesai terlebih dahulu sebelum kegiatan C dapat dimulai atau kegiatan C dapat dimulai setelah kegiatan A dan B selesai (**Gambar 2.9**)



Gambar 2.9 Hubungan Kegiatan C

Sumber : Widasanti, 2013:55

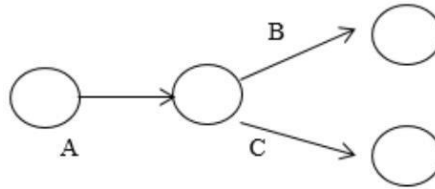
4. Kegiatan C dan D baru dapat dimulai setelah kegiatan A dan B selesai (**Gambar 2.10**)



Gambar 2.10 Hubungan Kegiatan D

Sumber : Widasanti, 2013:57

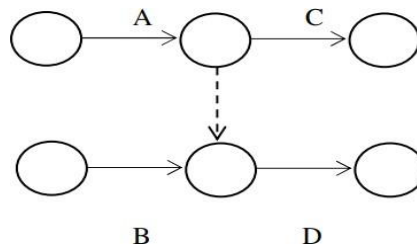
5. Kegiatan-kegiatan B dan C baru dapat dimulai setelah kegiatan A selesai (**Gambar 2.11**)



Gambar 2.11 Hubungan Kegiatan E

Sumber : Widiasanti, 2013:55

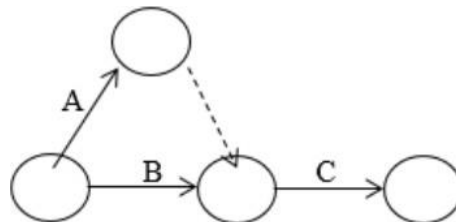
6. Kegiatan C dapat dimulai setelah kegiatan A selesai/ dummy (**Gambar 2.12**)



Gambar 2.12 Hubungan Kegiatan F

Sumber : Widiasanti, 2013:57

7. Kegiatan-kegiatan A dan B dapat dimulai bersama-sama sedang kegiatan C baru dapat dimulai setelah kegiatan-kegiatan A dan B selesai (**Gambar 2.13**).



Gambar 2.13 Hubungan Kegiatan G

Sumber : Widiasanti, 2013:58

8. Bila ada dua kegiatan berbeda yang dimulai pada kejadian yang sama dan berakhir pada kejadian yang sama pula, maka kegiatan tersebut tidak boleh dibuat berimpit.
9. Dalam suatu jaringan kerja tidak boleh terjadi suatu *loop* atau arus putar.
10. Nomor kejadian terkecil adalah nomor dari kejadian awal dan nomor kejadian besar adalah nomor kejadian akhir.
11. Tiap kegiatan selain diberi kode berupa huruf besar tetapi juga boleh diberi kode berupa simbol (i, j) dimana $i < j$; i menyatakan nomor kejadian awal kegiatan dan j menyatakan nomor kejadian akhir kegiatan.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi selama pembuatan *Network Planing* sebuah proyek adalah :

1. Sebuah *Network Planing* hanya terdiri dari tiga macam simbol, yaitu anak panah untuk melambangkan kegiatan, lingkaran untuk melambangkan kejadian, dan (bila diperlukan) anak panah putus - putus untuk melambangkan kegiatan semu / *dummy*. Pada sebuah network diagram, satu anak panah hanya melambangkan satu kegiatan, dan satu kegiatan hanya dilambangkan oleh satu anak panah.
2. Setiap *Network Planing* sebuah proyek harus dimulai pada satu kejadian awal dan harus selesai pada satu kejadian akhir.
3. Dalam sebuah *Network Planing* tidak boleh ada satu lintasan pun yang berputar.
4. Jika jaringan kerja menjadi terlalu panjang untuk suatu halaman tertentu, maka jaringan ini dapat diputus pada suatu titik dan dimulai lagi di halaman berikutnya. Hubungan antara keduanya dibuat dengan mengulang gambar kegiatan yang diputuskan dan menegaskan dengan suatu garis ekstra mengelilingi setiap lingkaran yang saling terputuskan.

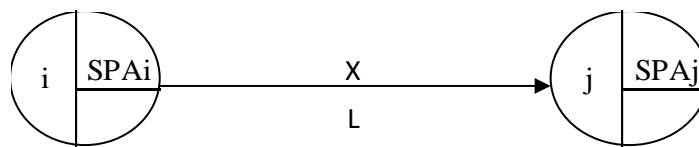
2.10.1 Besaran Waktu Dalam *Critical Path Method* (CPM)

Beberapa besaran waktu yang terdapat didalam metode jalur kritis adalah :

a. Saat Paling Awal (SPA)

Saat paling awal adalah saat paling awal suatu peristiwa mungkin terjadi, dan tidak mungkin terjadi sebelumnya. Tujuan ditetapkannya saat paling awal suatu peristiwa adalah untuk mengetahui saat paling awal mulai melaksanakan kegiatan-kegiatan yang keluar dari peristiwa yang bersangkutan. Saat paling awal suatu peristiwa dapat ditentukan secara formulatif sebagai berikut :

Untuk sebuah kegiatan menuju sebuah peristiwa



Gambar 2.14 Sebuah Kegiatan Menuju Sebuah Peristiwa

Sumber : Bahan Ajar Manajemen Proyek

SPA_j = SPA_i + L(Persamaan 2.19)

Keterangan :

X = Kegiatan

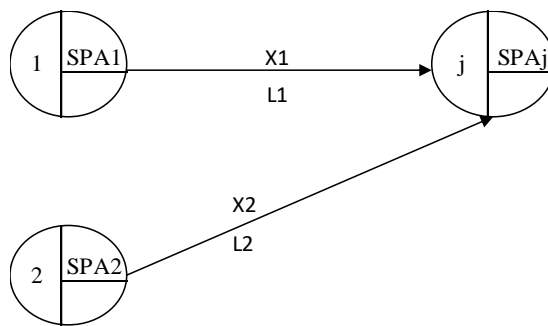
L = Lama Kegiatan x

i = Peristiwa awal kegiatan x

j = Peristiwa akhir kegiatan

SPA_i = Saat paling awal peristiwa awal

SPA_j = Saat paling awal peristiwa akhir



Gambar 2.15 Beberapa Kegiatan Menuju Sebuah Peristiwa

Sumber : Bahan Ajar Manajemen Proyek

$$SPA_j = (SPA_n + L_n) \max \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.20})$$

Keterangan :

SPA₁ = Saat paling awal peristiwa awal kegiatan X₁

SPA₂ = Saat paling awal peristiwa awal kegiatan X₂

SPA_j = Saat paling awal peristiwa akhir

X₁, X₂ = Nama kegiatan ke-1 dan ke-2

L₁, L₂ = Lama kegiatan ke-1 dan ke-2

j = Peristiwa akhir bersama dari kegiatan ke-1 dan ke-2

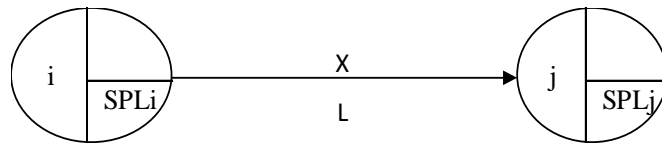
Cara menghitung atau menentukan waktu paling awal dari peristiwa-peristiwa dalam diagram jaringan kerja adalah :

1. Menghitung atau menentukan saat paling awal dari peristiwa-peristiwa mulai dari nomor 1 berturut-turut sampai nomor maksimal.

2. Saat paling awal peristiwa nomor pertama sama dengan nol.
3. Selanjutnya dapat dihitung saat paling awal peristiwa 2,3,4 dan seterusnya dengan menggunakan salah satu dari dua formula yang telah dijelaskan sesuai dengan banyaknya kegiatan dan dummy yang menuju pada peristiwa yang bersangkutan.

b. Saat Paling Lambat (SPL)

Saat paling lambat adalah waktu terakhir (paling lambat) suatu peristiwa dapat diselesaikan. Manfaat ditetapkan saat paling lambat setiap peristiwa dalam jaringan kerja adalah untuk mengetahui paling lambat selesainya sebuah kegiatan yang menuju peristiwa yang bersangkutan agar proyek masih dapat selesai pada waktu yang direncanakan. Saat paling lambat sebuah peristiwa dapat ditentukan secara formatif.



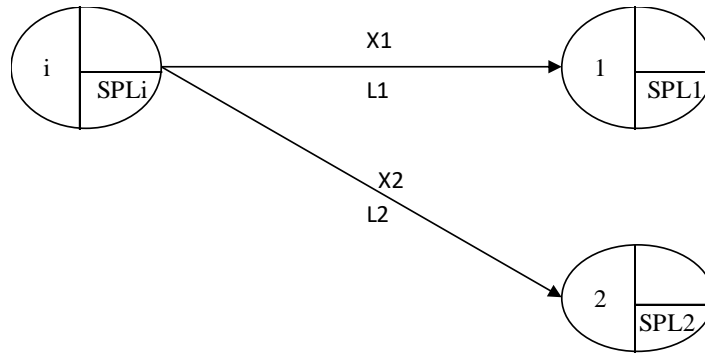
Gambar 2.16 Sebuah Kegiatan Menuju Ke Sebuah Peristiwa

Sumber : Bahan Ajar Manajemen Proyek

$$\mathbf{SPL_i = SPL_j - L \dots\dots\dots(Persamaan 2.21)}$$

Keterangan :

- X = Kegiatan
- L = Lama kegiatan x
- i = Peristiwa awal kegiatan x
- j = Peristiwa akhir kegiatan
- SPL_i = Saat paling lambat peristiwa awal
- SPL_j = Saat paling lambat peristiwa akhir



Gambar 2.17 Beberapa Kegiatan Keluar Dari Sebuah Peristiwa

Sumber : Bahan Ajar Manajemen Proyek

$$\mathbf{SPLi = (SPLjn - Ln) \text{ Min} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.22})}$$

Keterangan :

SPLi = Saat paling lambat peristiwa awal kegiatan

SPL1 = Saat paling lambat peristiwa akhir kegiatan X1

SPL2 = Saat paling lambat peristiwa akhir kegiatan X2

X1,X2 = Nama kegiatan ke-1 dan ke-2

L1,L2 = Lama kegiatan ke-1 dan ke-2

j = Peristiwa awal bersama dari kegiatan ke-1 dan ke-2

Cara yang harus diikuti dalam menghitung saat paling lambat peristiwa-peristiwa dalam jaringan kerja adalah :

1. Menghitung dan menentukan saat paling lambat peristiwa mulai dari nomor maksimal kemudian mundur berturut-turut sampai dengan nomor 1.
2. Saat paling lambat peristiwa nomor maksimal sama dengan saat paling awal peristiwa nomor maksimal.
3. Selanjutnya dapat dihitung waktu paling lambat peristiwa-peristiwa nomor maksimal, 4,3,2,1 dengan menggunakan salah satu rumus diatas sesuai dengan banyaknya kegiatan dan dummy yang keluar dari peristiwa yang bersangkutan.

c. Umur proyek

Umur proyek adalah jangka waktu pelaksanaan sebuah kegiatan dari peristiwa awal sampai peristiwa paling akhir. Umumnya dalam *Network Planing* saat paling awal dari peristiwa terawal sama dengan nol. Jadi, umur proyek akan sama dengan SPA dan peristiwa paling akhir. Sedangkan besarnya SPL peristiwa paling akhir diambil sama dengan SPA-nya. Sehingga umur proyek sama dengan SPA peristiwa paling akhir sama dengan SPL peristiwa paling akhir.

2.11 Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah lintasan atau rangkaian aktivitas yang memiliki total waktu pelaksanaan paling lama dari awal pelaksanaan hingga akhir pelaksanaan, dimana lintasan kritis merupakan lintasan yang paling menentukan penyelesaian proyek secara keseluruhan. Biasanya dalam suatu diagram rencana jaringan kerja terdapat lebih dari satu lintasan kritis.

Aktivitas-aktivitas yang dilalui oleh lintasan kritis disebut kegiatan kritis. Kegiatan kritis merupakan suatu kegiatan yang pelaksanaannya tidak dapat di tunda, karena tidak memiliki tenggang waktu pelaksanaan atau *float/slack*, yaitu sejumlah waktu dimana suatu aktivitas boleh terlambat, tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian suatu proyek.

Beberapa pemahaman tentang lintasan kritis yang harus dimengerti dalam pembahasan terhadap suatu diagram rencana jaringan kerja adalah :

1. Secara keseluruhan suatu proyek dapat dipercepat pelaksanaannya apabila aktivitas-aktivitas kritis yang berada pada suatu lintasan kritis dipercepat pelaksanaannya.
2. Jika demikian pula, jika aktivitas-aktivitas kritis dari suatu proyek mengalami penundaan, maka dapat dipastikan secara keseluruhan proyek akan mengalami keterlambatan.
3. Karena kegiatan kritis merupakan kegiatan yang tidak memiliki tenggang waktu pelaksanaan (*float*), maka untuk melaksanakan efisiensi seorang manajer proyek dapat melakukan pemindahan atau pengalihan alat, material, dari lintasan *non-kritis* ke lintasan kritis.
4. Perlu dilaksanakan pengendalian dan pengawasan yang seksama pada aktivitas-aktivitas kritis agar :
 - a) Dapat terlaksana tepat pada waktunya dan tidak mengalami penundaan pelaksanaan.
 - b) Mengkaji peluang diadakannya percepatan pelaksanaan proyek dengan jalan mempercepat pelaksanaan aktivitas-aktivitas kritis melalui optimalisasi dan relokasi sumber daya manusia,

alat dan material atau melakukan penambahan waktu kerja (lembur).

Syarat umum yang harus diperhatikan dalam menentukan kegiatan-kegiatan yang ada dalam lintasan kritis :

1. Pada kegiatan pertama, waktu mulai paling awal dari suatu aktivitas (SPA_i) adalah sama dengan waktu mulai paling lambat dari suatu aktivitas (SPL_i).
2. Pada kegiatan terakhir, waktu selesai paling lambat dari suatu aktivitas (SPA_j) adalah sama dengan waktu selesai paling awal dari suatu aktivitas (SPL_j).

2.11.1 Tenggang Waktu Kegiatan

Tenggang waktu kegiatan adalah jangka waktu yang menyatakan ukuran batas keterlambatan kegiatan. Dengan ukuran ini dapat diketahui pengaruh keterlambatan terhadap penyelenggaraan proyek dan terhadap biaya sumber dayanya. Macam-macam tenggang waktu kegiatan :

1. Waktu mengambang total atau *Total Float* (TF)

Total float adalah jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa akhir (SPL_j) kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, apabila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awalnya (SPA_i). Persamaan untuk menghitung *total float* adalah :

$$TF = SPL_j - L - SPA_i \dots\dots\dots(Persamaan 2.23)$$

Keterangan :

TF = *Total Float*

SPL_j = Saat paling lambat peristiwa akhir

L = Lama Kegiatan

SPA_i = Saat paling awal Peristiwa Awal

2. Waktu mengambang bebas atau *Free Float* (FF)

Free float adalah jangka waktu antara saat paling awal peristiwa akhir (SPA_j) kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awalnya. Persamaan untuk menghitung *Free Float* adalah :

$$FF = SPA_j - L - SPA_i \dots\dots\dots(Persamaan 2.24)$$

Keterangan .:

FF = *Free Float*

SPAj = Saat paling awal peristiwa akhir

L = Lama Kegiatan

SPAi = Saat paling awal peristiwa awal

3. *Independent Float* (IF)

Independent float adalah jangka waktu antara paling awal peristiwa akhir (SPAi) kegiatan bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling lambat peristiwa awalnya. Persamaan untuk menghitung *independent float* adalah:

$$IF = SPAj - L - SPLi \dots\dots\dots(Persamaan 2.25)$$

Keterangan :

IF = *Independent Float*

SPAj = Saat paling awal peristiwa akhir

L = Lama Kegiatan

SPLi = Saat paling lambat peristiwa awal

2.12 Metode *Fast Track*

Menurut Squires dan Murphy (1983), proses *Fast Track* didefinisikan sebagai sebuah metode konstruksi di mana konstruksi sebenarnya dimulai sebelum selesainya semua desain, perencanaan, penawaran, dan tahapan subkontrak dalam rangka untuk mengurangi efek inflasi.

Menurut James (2012) menyatakan bahwa konstruksi *Fast Track* pada dasarnya adalah konstruksi dilakukan secara bertahap, yang dimulai sebelum penyelesaian rencana dan spesifikasi.

Menurut Kasim, dkk (2005) menyatakan bahwa proyek *fast track* erat kaitannya dengan waktu atau durasi yang perlu dipersingkat dengan paralel/ tumpang tindih kegiatan atau menggunakan pendekatan rekayasa/ engineering secara bersamaan.

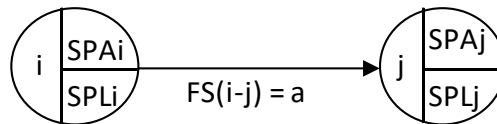
Dari berbagai definisi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa *Fast Track* adalah penyelesaian pelaksanaan proyek yang lebih cepat daripada waktu normal atau yang biasa dilakukan dengan menerapkan strategi yang berbeda dan inovatif dalam pengelolaan konstruksi. Sehingga didapat pelaksanaan waktu yang efektif dari semua kegiatan proyek pada waktu normal.

Kegiatan-kegiatan pada pembangunan proyek dirubah prinsip *predesesor* dari *Finish to Start* menjadi *Start to Start* pada jalur kritis kegiatan pembangunan proyek. Perencanaan penjadwalan dengan menerapkan metode *fast track* pada aktifitas-aktifitas di lintasan kritis kegiatan pembangunan proyek dengan kemampuan manajemen yang layak diharapkan dapat memperpendek durasi proyek.

Beberapa prinsip predesesor, antara lain :

1. *Finish to Start* (FS)

Proses ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai FS (i-j) = a, yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai.

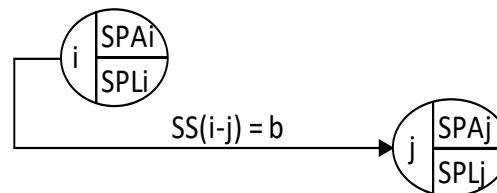


Gambar 2.18 *Predesesor Finish-to-Start*

Sumber: Iman Soeharto, 1999 : 208

2. *Start to Start* (SS)

Proses ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu atau SS (i-j) = b, yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstain semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100%, maka kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai. Jadi, di sini terjadi kegiatan tumpang tindih.

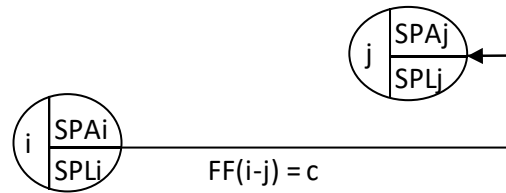


Gambar 2.19 *Predesesor Start-to-Start*

Sumber: Iman Soeharto, 1999 : 208

3. *Finish-to-Finish* (FF)

Proses ini memberi penjelasan antara dua kegiatan harus selesai pada waktu bersamaan (SPLi = SPLj). Contohnya kegiatan pembuatan taman selesai bersamaan dengan kegiatan pembuatan pagar.

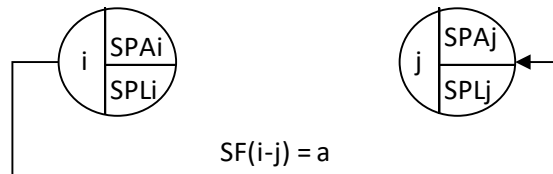


Gambar 2.20 Predesesor Finish-to-Finish

Sumber: Iman Soeharto, 1999 : 208

4. *Start-to-Finish* (SF)

Proses ini memberi penjelasan antara hubungan selesainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Artinya SPLj selesai setelah a hari SPAi. Porsi kegiatan (i) harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan (j) boleh diselesaikan.



Gambar 2.21 Predesesor Start-to-Finish

Sumber: Iman Soeharto, 1999 : 208

Keuntungan dari menerapkan metode *Fast track* ini adalah mempercepat waktu pelaksanaan proyek tanpa adanya penambahan biaya yang signifikan namun ada beberapa hal yg harus diperhatikan antara lain :

- a. Perencanaan yang dibuat harus sistematis dan efektif.
- b. Komitmen pemimpin proyek yang kuat dan inovatif.
- c. Kemampuan manajemen yang menangani pekerjaan, terutama manajemen logistiknya menerapkan metode just in time agar tidak terjadi keterlambatan bahan.
- d. Penggunaan tenaga kerja untuk realisasi percepatan waktu diharuskan pekerja yang produktifitas stabil serta tenaga kerja tersebut mempunyai kemampuan *multi-skill*.
- e. Koordinasi antar *site manager*, pegawai lapangan serta pelaksana dilakukan sepanjang waktu pembangunan, agar bisa menekan hal-hal yang bersifat ketidak-pastian waktu yang akan timbul.
- f. Peningkatan teknis untuk mengurangi waktu, misalnya penerapan *value engineering*.
- g. Sistem dan prosedur kontrol harus baik.

2.13 Keterlambatan Konstruksi

Pengertian keterlambatan (*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 jadwal yang direncanakan (Ervianto, 2004:15).

Keterlambatan proyek dapat disebabkan oleh pihak kontraktor, pemilik, atau disebabkan oleh keadaan alam dan lingkungan diluar kemampuan manusia atau disebut dengan *force majeure*. Standar dokumen kontrak yang diterbitkan oleh AIA (*American Institute of Architects*) membedakan keterlambatan proyek menjadi 3 kelompok (David and Bhupendra, 1989:145) :

1. *Excusable/ compensable*

Excusable/ compensable adalah keterlambatan yang beralasan dan dapat dikompensasi. Kasus keterlambatan yang beralasan dan dapat dikompensasi adalah keterlambatan yang disebabkan oleh pihak pemilik dalam kaitannya karena tidak dapat menyediakan jalan tempuh ke proyek, perubahan gambar rencana, perubahan lingkup pekerjaan kontraktor, keterlambatan dalam menyetujui gambar kerja, jadwal, dan material, kurangnya koordinasi dan supervisi lapangan, pembayaran tertunda, campur tangan pemilik yang bukan wewenangnya. Dalam kasus ini kontraktor berhak atas dispensasi waktu dan biaya ekstra.

2. *Excusable/ noncompensable*

Excusable/ noncompensable adalah keterlambatan yang beralasan, tetapi tidak dapat dikompensasi. Kasus keterlambatan yang beralasan, tetapi tidak dapat dikompensasi adalah keterlambatan yang diluar kemampuan baik kontraktor maupun pemilik. Sebagai contoh, cuaca buruk, kebakaran, banjir, pemogokan buruh, peperangan, perusakan oleh pihak lain, larangan kerja, wabah penyakit, inflasi/ eskalasi harga dan lain sebagainya. Kasus ini biasanya disebut dengan *force majeure*.

3. *Non-excusable*

No-excusable adalah keterlambatan yang tidak beralasan. Kasus keterlambatan yang tidak beralasan adalah keterlambatan yang disebabkan karena kegagalan kontraktor memenuhi tanggung jawabnya dalam pelaksanaan proyek. Sebagai contoh, kekurangan dalam penyediaan sumber daya proyek (manusia, alat, material, sub-kontraktor, uang), kegagalan koordinasi lapangan, kegagalan perencanaan jadwal, produktivitas yang rendah, dan sebagainya. Dalam

kasus ini kontraktor akan terkena denda penalti sesuai dengan kontrak.

Keterlambatan kerja dapat menimbulkan pengaruh-pengaruh sebagai berikut (Alifien, 1999:103) :

a. Penambahan Biaya

Penambahan biaya selalu muncul setiap kali terjadi keterlambatan kerja. Namun, biasanya dilakukan antisipasi untuk meminimumkan biaya, misalnya perubahan jam kerja, penambahan tenaga kerja dan pergantian tenaga kerja/*shift*.

b. Penambahan Waktu

Keterlambatan kerja pasti menyebabkan perpanjangan waktu. Apabila dihubungkan dengan jenis kontrak kerja, hal ini berakibat dikenakannya pinalti/denda pada kontraktor.

c. Citra Kontraktor

Apabila kontraktor tidak mampu menyelesaikan proyek tepat waktu, maka citranya akan menurun terhadap pihak pemilik.

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempercepat durasi total proyek, antara lain :

1. Penambahan Jumlah Jam Kerja

Lembur adalah penambahan jam kerja diluar jam kerja normal. Dalam prakteknya, lembur paling sering dipakai untuk mempercepat suatu pekerjaan. Namun lembur juga berpengaruh terhadap produktivitas. Apabila menggunakan pekerja yang sama, maka dikhawatirkan produktivitas akan menurun.

2. Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja adalah menambah jumlah tenaga kerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, sebagai salah satu alternatif antisipasi keterlambatan proyek. Penambahan tenaga kerja ini dilakukan apabila memang tersedia sumber daya manusia pada daerah tertentu. Keterbatasan dari alternatif ini adalah suatu jumlah tertentu, penambahan tenaga kerja ini kadang kala tidak efektif untuk mempercepat durasi waktu, karena hal ini tergantung dari besar kecilnya bobot kegiatan/ aktivitas yang dilakukan. Efek dari penambahan tenaga kerja ini adalah peningkatan biaya langsung.

3. Pemilihan Sumber Daya yang Berkualitas

Tenaga kerja yang mempunyai produktivitas tinggi akan menghasilkan aktivitas dengan hasil yang baik. Dengan memperkerjakan pekerja yang berkualitas, maka aktivitas proyek akan lebih cepat

4. Penggunaan Alat Berat

Keterlambatan juga bisa diatasi dengan menggunakan alat berat untuk mempermudah dan mempercepat pengerjaan proyek. Misalnya lift barang (alat pengangkut barang), molen (Mesin Aduk Beton), *Excavator* (Alat ini digunakan untuk pekerjaan penggalian, pengangkutan dan pembuatan tanah) dan alat berat lainnya.

5. Membuat penjadwalan ulang (*Reschedulling*)

Pada jadwal yang mengalami keterlambatan tersebut. *Reschedulling* adalah perbaikan/ revisi *schedule*, *Reschedulling* dilakukan dengan cara menyesuaikan *original schedule* dengan kondisi saat ini dan bertujuan untukantisipasi terjadinya penggeseran konsep pelaksanaan kontraktor, memperbaiki prestasi kontraktor yang kurang baik dan untuk melakukan analisis *delay*. *Reschedulling* ini dilakukan dengan menyatakan *overlapping*. Istilah lain dari *Overlapping* adalah *fast tracking*, maksudnya adalah meninjau lagi *relation ship* antara aktivitas - aktivitas pada proyek, apakah mungkin ada aktivitas yang bisa mulai lebih cepat dari yang sudah direncanakan. Jadi mengerjakan lebih dari satu aktivitas pekerjaan yang tidak berkaitan satu sama lain dalam satu waktu yang bersamaan, misalnya pekerjaan bata dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan atap.