

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Proyek Konstruksi**

Menurut Dipohusodo (1995), proyek merupakan sekumpulan aktivitas yang saling berhubungan dimana ada titik awal dan titik akhir serta hasil tertentu. Proyek biasanya bersifat lintas fungsi organisasi sehingga membutuhkan bermacam keahlian (*skills*) dari berbagai profesi dan organisasi. Setiap proyek adalah unik, bahkan tidak ada dua proyek yang persis sama. Suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumberdaya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan.

Sedangkan menurut Cleland dan King (1987), proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya, yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai suatu sasaran tertentu. Kegiatan atau tugas yang dilaksanakan pada proyek merupakan pembangunan atau perbaikan sarana fasilitas seperti gedung, jalan, jembatan, bendungan atau bisa juga berupa kegiatan penelitian, pengembangan.

Dari pengertian dan Batasan di atas, maka dapat dijabarkan beberapa karakteristik proyek sebagai berikut.

1. Memiliki tujuan khusus, produk akhir, atau hasil kerja akhir.
2. Waktu proyek terbatas, artinya waktu awal mulai proyek dan akhir proyek sudah ditentukan.
3. Hasilnya tidak berulang, artinya produk suatu proyek hanya sekali dan bukan produk berulang atau rutin.
4. Mempunyai tahapan kegiatan berbeda-beda, dengan pola di awal sedikit, berkembang semakin banyak, menurun dan berhenti.

5. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan diatas telah ditentukan.

### **3.2 Penjadwalan Proyek**

Menurut Husen (2010), penjadwalan (*scheduling*) adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada. Sedangkan menurut Soeharto (1995), jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran pada jadwal setelah dimasukan faktor waktu. Metode penyusunan jadwal yang terkenal adalah analisa jaringan kerja (*network*), yang menggambarkan dalam suatu grafik hubungan urutan pekerjaan proyek. Pekerjaan yang harus didahului pekerjaan yang lain diidentifikasi dalam kaitanya dengan waktu. Jaringan kerja ini sangat bermanfaat untuk perencanaan dan pengendalian proyek.

#### **3.2.1 Jenis-Jenis Penjadwalan (*Time Schedule*)**

Jenis-jenis *time schedule* ialah metode penjadwalan yang akan dipilih untuk membuat *time schedule* diantaranya.

1. *Bar-chart & Curva S*
2. *Line balanced diagram*
3. *Network planning diagram:*
  - a. *Program Evaluation And Review Tecnique (PERT)*
  - b. *Critical Path Method (CPM)*
  - c. *Precedence Diagram Method (PDM)*

#### **3.2.2 Manfaat penjadwalan**

Adapun manfaat penjadwalan (*time schedule*) menurut Husen (2010) ialah sebagai berikut.

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan mengenai batas-batas waktu untuk memulai dan akhir dari masing-masing tugas.

2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
3. Memberikan saran untuk menilai kemajuan pekerjaan.
4. Memberikan kepastian waktu pekerjaan.
5. Merupakan saran penting dalam mengendalikan proyek.

### **3.3 Jaringan Rencana Kerja**

Jaringan rencana kerja (*Network Planning*) pada prinsipnya merupakan hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan dalam diagram *network*, sehingga diketahui bagian-bagian mana yang harus didahului dan pekerjaan yang harus menunggu pekerjaan lainnya selesai (Soeharto, 1995).

Proses penyusunan jaringan kerja dilakukan secara berulang-ulang sebelum sampai pada suatu perencanaan atau jadwal yang dianggap cukup realistis. Selain dapat mengetahui perkiraan waktu penyelesaian proyek, dengan jaringan kerja ini juga dapat diketahui sifat kegiatan kritis atau kegiatan tidak kritis. Untuk menyusun *network diagram* diperlukan tahapan-tahapan berikut ini (Herawati, 2013).

1. Menginventarisasi kegiatan proyek ke dalam urutan-urutan kegiatan. Beberapa kegiatan yang akan membantu dalam penyusunan urutan kegiatan pada *network planning* PDM yaitu.
  - a. Kegiatan apa yang dimulai lebih dahulu
  - b. Kegiatan apa yang selanjutnya dikerjakan
  - c. Adakah kegiatan yang dikerjakan bersamaan
  - d. Perlukah kegiatan tertentu menunggu kegiatan yang lain
2. Menentukan hubungan ketergantungan antara kegiatan yang logis menurut ketergantungan tersebut menggunakan empat konstrain yaitu: SS, FS, SF, dan FF.
3. Membuat denah node sesuai jumlah kegiatan dengan kurun waktu yang bersangkutan, menghubungkan node-node tersebut dengan anak panah sesuai dengan ketergantungan dan konstrain, selanjutnya menyelesaikan diagram PDM dengan melengkapi simbol yang diperlukan.

4. Mengalokasikan data-data tiap kegiatan, meliputi lama kegiatan (durasi), biaya dan sumber daya yang akan dikendalikan.
5. Analisa waktu untuk mengetahui saat waktu paling awal (ES), saat mulai paling akhir (LS), saat selesai paling awal (EF), dan saat selesai paling akhir (LF).
6. Analisa sumber daya manusia untuk mengetahui tingkat kebutuhan sumber daya manusia sehingga selalu siap digunakan dalam melaksanakan kegiatan.
7. Diinventarisikan batasan-batasan yang tidak boleh dilanggar, baik mengenai waktu maupun distribusi penggunaan sumberdayanya.
8. Memecah permasalahan yang timbul akibat tidak sesuainya kegiatan ideal dengan batasan yang masih berlaku.

Setelah tersusun jaringan kerja selanjutnya menghitung waktu proyek. Pada umumnya, total waktu penyelesaian proyek tidak sama dengan total jumlah kurun waktu masing-masing komponen kegiatan karena bisa saja terjadi kegiatan yang dapat dilaksanakan secara bersamaan. Adanya *network diagram* ini dapat melihat kaitan antara satu kegiatan dengan kegiatan yang lainnya, sehingga bila terjadi keterlambatan pada suatu kegiatan dapat segera dilihat kegiatan apa saja yang mempengaruhinya dan seberapa besar pengaruh terhadap pekerjaan yang lain.

### **3.4 Precedence Diagram Method (PDM)**

PDM merupakan jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON (*Activity On Node*), dimana kegiatan ditulis dengan node dan anak panah sebagai petunjuk antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan dalam PDM terdapat pekerjaan tumpang tindih (*overlapping*), sehingga dalam PDM tidak mengenal istilah kegiatan semu (*dummy*). Dalam PDM kotak atau node menandai suatu kegiatan sehingga dicantumkan identitas kegiatan dan kurva waktu atau durasi sedangkan peristiwa merupakan ujung setiap kegiatan. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu awal dan akhir. Ruangan dalam node dibagi menjadi bagian-bagian kecil yang berisi keterangan dari kegiatan antara lain kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesai kegiatan, ES (*Earliest Start*), LS (*Latest Start*), EF (*Earliest Finish*) dan LF (*Latest Finish*).

Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM) diwakili oleh sebuah denah yang mudah diidentifikasi, misalnya sebagai berikut.



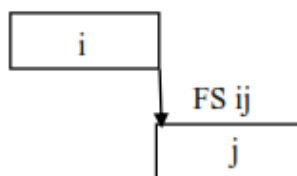
Gambar 3.1 Denah Node PDM

### 3.4.1 Macam Konstrain

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa PDM tidak terbatas pada aturan dasar jaringan kerja CPM dimana kegiatan boleh dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai, maka hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain. Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu konstrain hanya dapat berhubungan dua node, karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = S dan ujung akhir atau selesai = F.

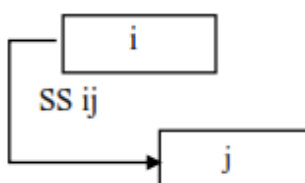
Berikut adalah macam-macam konstrain menurut Soeharto (1999).

1. *Finish to Start* (FS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya aktivitas berikutnya tergantung pada selesainya aktivitas sebelumnya.



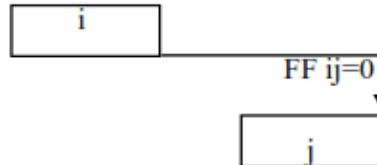
Gambar 3. 2 Konstrain FS

2. *Start to Start* (SS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa aktivitas sesudahnya tergantung pada mulainya aktivitas sebelumnya. Selang waktu antar kedua aktivitas tersebut disebut lag.



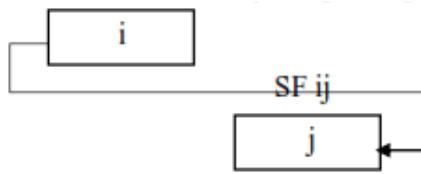
Gambar 3.3 Konstrain SS

3. *Finish to Finish* (FF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya aktivitas berikutnya tergantung pada selesainya aktivitas sebelumnya. Selang waktu dimulainya kedua aktivitas tersebut disebut lag. Jika  $FF(ij) = 0$  artinya kedua aktivitas (i dan j) dapat selesai bersamaan.



Gambar 3.4 Konstrain FF

4. *Start to Finish* (SF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya aktivitas berikutnya tergantung pada mulainya aktivitas sebelumnya.



Gambar 3.5 Konstrain SF

### 3.4.2 Identifikasi Jalur Kritis

Menurut Iman Soeharto jalur kritis pada PDM mempunyai sifat AON (*Activity On Node*) mempunyai sifat sebagai berikut.

1. Waktu mulai awal dan akhir harus sama ( $ES=LS$ )
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama ( $EF=LF$ )
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ( $D=LF-ES$ )

Bila hanya sebagian kegiatan dari ketiga syarat diatas terpenuhi, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

### 3.4.3 Perencanaan Waktu PDM

Menurut Herawati (2013), dalam menyusun jaringan PDM khususnya dalam menentukan urutan ketergantungan, terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan diantaranya.

1. Kegiatan mana yang boleh dimulai sesudah kegiatan tertentu selesai dan berapa lama jarak waktu antaranya.
2. Kegiatan mana yang harus dimulai sesudah kegiatan tertentu mulai dan berapa lama jarak waktu antanya.
3. Kegiatan yang harus diselesaikan sesudah kegiatan tertentu selesai dan berapa lama jarak waktu antaranya.
4. Kegiatan mana yang harus diselesaikan sesudah kegiatan tertentu boleh dimulai dan berapa jarak waktu antaranya.

Adapun rumusan yang digunakan dalam perencanaan PDM yaitu hitungan maju dan mundur, namun terdapat variabel-variabel yang dibutuhkan untuk menghitung semua itu, variabel tersebut diantaranya.

1.  $TE = E$  adalah waktu paling awal peristiwa (*node/event*) dapat terjadi.
2.  $TL = L$  adalah waktu paling akhir peristiwa terjadi.
3.  $D$  adalah durasi, kurun waktu suatu kegiatan. Umumnya dengan satuan hari, minggu, bulan dan lain-lain.
4.  $ES$  adalah waktu mulai paling awal suatu kegiatan.
5.  $LS$  adalah waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai.
6.  $EF$  adalah waktu selesai paling awal suatu kegiatan.
7. *Lead* adalah penjelasan mengenai waktu pendahuluan.
8. *Lag* adalah penjelasan mengenai waktu tertunda.
9. *Float* adalah jumlah waktu tenggang yang didapat bila semua kegiatan yang mendahuluinya dimulai pada waktu sedini mungkin dan semua kegiatan yang mengikutinya terlaksana pada waktu yang paling lambat.

#### **3.4.4 Langkah-Langkah Menyusun PDM**

Menurut Soeharto (1999) terdapat langkah-langkah dalam menyusun jaringan PDM ialah.

1. Membuat denah node sesuai dengan jumlah kegiatan.
2. Menghubungkan node-node tersebut dengan anak panah sesuai dengan ketergantungan dan konstrain.
3. Menyesuaikan diagram PDM dengan melengkapi atribut dan simbol yang diperlukan.
4. Menghitung ES, EF, LS, dan LF untuk mengidentivikasi kegiatan kritis, jalur kritis, float, dan penyelesaian proyek.

#### **3.5 Percepatan Durasi Proyek**

Menurut Syah (2004) *crash program* atau percepatan pelaksanaan pekerjaan berarti memperpendek umur (pelaksanaan) proyek. Besarnya/jumlah umur proyek sama dengan besarnya/jumlah waktu yang ada pada suatu lintasan kritis. Percepatan pelaksanaan waktu pekerjaan berarti upaya memperpendek lintasan kritis pada jaringan rencana kerja yang bersangkutan.

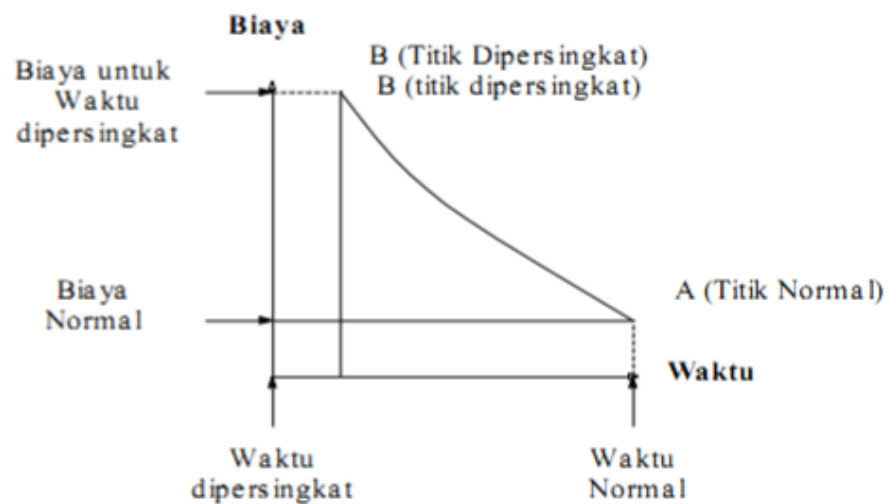
Sedangkan menurut Husen (2010) *project crashing* dilakukan agar pekerjaan selesai dengan pertukaran silang waktu dan biaya, serta menambah jumlah *shift* kerja, jumlah jam kerja, jumlah tenaga kerja, jumlah ketersediaan bahan, serta memakai peralatan yang lebih produktif dan metode instalasi yang lebih cepat sebagai komponen biaya *direct cost*. *Project crashing* atau *crash program* dilakukan dengan cara perbaikan jadwal menggunakan *network planning* yang berada pada lintasan kritis. Konsekuensi *project crashing* adalah meningkatkan biaya langsung (*direct cost*).

Tujuan utama dari program mempersingkat waktu adalah memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya yang minimal (Soeharto, 1995).

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara waktu dan biaya suatu kegiatan, maka dipakai definisi sebagai berikut (Soeharto, 1995).



1. Kurun waktu normal adalah kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan cara yang efisien tetapi diluar pertimbangan adanya kerja lembur dan usaha khusus lainnya, seperti menyewa peralatan yang lebih canggih.
2. Biaya normal adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
3. Kurun waktu dipersingkat (*crash time*) adalah waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin. Disini dianggap sumberdaya bukan merupakan hambatan.
4. Biaya untuk waktu dipersingkat (*crash cost*) adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.



Gambar 3.6 Hubungan biaya-waktu normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan.

(sumber : Iman Soeharto, 1995)

### 3.6 Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek (*Crashing*)

Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Terminologi proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara

melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Ervianto, 2005)

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dengan diadakan percepatan proyek ini akan terjadi pengurangan durasi kegiatan yang diadakan *cras program*. Durasi *crashing* maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan. Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang dapat dioptimalkan untuk melaksanakan percepatan pada suatu aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan kerja lembur, penggunaan peralatan kerja berat, dan pengubahan metode konstruksi di lapangan (Frederika, 2010).

### **3.6.1 Percepatan Dengan Alternatif Sistem *Shift* Kerja**

Menurut Muchisky (1997) sistem *shift* adalah suatu sistem pengaturan pengaturan kerja yang memberi peluang untuk memanfaatkan keseluruhan waktu yang tersedia untuk mengoperasikan pekerjaan. Sistem *shift* digunakan sebagai suatu cara yang paling mungkin untuk memenuhi tuntutan dan kecenderungan semakin meningkatnya barang-barang produksi. Sistem ini dipandang akan meningkatkan produktivitas suatu perusahaan yang menggunakannya. Menurut Landy (dalam Muchisky, 1997) jadwal kerja *shift* adalah pengalihan tugas atau pekerjaan dari satu kelompok pekerja pada kelompok pekerja yang lain. Sedangkan menurut Ringgio (1990), mendefinisikan kerja *shift* sebagai suatu jadwal kerja di mana setiap pekerja secara bergantian datang ketempat kerja agar kegiatan oprasional tetap berjalan.

Masalah yang biasanya muncul pada metode *shift* kerja berkaitan dengan kurang efisiensinya komunikasi antaran tenaga kerja, kondisi kesehatan yang buruk, kinerja pekerjaan yang buruk dan kondisi mental dan fisik yang tidak sehat dan bahkan keamanan pada saat bekerja ( Penkala (1997) dan Huug (1992) dalam Hanan, 2008). Dampak besar lainnya dalam metode *shift* adalah kurangnya waktu tidur tenaga kerja dan tubuh tidakan mudah untuk menyesuaikan siklus tidur

yang baru. Siklus tidur yang kurang teratur dan bekerja yang tidak sesuai dengan waktu normal akan mempengaruhi kesehatan para tenaga kerja dan performa kinerjanya. Penyesuaian ritme tubuh ke siklus kerja baru membutuhkan waktu 7-12 hari (Costa (1996) dalam Hanna, 2008). Beberapa masalah tersebut yang akan mempengaruhi penurunan produktivitas tenaga kerja, angka koefisien penurunan produktivitas dalam persen telah diketahui sebesar 11% - 17% dan biaya langsung kerja *shift* biasanya dikenakan biaya tambahan sebesar 15% untuk upah pekerja dari upah pekerja normal (Hanan, 2008).

### **3.7 Produktifitas Tenaga Kerja**

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metode dan alat. Sukses atau tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektivitas pengelolaan sumber daya (Ervianto, 2002). Sumber daya yang digunakan pada proyek konstruksi adalah *material, machine, man, method, dan money*.

#### **3.7.1 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas**

Pada penelitian Low tahun 1992 yang dilakukan di Singapura, menyimpulkan bahwa produktivitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu *build ability, stucture of industry, training, mechanisation, and automation, foreign labour, standardisation, building control*.

Penelitian serupa telah dilakukan di Indonesia oleh Kaming pada tahun 1997. Kaming menyebutkan ada empat faktor yang mempengaruhi produktivitas yaitu.

1. Metode dan teknologi terdiri atas faktor desain rekayasa, metode konstruksi, urutan kerja, pengukuran kerja.
2. Manajemen lapangan terdiri atas perencanaan dan penjadwalan, tata letak lapangan, komunikasi lapangan, manajemen material, manajemen peralatan, manajemen tenaga kerja.

3. Lingkungan kerja terdiri atas keselamatan kerja, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja dan partisipasi.
4. Faktor manusia tingkat upah kerja, kepuasan kerja, insentif, pembagian keuntungan, hubungan kerja mandor – pekerja, hubungan kerja antar sejawat.

### **3.8 Microsoft Project**

*Microsoft project* merupakan alat bantu yang dapat membantu dalam menyusun perencanaan dan pemantauan dalam suatu proyek. Program ini akan mempermudah pengguna dalam merencanakan penjadwalan pada suatu proyek secara terperinci.

Untuk pekerjaan pengendalian waktu pada suatu proyek program ini memberikan kemudahan dalam menyimpan data, mencatat data, dan *progress input*, sehingga memudahkan penilaian mengenai status proyek. Program ini juga mempermudah dalam melakukan peramalan serta perencanaan langkah-langkah penyelesaian pada proyek yang mengalami keterlambatan bahkan pelaksanaan proyek dapat dipercepat dari durasi yang direncanakan.

Dalam mengoperasikan program ini berurutan dari tahap pemasukan data, *editing*, *checking*, dan *printing* semua perintah pengoperasiannya dapat dilihat melalui menu bar, dengan *input* sederhana dan menghasilkan sebuah *output*. Pada pengelolaanya *Microsoft Project* menggabungkan dua metode penjadwalan yang telah dikenal dalam manajemen konstruksi yaitu sebagai berikut.

1. PDM (*Precedence Diagram Method*)
2. *Gant Chart*