

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Tinjauan Umum

Pada penyelenggaraan suatu proyek terdapat proses pengambilan keputusan dan proses penetapan kebijaksanaan. Jika antara dua proses tersebut terdapat jarak yang cukup yang besar, yang disebabkan antara lain oleh lokasi, waktu, volume pekerjaan, macam disiplin/keahlian, dan atau wewenang, maka dari itu diperlukan adanya mekanisme yang mampu menyampaikan hal-hal yang telah diputuskan atau ditetapkan kepada para pelaksana, yaitu suatu rencana kerja yang baik (Tubagus Haedar Ali, 1986:6).

Dalam penerapan rencana kerja harus dilakukan analisa waktu. Yang dimaksud dengan analisa waktu dalam penyelenggaraan proyek adalah mempelajari tingkah laku pelaksanaan kegiatan selama penyelenggaraan proyek. Sehingga dapat ditetapkan skala prioritas pada tiap tahap, dan bila terjadi perubahan waktu pelaksanaan kegiatan, segera bisa diperkirakan akibat-akibatnya sehingga keputusan yang diperlukan dapat segera diambil.

Tujuan dan manfaat pembuatan rencana kerja secara umum adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu bagian dari proyek atau proyek secara menyeluruh.
2. Mengetahui hubungan antara pekerjaan satu dengan pekerjaan lain.
3. Penyediaan dana atau keuangan

4. Sebagai alat dalam pelaksanaan
5. Sebagai alat koordinasi dari pimpinan

Rencana kerja yang dikenal atau sering digunakan dalam proyek konstruksi ada beberapa jenis. Penggunaan jenis rencana kerja untuk proyek konstruksi tergantung dari jenis dan sifat proyek bangunan konstruksi yang dilaksanakan. Jenis rencana kerja yang dikenal, diantaranya : (KBK Manajemen Konstruksi UII,2001 : 7-5)

1. Diagram balok/batang (*Bar Gantt Cart*)
2. Diagram garis keseimbangan (*Line Balance Diagram*)
3. Kurva S
4. Diagram jaringan kerja (*Network Diagram*)

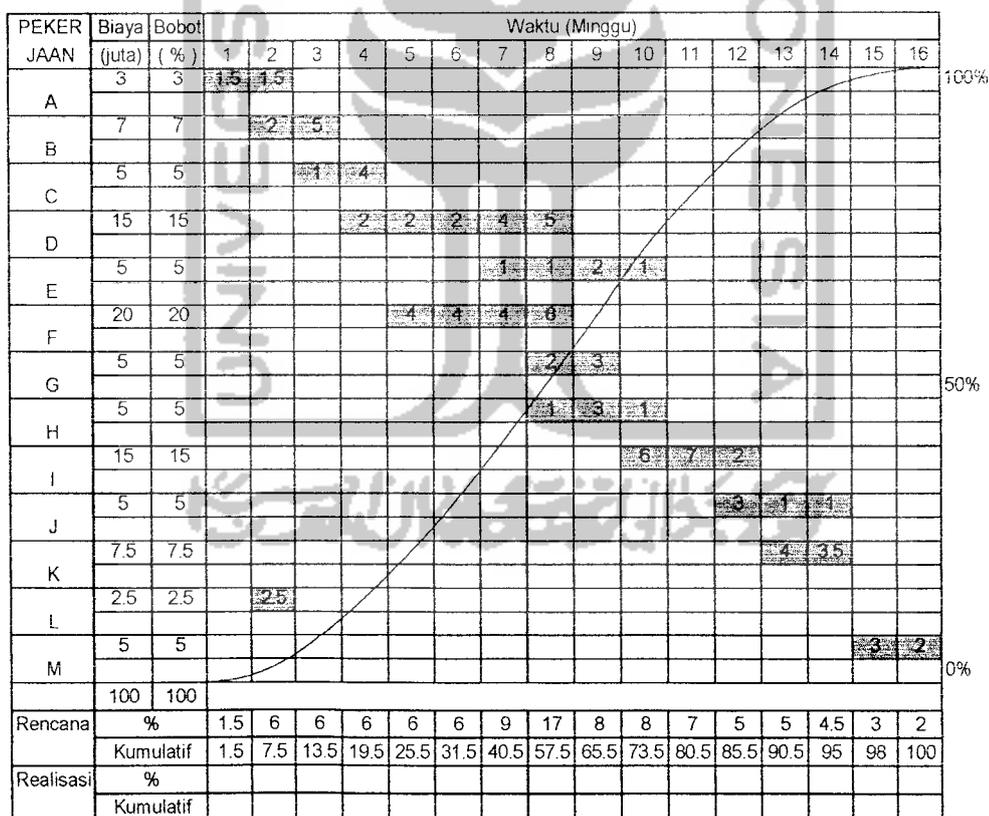
### 3.2 Diagram Balok/Batang (*bar/Gantt Cart*) dan Kurva S

Diagram Balok dikenalkan oleh Henry L. Gantt pada waktu Perang Dunia I. Diagram balok merupakan rencana kerja yang paling sederhana dan mudah dipahami. Bentuk rencana kerja ini terdiri dari jenis pekerjaan pada arah vertical dan arah horizontal yang menunjukkan jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Waktu mulai dan waktu akhir tiap pekerjaan dapat dilihat dari skala waktu horisontal yang tertera di atas diagram. Panjang dari batang menunjukkan durasi dari suatu pekerjaan (Michael T.Callahan, dkk,1992 : 10).

Kurva S adalah diagram balok yang dilengkapi dengan bobot tiap pekerjaan tiap persen (%). Dari kurva S dapat diketahui prosentase (%) pekerjaan yang

harus dicapai pada waktu tertentu. Untuk menentukan bobot tiap pekerjaan maka harus dihitung dahulu volume pekerjaan dan biayanya serta biaya nominal dari seluruh pekerjaan tersebut. Pada jalur bagian bawah ada prosentase rencana untuk tiap satuan waktu dan prosentase kumulatif dari rencana tersebut. Di samping itu ada prosentase realisasi untuk tiap satuan waktu dari prosentase kumulatif dari realisasi tersebut. Prosentase kumulatif rencana dan kumulatif realisasi dibuat sehingga membentuk Kurva S. Kurva S ini sangat efektif untuk mengevaluasi dan mengendalikan waktu dan biaya proyek

Pada penerapannya, *Bar Chart* dan Kurva S digabung menjadi satu. Seperti terlihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 *Bar Chart* dan Kurva S

### 3.3 Diagram Keseimbangan Garis (*Line Balance Diagram*)

Metode diagram garis keseimbangan menggambarkan hubungan antara waktu pada sumbu mendatar terhadap lokasi pada sumbu tegak, dimana lokasi merupakan ukuran kemajuan pelaksanaan pelaksanaan proyek. Dengan diagram ini dapat ditunjukkan lokasi dari tiap pekerjaan dan waktu untuk masing-masing lokasi dan pekerjaan. Satuan waktu dapat digunakan dalam jam, hari, minggu, atau bulan tergantung dari level jadwal kerja yang direncanakan.

### 3.4 Diagram jaringan kerja (*Network Diagram*)

*Network Diagram* adalah suatu rencana kerja yang disusun berdasarkan urutan-urutan kegiatan dari semua pekerjaan sedemikian rupa sehingga tampak keterkaitan pekerjaan yang satu dengan pekerjaan yang lain. Rencana kerja dengan diagram jaringan kerja ini biasanya digunakan pada proyek-proyek besar yang mempunyai aktivitas pekerjaan yang cukup banyak dan rumit. Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dipandang sebagai suatu langkah penyempurnaan *Bar-Chart* karena dapat mengetahui antara lain lama perkiraan waktu penyelesaian proyek, kegiatan bersifat kritis dan mampu membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis.

Suatu jaringan kerja yang tersusun dengan benar akan memberikan gambaran dari suatu proyek dan sarana komunikasi yang efektif tentang kemajuan pelaksanaan proyek bagi semua pihak yang terkait. Untuk menyusun *Network Diagram* harus melalui suatu tahapan sebagai berikut :

## 1. Pembuatan

- a) Menginventarisasikan kegiatan proyek menjadi kegiatan-kegiatan (pekerjaan). Beberapa pertanyaan yang akan membantu dalam penyusunan urutan kegiatan untuk menyusun Network Planning PDM, antara lain :
  - 1) Kegiatan apa yang dimulai lebih dahulu dan apa kegiatan berikutnya.
  - 2) Adakah kegiatan-kegiatan yang berlangsung sejajar
  - 3) Perlukah kegiatan tertentu menunggu yang lain
- b) Menentukan hubungan ketergantungan antar kegiatan, yang secara logis menurut ketergantungan tersebut, dikenal 4 konstrain yaitu : SS, FS, SF, FF.
- c) 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 symbol yang diperlukan.
- d) Mengalokasikan data-data tiap kegiatan yang meliputi lama kegiatan (jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan), biaya dan sumberdaya yang akan dikendalikan. Ada 2 faktor penentu lama kegiatan yaitu factor teknis (volume pekerjaan, sumberdaya, ruangan, jam kerja) dan factor non teknis (cuaca, hari libur, hari kerja per minggu).

e) Analisis waktu dan sumberdaya

Analisis waktu yaitu mempelajari tingkah laku pelaksanaan kegiatan selama penyelenggaraan proyek. Tujuan analisis waktu yaitu untuk mengetahui saat mulai paling awal (ES), saat mulia paling akhir (EF), saat selesai paling awal (LS), dan saat selesai paling akhir (LF), mengidentifikasi kegiatan kritis, jalur kritis, dan waktu penyelesaian proyek serta cadangan waktu. Sedangkan analisis sumberdaya yaitu mengetahui tingkat kebutuhan sumberdaya sehingga persiapan sumberdaya selalu dalam kegiatan siap pakai.

- f) Diinventarisasikan batasan-batasan yang tidak boleh dilanggar baik mengenai waktu maupun distribusi penggunaan sumberdaya.
- g) Memecahkan persoalan yang timbul akibat tidak sesuainya kegiatan ideal dengan batasan yang masih berlaku.

2. Pemakaian

Bila pembuatan telah selesai, maka Network Diagram yang telah jadi tersebut digunakan pada proses pelaksanaan proyek dengan cara melaporkan kemajuan proses pelaksanaan tiap kegiatan dalam bentuk presentase berdasarkan cadangan waktu.

3. Perbaikan

Perbaikan dilakukan karena tidak tepatnya asumsi yang dipakai pada saat pembuatan karena suatu alasan missal kurangnya informasi data awal proyek tersebut. Pada proses perbaikan tidak seluruh

kegiatan ditinjau, hanya yang mempunyai kaitan dengan perubahan asumsi dan yang dipengaruhi oleh perubahan tersebut.

Setelah tersusun jaringan kerja barulah dihitung total waktu penyelesaian proyek. Disini harus hati-hati karena total waktu penyelesaian proyek umumnya tidak sama dengan total jumlah kurun waktu masing-masing komponen kegiatan, karena sering terjadi adanya kegiatan yang dapat dilaksanakan dalam waktu bersamaan (tumpang tindih).

Rencana kerja ini berupa jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatandan urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek. Dengan diagram jaringan kerja dapat segera dilihat kaitan suatu kegiatan dengan kegiatan-kegiatan lainnya, sehingga bila sebuah kegiatan terlambat maka dengan segera dapat dilihat kegiatan apa saja yang dipengaruhi oleh keterlambatan tersebut dan berapa besar pengaruhnya. Diagram jaringan kerja ada tiga macam yang bisa dipakai, yaitu : (KBK Manajemen Konstruksi UII,2001 : 7-11)

1. CPM ( *Critical Path Method* )
2. PERT ( *Programme Evaluation and Review Technique* )
3. PDM ( *Precedence Diagram Method* )

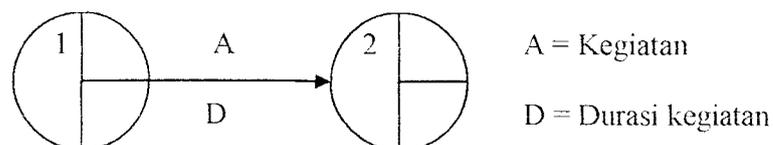
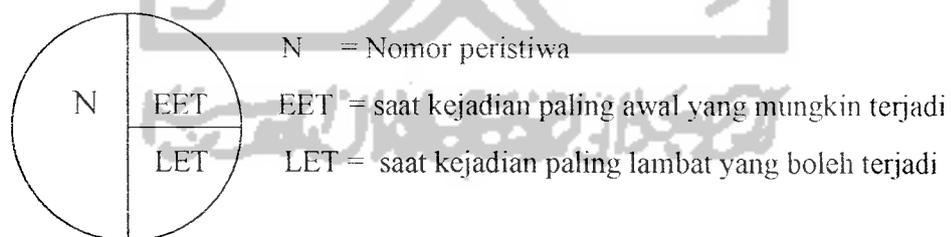
#### **3.4.1 CPM ( *Critical Path Method* )**

CPM adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AOA ( *Activity On Arrow* ). Prinsip dari CPM adalah finish to start, yaitu mulainya aktivitas

berikutnya tergantung pada selesainya aktivitas sebelumnya. CPM menggunakan tanda/symbol sebagai berikut :

1.  $\longrightarrow$  Anak panah (*arrow*) menyatakan sebuah kegiatan/aktivitas. Kegiatan/aktivitas ini memerlukan durasi (jangka waktu) dengan penggunaan sumber daya manusia, peralatan dan biaya. Kepala anak panah menunjukkan arah tiap aktivitas yang dimulai dari kiri ke arah kanan.
2.  $\bigcirc$  Lingkaran (*node*) yang menyatakan sebuah kejadian/peristiwa atau *event*.
3.  $----->$  Anak panah terputus-putus atau kegiatan semu (*dummy*). Dummy adalah kegiatan semu yang tidak mempunyai durasi karena memang tidak membutuhkan sumber daya.

Pada CPM dilakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur, lingkaran dibagi atas 3 bagian, yaitu :



CPM mempunyai 2 durasi, yaitu :

a) Saat kejadian paling awal (*Earliest Event Time* = EET)

Adalah waktu terpanjang yang melalui suatu lintasan dari satu lingkaran atau beberapa lingkaran sebelumnya terhadap lingkaran yang ditinjau. Untuk menentukan saat kejadian paling awal menggunakan perhitungan ke depan (*forward*).

b) Saat kejadian paling lambat (*Latest Event Time* = LET)

Adalah waktu paling lambat dari suatu kejadian tanpa mempengaruhi waktu proyek secara keseluruhan. Untuk menentukan LET dengan perhitungan ke belakang (*backward*).

#### 3.4.2 PERT (*Programme Evaluation and Review Technique*)

PERT merupakan singkatan dari *Programme Evaluation and Review Technique* atau Teknik Penilaian dan Evaluasi Program. Metode ini merupakan pengembangan dari Metode *Gantt Chart / Bar Chart*. PERT sebenarnya dikembangkan sebagai suatu teknik untuk mengevaluasi rencana-rencana dan jadwal yang dibuat, tetapi penggunaannya tidak terbatas pada hal tersebut. PERT dapat juga digunakan sebagai teknik perencanaan dan penjadwalan. Teknik PERT untuk estimasi waktu menyediakan cara untuk menangani beberapa ketidakpastian dalam estimasi waktu yang dikaitkan dengan pelaksanaan beberapa jenis aktivitas. PERT lebih berorientasi pada terjadinya peristiwa (*event oriented*). Ada dua konsep yang perlu diperhatikan sehubungan dengan PERT :

##### 1. Event

Suatu event (kejadian) adalah suatu keadaan yang terjadi pada saat tertentu.

## 2. Aktivitas

Suatu aktivitas adalah pekerjaan yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu kejadian.

Teori PERT hampir sama dengan CPM, yaitu menggunakan prinsip AOA (*Activity On Arrow*).

PERT memakai pendekatan pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (*range*), yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. Ketiga angka estimasi tersebut yaitu, a, b, dan m yang memiliki arti sebagai berikut (Iman Soeharto, 1995) :

1. a = kurun waktu optimistic (*optimistic duration time*)

Waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan mulus. Waktu demikian terjadi hanya sekali dalam seratus kali bila kegiatan tersebut dilakukan berulang – ulang dengan kondisi yang hampir sama.

2. m = kurun waktu paling mungkin (*most likely time*)

Kurun waktu yang paling sering terjadi dibanding dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang – ulang dengan kondisi yang hampir sama.

3. b = kurun waktu pesimistik (*pessimistic duration time*)

Waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, yaitu bila segala sesuatunya serba tidak baik. Waktu demikian terjadi hanya sekali dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang – ulang dengan kondisi yang hampir sama.

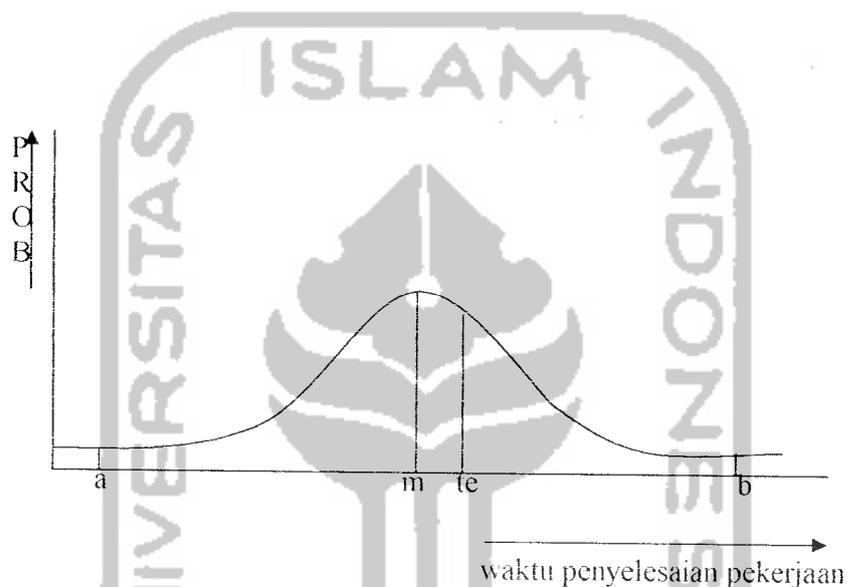
Dari teori probabilitas dengan kurva distribusinya (Iman Soeharto,1987) dapat dijelaskan arti dari tiga angka estimasi tersebut. Pada dasarnya teori probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainty*) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif. Pada kurva distribusi, sumbu horizontal menunjukkan waktu selesainya kegiatan dan sumbu vertikal menunjukkan berapa kali ( frekuensi) kegiatan selesai pada kurun waktu yang bersangkutan. Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti dari a, b, dan m. Kurun waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m, yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi atau juga disebut *the most likely time*. Adapun angka a, dan b terletak (hampir) di ujung kiri dan kanan dari kurva distribusi tersebut pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut kurva beta.

Setelah menentukan estimasi angka – angka a, m, dan b, maka tindak selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka, yang disebut  $t_e$  atau kurun waktu yang diharapkan (*expected duration time*). Angka  $t_e$  adalah angka rata – rata kalau kegiatan tersebut dikerjakan berulang – ulang dalam jumlah yang besar. Dalam menentukan  $t_e$  dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimistik (a) dan pesimistik (b) adalah sama. Sedangkan jumlah kemungkinan terjadinya peristiwa paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari kedua peristiwa di atas. Sehingga bila ditulis dengan rumus adalah sebagai berikut (Iman Soeharto, 1995) :

Kurun waktu kegiatan yang diharapkan :

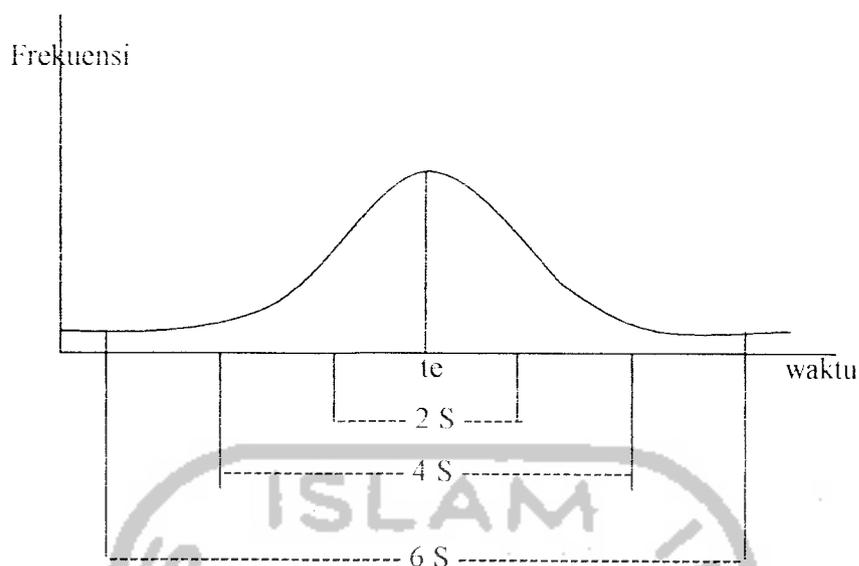
$$t_e = (a + 4m + b) / 6$$

Bila garis tegak lurus dibuat melalui  $te$ , maka garis tersebut akan membagi dua sama besar area yang berbeda di bawah kurva beta distribusi. Perlu ditekankan disini perbedaan antara kurun waktu yang diharapkan ( $te$ ) dengan kurun waktu paling mungkin ( $m$ ). Angka  $m$  menunjukkan angka “terkaan” atau perkiraan oleh seorang estimator. Sedangkan  $te$  adalah hasil dari rumus perhitungan matematis (Iman Soeharto, 1995)



Gambar 3.2 Kurva Distribusi

Dalam suatu distribusi yang normal, yaitu distribusi yang berbentuk lonceng (Gambar ), nilai yang diharapkan ini akan merupakan pula rata – ratanya (Richard I. Levin dan Charles A. Kirkpatrick, 1987).



Gambar 3.3 Kurva Distribusi Normal

Sifat – sifat kurva distribusi normal adalah (Iman Soeharto, 1995) :

1. Seluas 68% area di bawah kurva terletak dalam rentang 2 S
2. Seluas 95% area di bawah kurva terletak dalam rentang 4 S
3. Seluas 99,7% area di bawah kurva terletak dalam rentang 6 S

#### 3.4.2.1 Waktu Tercepat yang Diharapkan (TE)

Yaitu suatu konsep PERT yang berkenaan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan tertentu. Waktu tercepat yang diharapkan untuk suatu *event* dihitung dengan cara menghitung jalur terpanjang yang terdapat antara *event* permulaan jaringan dengan *event* akhir ataupun *event* -- *event* lainnya. Walaupun mungkin salah satu jalurnya dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat, tetapi pada akhirnya jalur yang terpanjanglah yang akan menentukan

lamanya waktu yang dibutuhkan (Richard I. Levin dan Charles A. Kirckpatrick, 1987).

### 3.4.2.2 Deviasi Standar dan Variasi Kegiatan

Estimasi kurun waktu kegiatan metode PERT memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang relative mudah dibayangkan. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Berapa besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk waktu optimis (a) dan waktu pesimis (b). Pada PERT parameter yang menjelaskan masalah ini dikenal sebagai Deviasi Standar dan Varians. Berdasarkan ilmu statistic, angka deviasi standar adalah sebesar 1/6 dari rentang distribusi (b-a) atau bila ditulis sebagai rumus menjadi sebagai berikut (Iman Soeharto, 1995) :

$$\text{Deviasi Standar (S)} = \frac{(b-a)}{6}$$

$$\text{Varians kegiatan (V(te))} = S^2 = \left[ \frac{b-a}{6} \right]^2$$

$$Z = \frac{TS - TE}{S}$$

Z = probabilitas  
 TS = waktu yang ditargetkan  
 TE = waktu yang diharapkan  
 S = deviasi standar

### 3.4.3 PDM ( *Precedence Diagram Methode* )

PDM adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON (*Activity On Node*), dimana kegiatan ditulis dalam 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 antara dua kegiatan yang tidak membutuhkan waktu dan sumber daya (*dummy*). Dalam PDM, kotak (*node*) menandai suatu kegiatan sehingga harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktu (durasi), sedangkan peristiwa merupakan ujung setiap kegiatan. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa 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 selesainya kegiatan ES (*Earliest Start*), LS (*Latest Start*), EF (*Earliest Finish*) dan LF (*Latest Finish*).

Node pada PDM adalah sebagai berikut :

PEK / Activity		
ES	Durasi	EF
LS		LF

Jalur kegiatan kritis pada PDM mempunyai sifat AON (*Activity On Node*), yaitu :

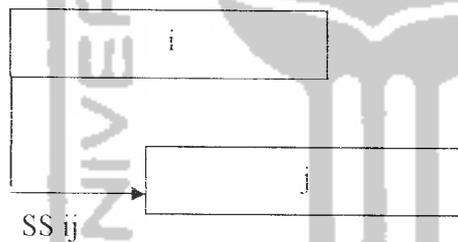
1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama,  $ES=LS$
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama,  $EF=LF$
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal,  $D=LF-ES$
4. Bila hanya sebagian dari ketiga syarat diatas terpenuhi, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

Pada PDM dikenal empat macam pembatasan (*constraint*), yaitu :

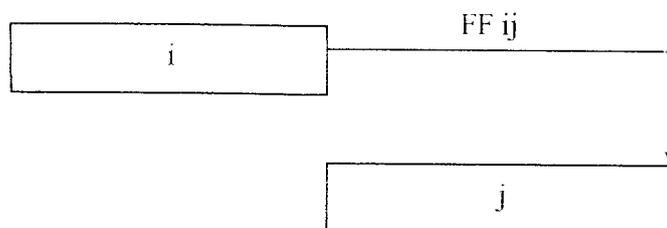
1. *Finish to Start* ( FS ) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya aktivitas berikutnya tergantung pada selesainya aktifitas sebelumnya.



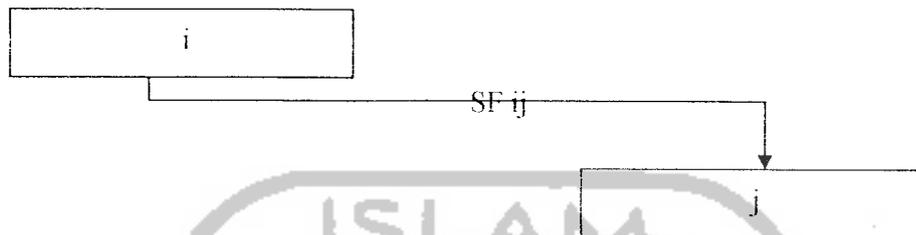
2. *Start to Start* ( SS ) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya aktifitas sesudahnya tergantung pada mulainya aktifitas sebelumnya. Selang waktu antara dimulainya kedua aktifitas tersebut disebut lag.



3. *Finish to Finish* ( FF ) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya aktivitas berikutnya tergantung pada selesainya aktivitas sebelumnya.



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



Jadi dalam menyusun jaringan PDM khususnya dalam menentukan urutan ketergantungan, maka akan lebih banyak faktor yang harus diperhatikan :

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 antaranya.
3. Kegiatan mana 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 lama jarak waktu antaranya.

#### 3.4.3.1 Hitungan maju

Pada dasarnya hitungan maju adalah untuk menghitung waktu mulai tercepat ( EST ) dan waktu selesai tercepat (EF). Hitungan maju dimulai dari

ujung kiri merupakan peristiwa pertama menandai dimulainya suatu proyek.

Hitungan maju berlaku untuk hal-hal sebagai berikut :

- Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek
- Diambil angka ES terbesar bila lebih dari satu kegiatan bergabung
- Notasi (i) bagi kegiatan pendahulu dan notasi (j) untuk kegiatan berikutnya
- Waktu awal dianggap nol

#### 3.4.3.2 Hitungan mundur

Hitungan mundur digunakan untuk menghitung waktu mulai paling lambat dan waktu selesai. Hitungan mundur berlaku untuk hal-hal berikut ini :

- Menentukan LS, LT dan kurun waktu *float*
- Bila lebih dari satu kegiatan bergabung maka diambil LS terkecil
- Notasi (i) bagi kegiatan yang ditinjau dan notasi (j) kegiatan berikutnya

#### 3.4.3.3 Float

Float adalah waktu tenggang atau keterlambatan yang diperbolehkan di dalam suatu proyek. Float ada 2 macam, yaitu :

1. *Free Float* yaitu waktu tenggang atau keterlambatan yang diperbolehkan untuk suatu aktivitas agar tidak mengganggu aktivitas berikutnya.

2. *Total Float* yaitu waktu tenggang total untuk suatu aktivitas atau keterlambatan yang diperbolehkan untuk suatu aktivitas agar tidak mengganggu waktu penyelesaian aktivitas secara keseluruhan.

### 3.5 Biaya

Biaya yaitu arus keluar aktiva atau pengguna aktiva lainnya dari suatu investor yang timbul dari penerimaan barang atau jasa. Biaya konstruksi yaitu biaya yang dikeluarkan atau dibutuhkan untuk suatu proyek konstruksi. Semua biaya dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

1. Biaya Modal

Adalah jumlah semua pengeluaran yang dibutuhkan dari prastudi sampai proyek selesai dibangun. Dalam pembangunan proyek ini merupakan biaya sendiri, bukan pinjaman bank. Yang termasuk biaya modal ini adalah :

- a. Biaya langsung

Merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan suatu proyek, yang terdiri dari :

1. Biaya pembebasan tanah
2. Biaya proyek, contohnya meliputi :
  - a) Penyiapan lahan
  - b) Biaya untuk galian dan timbunan
  - c) Biaya beton bertulang
  - d) Biaya konstruksi baja

- e) Biaya pengadaan alat-alat bahan proyek
  - f) Biaya konsultasi
- b. Biaya tidak langsung
- Merupakan biaya pengeluaran untuk manajemen serta jasa untuk bagian proyek yang meliputi tiga komponen :
1. Biaya kemungkinan yang tidak diduga (kontingensasi dari biaya langsung), misalnya pajak, overhead (sewa kantor, computer, kontingensasi laba, dan lain-lain)
  2. Biaya teknik (*engineering cost*) yaitu biaya untuk pembuatan desain mulai dari studi awal, pra studi kelayakan, studi kelayakan, biaya perencanaan dan biaya pengawasan selama pelaksanaan. Misalnya : gaji tetap pegawai, manajemen, dan administrasi.
  3. Bunga (*interest*), yaitu sejumlah uang yang dibayarkan untuk memapaskan (*compensation*) terhadap perolehan dari penggunaan uang.

Sedangkan tingkat bunga adalah sejumlah bunga yang dihasilkan dari bagian modal dalam satuan waktu.

## 2. Biaya Tahunan

Adalah biaya yang dikeluarkan oleh pihak investor/pemilik setelah sebuah proyek selesai dibangun sampai selesainya umur proyek, yang meliputi :

- a. Biaya penyusutan (*Depreciation Cost*)  
Adalah Biaya yang dibutuhkan untuk menutup proses dari keadaan berguna sampai saat dianggap kurang tidak berdaya guna lagi.
- b. Biaya operasional Pemeliharaan, diperlukan agar dapat memenuhi umur proyek sesuai yang direncanakan pada detail desain.
- c. Bunga, biaya ini terjadi perubahan biaya modal karena adanya tingkat suku bunga selama umur proyek

### 3.6 Pengenalan Program *Microsoft Project 2000*

#### 3.6.1 Umum

*Microsoft Project 2000* atau sering disebut dengan *Ms.Project* merupakan program yang diciptakan untuk pelaksanaan manajemen proyek terutama dalam perencanaan ( *planning* ), penjadwalan ( *scheduling* ), dan pelaksanaan ( *managing* ) proyek. Yang dapat dikerjakan oleh *Ms.Project* antara lain adalah mencatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap item pekerjaan, mencatat jam kerja pada pegawai, jam lembur dan menghitung pengeluaran sehubungan dengan upah tenaga kerja, memasukkan biaya tetap pada setiap item pekerjaan, menghitung total biaya proyek, serta membantu dalam mengontrol penggunaan tenaga kerja pada beberapa pekerjaan untuk menghindari terjadinya *overallocation* (kelebihan beban pada penggunaan tenaga kerja). Program ini juga mampu menyajikan laporan pada setiap posisi yang dikehendaki sesuai dengan

perkembangan yang terjadi. Laporan yang dihasilkan bisa berupa visual, yaitu tampilan layar monitor maupun hasil cetak melalui printer.

Dalam mengelola data masukan, *Ms. Project* menggabungkan tiga metode penjadwalan yang telah dikenal dalam manajemen konstruksi. Ketiga metode penjadwalan tersebut yaitu :

a. PERT ( *Program Evaluation Review Technique* )

Yaitu metode yang memakai perhitungan peluang statistik dalam menghitung durasi proyek dan lebih banyak mengacu pada representasi grafis yang menggambarkan keterkaitan masing-masing tugas dalam proyek. Dalam *Ms.Project*, PERT digunakan untuk menentukan durasi kegiatan yang dihitung berdasarkan tiga estimasi waktu yaitu : *Optimistic*, *Pesimistic*, dan *Expected duration*.

b. PDM ( *Precedence Digram Methode* )

Yaitu jaringan kerja dengan kegiatan terletak di dalam node ( *Activity On Node / AON* ), dengan hubungan ketergantungan antar kegiatan menggunakan variasi *constraint*.

c. *Gantt Chart*

Yaitu metode yang prinsipnya menggambarkan aktivitas pekerjaan ke dalam bentuk grafis dengan skala waktu.

### 3.6.2 Perangkat yang dibutuhkan dalam menjalankan *Ms.Project 2000*

Agar program *Ms.Project 2000* dapat dijalankan dengan baik, ada beberapa perangkat yang perlu dipersiapkan, yaitu :

- a. Personal computer setara 75-megahertz (MHz) atau lebih
- b. Microsoft Windows 95, Windows 98, Windows 2000 atau Microsoft Windows NT Workstation versi 4.0 atau lebih.
- c. Untuk Windows 2000 atau lebih memerlukan RAM 40 MB yang terdiri dari 32 MB untuk operating system dan 8 MB untuk *Ms.Project*
- d. CD-ROM drive
- e. VGA monitor
- f. Mouse

### 3.6.3 Perencanaan Jadwal dengan Ms.Project

Langkah-langkah penggunaan Ms.Project 2000 dalam perencanaan dan penjadwalan proyek secara umum adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data / informasi  
Data / informasi yang dibutuhkan adalah data yang bersifat mewakili penjadwalan proyek secara garis besar (yang sesuai bestek), seperti kapan dimulainya proyek, kapan rentang waktu yang diisyaratkan untuk menyelesaikan proyek, volume pekerjaan sumberdaya yang dibutuhkan (manusia, alat, bahan, dan biaya), dan data lain yang dianggap perlu.
2. Pembuatan kalender kerja  
Langkah pertama dalam menyusun kalender kerja adalah menentukan hari kerja dan hari libur proyek, setelah itu baru ditentukan jam kerja dan jam istirahat masing-masing hari kerja tersebut. Dalam *Microsoft Project*, ada dua pilihan memasukkan data. Pilihan pertama adalah dengan menuliskan

tanggal mulai proyek (*Project Start Date*) yang nantinya program akan menghitung kapan proyek akan selesai atau proyek berjalan berdasarkan dengan *earliest start*. Pilihan kedua adalah dengan menuliskan tanggal akhir proyek (*Project Finish Date*), yang nantinya program akan menghitung kapan proyek ini selambat-lambatnya harus dimulai atau proyek berjalan berdasarkan *latest start*. Dari perhitungan jenis pertama akan dihasilkan *float* atau tenggang waktu proyek, ini berarti proyek masih punya waktu luang sebelum suatu kegiatan proyek dikerjakan tanpa mempengaruhi aktifitas kegiatan proyek secara keseluruhan (*Time Schedule* proyek secara keseluruhan).

3. Pemasukan nama-nama jenis pekerjaan

Proses pemasukan nama jenis-jenis pekerjaan adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan-pekerjaan yang telah disusun diketik pada isian *Task Name*.
2. Perlu diingat bahwa kegiatan-kegiatan dalam proyek konstruksi terdiri dari kegiatan utama (*summary task*) dan kegiatan rincian (*subtask*), maka klik *Outline* atau *Indent* pada tampilan toolbar.

4. Pengisian durasi dari masing-masing jenis pekerjaan

Pengisian durasi (waktu) setiap pekerjaan memiliki cara yang hampir sama dengan pengisian nama pekerjaan, yaitu hanya memasukkan angka kemudian dilanjutkan dengan menekan tombol *Enter*. *Ms.Project* menggunakan satuan waktu *minutes*, *hour*, *day*, *week*, *month*, *year*.

5. Pengisian sifat ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lainnya.

Dalam perencanaan penjadwalan ini, kami menggunakan *Microsoft Project* yang merupakan suatu paket program system perencanaan proyek. Dengan bantuan program ini, seorang pemimpin proyek akan dapat memperhitungkan jadwal waktu proyek secara terperinci setiap pekerjaan demi pekerjaan. *Microsoft Project* juga mampu membantu melakukan pencatatan dan pementauan/ pengendalian terhadap penggunaan sumber daya, baik sumber daya manusia dan financial. Dalam mengelola data dan masukkan *Microsoft Project* digunakan metode PDM.

Langkah untuk menentukan jenis hubungan pekerjaan adalah pointer diletakkan pada pekerjaan yang hendak diisikan ketergantungannya, kemudian klik pada tombol *predecessor*, maka akan tampil dialog yang menyediakan jenis-jenis hubungan yaitu :

- a. *Start to Start* ( SS ), yaitu kedua pekerjaan akan dimulai secara bersamaan.
- b. *Finish to Finish* ( FF ), yaitu kedua pekerjaan akan berakhir secara bersamaan
- c. *Finish to Start* ( FS ), yaitu pekerjaan baru boleh dimulai jika pekerjaan lain sudah selesai.
- d. *Start to Finish* ( SF ), yaitu pekerjaan baru boleh diakhiri jika pekerjaan lain dimulai.
- e. *None*, yaitu kedua pekerjaan tidak saling berhubungan.

Pada proses identifikasi jalur kritis dan *float* digunakan perhitungan dengan cara hitungan maju dan hitungan mundur. Dengan hitungan maju

akan didapatkan nilai ES dan LS, dan dengan hitungan mundur akan didapatkan nilai EF dan LF.

Dengan adanya *Microsoft Project* maka secara otomatis akan didapatkan hitungan maju dan mundur yang ditunjukkan dengan tanggal-tanggal ES, EF dan LS, LF dengan memasukkan sifat ketergantungan yang dipakai yaitu FS dan SS.

Sedangkan *total float* didapatkan dari pengurangan antara EF-ES atau LF-LS. Jika hasil pengurangan nol, berarti kegiatan itu berada pada jalur kritis dan disebut jalur kritis. Lintasan kritis (*Critical Task*) adalah lintasan atau jalur kegiatan yang harus selesai pada waktunya sesuai dengan jadwal proyek. Jika kegiatan ini mengalami keterlambatan maka akan mengakibatkan tertundanya kegiatan berikutnya. Dalam *Microsoft Project*, jika daftar pekerjaan serta durasi dan hubungan kegiatan satu sama lain telah diisikan, maka secara otomatis jalur kritis pada *lay-out* PDM akan ditampilkan dengan warna yang berbeda (merah) atau dalam cetak tebal yang berguna untuk membedakannya dengan kegiatan non-kritis lainnya.

6. Penyusunan daftar sumber daya dan proses penugasan masing-masing sumber daya kepada masing-masing pekerjaan. Langkah pertama adalah mempersiapkan daftar sumber daya pada *activity form* dengan cara :
  - a. Klik *Resource Sheet* pada *view bar* sehingga muncul sebuah tampilan formulir pengisian data sumber daya dengan fasilitas pengisian data.
  - b. Pada *Resources Name* diisikan nama-nama sumber dayanya.

- c. Pada *Type* diisikan mana sumber daya yang digolongkan ke dalam *material* atau *work*.
  - d. Pada *Material Label* diisikan hanya untuk sumber daya yang bertipe *material* saja, yaitu diisikan satuan dari material itu sendiri.
  - e. Pada *Initial* diisikan singkatan sumber daya yang digunakan.
  - f. Pada *Group* diisikan jika pekerjaan-pekerjaan yang ada digolongkan dalam group-group tertentu.
  - g. *Max.Units* diisikan banyaknya sumberdaya yang digunakan dan hanya berlaku untuk sumberdaya bertipe *work* saja.
  - h. Pada *Std Rate* diisikan harga satuan.
  - i. Pada *Ovt Rate* diisikan jika sumber daya bertipe *work* mengalami lembur (*over time*).
  - j. Pada *Cost Use* diisikan jika sumberdaya yang ada melakukan pekerjaan dengan cara borongan.
  - k. Pada *Accrue At* diisikan kapan pembayaran terhadap sumberdaya dilakukan.
  - l. Pada *Base Calendar* diisikan calendar mana yang dianut oleh sumberdaya yang bersangkutan.
  - m. Pada *Code* diisikan kode untuk masing-masing sumberdaya.
7. Biaya yang dibutuhkan disusun dan dimasukkan pada masing-masing pekerjaan.