

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penjadwalan dan Perencanaan Proyek**

Penjadwalan 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 (*Callahan, 1992*). Sedangkan Perencanaan merupakan suatu proyek yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya. Perencanaan memberikan pegangan bagi pelaksanaan mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan kegiatan (*Imam Soeharto, 1997*).

Unsur - unsur Perencanaan (*Soeharto, 1995*)

1. Jadwal

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi langkah – langkah kegiatan yang sistematis untuk mencapai sasaran.

2. Prakiraan

Prakiraan adalah usaha yang dilakukan secara sistematis untuk melihat keadaan masa depan dengan data – data yang tersedia, yang bertujuan untuk memberikan informasi untuk dipakai sebagai salah satu dasar perencanaan dan pengendalian.

3. Sasaran

Sasaran bertujuan untuk spesifik dimana semua kegiatan diarahkan dan diusahakan untuk mencapainya. Terdapat tiga hal sasaran pokok proyek yaitu: Jadwal, Anggaran dan Mutu.

4. Kebijakan dan Prosedur

Kebijakan dan Prosedur merupakan alat komunikasi yang diharapkan dapat mengatur, mengkoordinasi dan menyatukan arah gerak bagian kegiatan yang dilakukan.

5. Anggaran

Anggaran adalah suatu bentuk perencanaan yang tidak dapat dipisahkan dalam kegiatan proyek khususnya perencanaan pada umumnya. Suatu anggaran menunjukkan perencanaan penggunaan dan untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu.

Untuk mengantisipasi ketidakpastian dari durasi konstruksi dalam penjadwalan, dikembangkan metode penjadwalan dengan mempertimbangkan ketidakpastian tersebut.

Ada dua cara pendekatan penjadwalan dengan ketidakpastian antara lain:

1. Mengabaikan ketidakpastian durasi, digunakan penjadwalan dengan ekspektasi durasi (*most likely*). Kerugian dari cara ini adalah *schedule* yang bersifat *optimistik*, penggunaan durasi tunggal akan menghasilkan *schedule* yang kaku (*inflexible schedule*), sehingga dibutuhkan *monitoring* dan *updating* secara *kontinyu* (terus-menerus) secara ketat.
2. Dengan memasukan kontingensi (*contingency*) dengan tujuan menghindari *schedule* yang terlalu optimis. Contohnya durasi yang diharapkan 2 hari, dalam *schedule* digunakan durasi 2,2 persen hari (10% kontingensi) (Ervianto, 2004).

Menurut Hamilton dalam Giri Dhamma W dkk 2013 , tujuan penjadwalan proyek untuk:

1. Memprediksi waktu penyelesaian proyek serta waktu yang dibutuhkan untuk disain dan penerapan di lapangan.
2. Memprediksi waktu untuk memulai dan menyelesaikan suatu aktivitas.
3. Merencanakan dan mengontrol sumber daya yang digunakan.
4. Mengevaluasi dampak yang terjadi apabila ada perubahan pada waktu penyelesaian proyek.
5. Mereka kemajuan atau perkembangan pelaksanaan proyek.
6. Mengetahui bila terjadi keterlambatan atau kemunduran waktu pelaksanaan.

### 2.1.1 Jenis – jenis penjadwalan

Pada umumnya dibagi menjadi 2 antara lain:

1. Penjadwalan Probabilistik : Jaringan dengan semua elemen dari rencana deterministik, tetapi jangka waktu tugas adalah variabel-variabel acak. Contoh dari penjadwalan probabilistik adalah : PERT dan Montecarlo (Husen A, 2010).
2. Penjadwalan Deterministik: Jaringan saling terhubung dengan dependensi yang menggambarkan pekerjaan yang akan dilakukan, masa kerja dan rencana penyelesaian proyek. Setiap tugas memiliki durasi yang direncanakan.

### 2.1.2 Definisi Proyek.

1. Proyek adalah suatu kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya terbatas dan melakukan untuk melaksanakan suatu tugas yang telah digariskan (*Imam Soeharto, 1995*).
2. Proyek adalah sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil utama (*Heizer dan Render, 2006*).
3. Proyek adalah upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan- harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (*Nurhayati, 2014*).

### 2.1.3 Ciri – Ciri Proyek

Menurut Soeharto 1995 Proyek mempunyai ciri pokok antara lain:

1. Jumlah biaya, sasaran dan mutu telah mencapai tujuan yang telah ditentukan.
2. Sifat sementara, artinya umurnya dibatasi oleh tugas.
3. Non-rutin, tidak berulang-ulang dan kegiatan selalu berubah ketika proyek berlangsung.
4. Bertujuan menghasilkan lingkup (*deliverable*) tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir.

### 2.1.4 Sifat Proyek

Menurut Ir. Mahendra Sultan Syah M 2003 Dalam suatu proyek terdapat sifat proyek antara lain:

1. Peranan manajer proyek dominan.
2. Ciri khasnya menonjol.
3. Siklus kehidupannya khas.
4. Adanya upaya pendekatan sistematis yang menguntungkan atau yang positif.

### 2.1.5 Jenis-Jenis Proyek

Menurut Soeharto dalam Aldio Arya P.S 2017, proyek dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Proyek Pelayanan Manajemen  
Proyek pelayanan manajemen tidak memberikan hasil dalam bentuk fisik, tetapi laporan akhir, misalnya merancang sistem informasi manajemen.

- b. **Proyek Engineering-Manufaktur**  
Dimaksudkan untuk membuat produk baru, meliputi pengembangan produk, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan.
- c. **Proyek Kapital**  
Proyek kapital merupakan proyek yang berkaitan dengan penggunaan dana kapital untuk investasi.
- d. **Proyek Konservasi Bio-Diversity**  
Proyek konservasi bio-diversity merupakan proyek yang berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan.
- e. **Proyek Penelitian dan Pengembangan**  
Bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu.
- f. **Proyek Radio-Telekomunikasi**  
Bertujuan untuk membangun jaringan telekomunikasi yang dapat menjangkau area yang luas dengan biaya minimal.
- g. **Proyek Engineering-Konstruksi**  
Terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi.

## **2.2 Manajemen Proyek**

1. Manajemen Proyek adalah aplikasi sumber daya yang mencakup pengetahuan, peralatan, dan teknik untuk merancang aktivitas proyek dan kebutuhan proyek (*Olson, 2003*).
2. Manajemen Proyek adalah suatu cara untuk menyelesaikan masalah yang harus dipaparkan oleh user, kebutuhan user harus terlihat jelas dan harus terjadi komunikasi yang baik agar kebutuhan user bisa diketahui (*Hugles dan Cotteral, 2002*).
3. Manajemen Proyek adalah kegiatan merencanakan, mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu dan sumber daya tertentu (*Budi Santoso, 2003*).
4. Manajemen Proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal sampai selesainya proyek untuk menjamin biaya proyek dilaksanakan tepat waktu, biaya dan mutu (*Wulfram I. Ervianto, 2003*).

### 2.3 Durasi Proyek

Durasi Proyek merupakan jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek bahwa faktor yang berpengaruh dalam menentukan durasi pekerjaan yaitu volume pekerjaan, metode kerja, keadaan lapangan, dan tenaga kerja ( Maharani, 2006).

Pada umumnya apabila waktu pelaksanaan bertambah panjang maka biaya pelaksanaan akan bertambah besar dan demikian pula sebaliknya. Hal ini disebabkan oleh biaya *overhead* yang besarnya tergantung dari waktu pelaksanaan. Ada beberapa faktor yang menentukan lamanya suatu kegiatan yaitu:

a. Volume Pekerjaan

Kegiatan yang volumenya lebih besar membutuhkan waktu penyelesaian lebih lama dibandingkan dengan volume pekerjaan yang lebih kecil.

b. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang terampil, terdidik dan berpengalaman akan mempunyai produktifitas yang tinggi sehingga dapat menyelesaikan pekerjaan dengan cepat dan mutu yang baik.

c. Cuaca

Faktor cuaca memegang peran penting dalam melaksanakan dilapangan. Apabila cuaca buruk akan menyebabkan terganggunya pelaksanaan pekerjaan.

d. Lokasi Proyek.

e. Prosedur Perkiraan Waktu.

### 2.4 Diagram Jaringan Kerja (*Network Diagram*)

Diagram Jaringan Kerja ini biasanya digunakan pada proyek- proyek besar yang pekerjaannya besar dan cukup rumit.

Istilah- istilah untuk membangun jaringan proyek (*Gray dan Larson, 2007*):

1. Aktivitas (*Activity*): elemen proyek yang memerlukan waktu.
2. Aktivitas gabungan: sebuah aktivitas yang memiliki lebih dari satu aktivitas yang mendahuluinya.
3. Aktivitas Paralel: aktivitas yang terjadi pada saat yang sama.
4. Jalur: urutan dari berbagai aktivitas yang berhubungan dan tergantung.
5. *Predecessor*: Aktivitas terdahulu.
6. *Successor*: Aktivitas pengganti.
7. Jalur kritis: jalur terpanjang pada jaringan.
8. Aktivitas menggelembung: Aktivitas yang mempunyai lebih dari satu aktivitas.

9. *Event*: menunjukkan satu titik waktu dimana sebuah aktivitas dimulai atau diselesaikan.

Jaringan kerja merupakan salah satu metode yang menjelaskan hubungan antara kegiatan dan waktu yang secara grafis mencerminkan urutan rencana kegiatan atau pekerjaan proyek. (Imam Soeharto dalam Sugiyarto dkk, 2013).

Dengan demikian dapat diketahui pada area mana pekerjaan yang termasuk kedalam lintasan kritis dan harus diutamakan pelaksanaannya, pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga alat dan orang digeser ketempat lain demi efisiensi.

Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu network adalah sebagai berikut (Hayun dalam Aldio Arya P.S, 2017) :

- a.  (anak panah/busur), mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah resources (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini samasekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.
- b.  (lingkaran kecil/simpul/node), mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau event. Kejadian (event) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor. Kegiatan-kegiatan yang berawal dari saat kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahului kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.
- c.  (anak panah terputus-putus), menyatakan kegiatan semu atau dummy activity. Setiap anak panah memiliki peranan ganda dalam mewakili kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. Dummy di sini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan dummy ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan dummy tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.

- d.  (anak panah tebal), merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Hayun dalam Aldio Arya P.S, 2017):

- a. Di antara dua kejadian (event) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- b. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- c. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (initial event) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (terminal event).

Diagram jaringan kerja ada 3 macam yang digunakan yaitu:

- a. PDM (*Precedence Diagram Method*).
- b. CPM (*Critical Path Method*).
- c. PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).  
(*Ir. Abrar Husen, MT ; Edisi Revisi*).

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

PDM adalah penjadwalan berupa jaringan kerja. Lintasan kritis PDM merupakan lintasan pada suatu jaringan kerja yang melintas aktivitas- aktivitas sedemikian rupa sehingga durasinya merupakan yang terpanjang. Pada metode PDM (*Precedence Diagram Method*) digunakan metode AON (*activity on node*), dimana tanda panah menggambarkan keterkaitan antar kegiatan.

Kegiatan dari PDM hanya ditulis dalam bentuk *node* yang berbentuk kotak persegi empat, sedangkan anak panahnya digunakan sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan.

Notasi yang digunakan dalam node kegiatan PDM antara lain ( Kusnanto, 2010):

- Durasi (D) adalah waktu yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan.
- *Earliest Start* (ES) adalah saat paling cepat kegiatan tersebut dilaksanakan.
- *Earliest Finish* (EF) adalah saat paling cepat kegiatan tersebut dilaksanakan.
- *Latest Start* (LS) adalah saat paling lambat kegiatan tersebut dilaksanakan.
- *Latest Finish* (LF) adalah saat paling lambat kegiatan tersebut diselesaikan.
- *Free Float* (FF) adalah jumlah waktu tunda atau memperpanjang waktu kegiatan tanpa mempengaruhi waktu awal kegiatan berikutnya.

- *Total Float* (TF) adalah jumlah waktu tunda atau memperpanjang waktu kegiatan tanpa memperhitungkan akhir proyek.

Rumus:

$$EF = ES + D$$

$$LS = LF - D$$

$$FF = ES(i) - EF(i)$$

$$TF = LF - EF$$

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

CPM (*Critical Path Method*) merupakan model kegiatan proyek yang digambarkan dalam bentuk jaringan. Metode perencanaan jaringan dapat membantu suatu proyek untuk mencapai tujuan proyek seperti memperkirakan waktu penyelesaian proyek dengan mencari jalur kritis, mencari jadwal proyek, dan menghitung jumlah waktu slack untuk setiap kegiatan (*Krajewski, 2010*).

Pada realisasi metode jalur kritis terdapat dua teknik dalam penggunaannya antara lain (*Arifudin, 2010*) :

1. Hitungan Maju (*Forward Pass*)  
Hitungan maju dimulai pada titik mulai (*Start*) dan selesai pada titik akhir (*Finish*), dan memiliki komponen ES ( waktu tercepat memulai suatu kegiatan) dan EF ( waktu tercepat untuk menyelesaikan suatu kegiatan).
2. Hitungan Mundur (*Backward Pass*)  
Hitungan mundur dimulai pada titik akhir (*Finish*) menuju titik awal (*Start*) yang berguna mengidentifikasi waktu paling lambat suatu pekerjaan , dan memiliki komponen berupa LF ( Waktu paling lambat selesainya kegiatan dan LS ( Waktu paling lambat untuk memulai pekerjaan ).

#### 2.4.3 PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk (semaksimal mungkin) mengurangi adanya penundaan kegiatan (proyek, produksi, dan teknik) maupun rintangan dan perbedaan- perbedaan, mengkoordinasikan dan menyelaraskan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan, dan mempercepat selesainya proyek- proyek (*Nurhayati, 2010*).

Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi adanya penundaan maupun gangguan produksi serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek (*Levin, 1972*).

Parameter PERT merupakan taksiran- taksiran durasi yang digunakan untuk setiap kegiatan, hal ini dikarenakan waktu penyelesaian kegiatan tidak dapat dipastikan. Ada tiga jenis tafsiran durasi pada PERT yaitu: waktu optimis ( $a$ ), waktu pesimis ( $b$ ), dan waktu paling mungkin ( $m$ ) (Soeharto, 2002).

Definisi tafsiran durasi pada PERT antara lain:

- a. Waktu Optimis ( $a$ ) merupakan waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan apabila segala sesuatunya berjalan tanpa hambatan sedikitpun.
- b. Waktu Pesimis ( $b$ ) merupakan waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan apabila ada hambatan.
- c. Waktu paling mungkin ( $m$ ) merupakan waktu yang sering terjadi dibandingkan dengan yang lainnya bila berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

Menurut Nurhayati (2010) Dasar Pendekatan PERT antara lain:

- a. Merencanakan suatu analisa dan penilaian untuk mengolah data.
- b. Mengadakan seleksi berdasarkan spesifikasi dan identifikasi kejadian (*event*).
- c. Estimasi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suatu event, diperhitungkan bersama dengan waktu ketidakpastian.

Manfaat PERT antara lain:

1. Mengetahui batas waktu proyek.
2. Mengetahui percepatan dari salah satu jalur kegiatan.
3. Mengetahu kemungkinan untuk mencari alternatif lain yang lebih baik untuk kelancaran proyek. Mengetahui waktu jika ada keterlambatan proyek.

Metodologi PERT antara lain:

- Metodologi PERT divisualisasikan dengan suatu grafik atau bagan yang melambangkan ilustrasi pada proyek.
- Diagram jaringan ini terdiri dari beberapa titik (*nodes*) yang menggambarkan suatu kejadian.
- Titik – titik tersebut dihubungkan oleh vektor (garis yang memiliki arah) yang melambangkan suatu pekerjaan dalam sebuah proyek. Arah dari vektor menunjukkan suatu urutan pekerjaan.

Menurut Eddy Herjanto (2008) Persamaan dan perbedaan PERT antara lain:

1. Persamaan PERT dan CPM
  - a. Teknik yang paling banyak digunakan dalam menentukan perencanaan, pengendalian dan pengawasan proyek.
  - b. Keduanya menggambarkan kegiatan- kegiatan dari suatu proyek.

- c. Keduanya dapat membantu manajer dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan waktu, biaya atau pengguna sumber daya.
2. Perbedaan PERT dan CPM
- a. CPM menggunakan satu jenis waktu untuk tafsiran waktu kegiatan, sedangkan PERT menggunakan tiga jenis waktu yaitu: Optimis, Pesimis, dan Waktu paling mungkin.
  - b. CPM menganggap proyek terdiri dari kegiatan- kegiatan yang membentuk satu atau beberapa lintasan, sedangkan PERT proyek terdiri dari peristiwa yang susul menyusul.
  - c. CPM menggunakan pendekatan anak panah sebagai simbol kegiatan, sedangkan PERT menggunakan pendekatan lingkaran atau node sebagai simbol kegiatan.

#### 2.4.3.1 Komponen Jaringan PERT

Komponen- komponen PERT (Render dan Jay, 2004) antara lain:

- a. Kegiatan (*activity*)  
Bagian keseluruhan pekerjaan yang dilaksanakan mengonsumsi waktu dan sumber daya serta mempunyai waktu mulai dan berakhirnya kegiatan.
- b. Peristiwa (*Event*)  
Permulaan dan akhir suatu kegiatan. Peristiwa digambarkan dengan suatu lingkaran atau nodes dan diberi nomor dengan nomor yang lebih kecil bagi peristiwa yang mendahuluinya dan dihubungkan dengan menggunakan anak panah.
- c. Waktu Kegiatan (*Activity Time*)  
Bagian dari keseluruhan pekerjaan yang harus dilaksanakan.
- d. Waktu mulai dan waktu berakhir  
Waktu mulai dan berakhir terdiri dari waktu mulai paling awal (ES), waktu mulai paling lambat (LS), waktu selesai paling awal (EF), dan waktu selesai paling lambat (LF).
- e. Kegiatan Semu (*dummy*)  
Suatu kegiatan yang tidak sebenarnya dan biasanya ditunjukkan dengan garis putus- putus.

### 2.4.3.2 Pengolahan Metode PERT

Metode PERT diawali dengan menentukan durasi  $to$ ,  $tp$  dan  $tm$ . Nilai  $to$  dan  $tp$  berdasarkan teori PERT terletak disekitar waktu rata-rata ( $tr$ ). Probabilitas  $to$  dan  $tp$  dalam hal ini diasumsikan antara 90% sampai 95% dengan persamaan antara lain (Kusnanto, 2010) :

$$to = tr - z.se \quad (2.1)$$

$$tp = tr + z.se \quad (2.2)$$

Keterangan:

$to$  = *Optimistis time*

$tp$  = *Pesimistis time*

$tr$  = Waktu rata-rata

$z$  = nilai dari tabel distribusi normal

$se$  = Standard Deviasi

Nilai  $z$  diperoleh dari tabel distribusi normal dengan probabilitas yang telah ditentukan.

### 2.4.3.3 Langkah- langkah Metode PERT

Langkah- langkah dalam Pembuatan PERT yaitu:

1. Identifikasi kegiatan dan kejadian.
2. Menetapkan urutan kegiatan.
3. Membuat diagram jaringan.
4. Estimasi waktu untuk setiap kegiatan.
5. Menspesifikasikan jalur kritis.
6. Meng-update diagram sesuai kemajuan proyek.

Langkah *network planning* menggunakan pendekatan PERT untuk mengetahui nilai probabilitas kegiatan proyek terutama pada jalur kritis selesai tepat waktu sesuai dengan jadwal yang diharapkan (Soeharto, 1999).

1. Menentukan perkiraan waktu aktivitas

$$Te = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$Te$  = Perkiraan waktu aktivitas

$a$  = Waktu paling optimis

$m$  = Waktu paling mungkin

$b$  = waktu paling pesimis

2. Menentukan deviasi standard dari kegiatan proyek.

Deviasi standard kegiatan:

$$S = \frac{1}{6}(b - a) \quad (2.4)$$

Dimana:

S = deviasi standard kegiatan

a = Waktu optimis

b = waktu pesimis

3. Menentukan variasi kegiatan dari proyek.

Varian Kegiatan

$$V(te) = S^2 = \left[ \frac{b - a}{6} \right]^2 \quad (2.5)$$

V(te) = Varian kegiatan

S = deviasi standard kegiatan

a = Waktu optimis

b = waktu pesimis

4. Mengetahui probabilitas mencapai target jadwal

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S} \quad (2.6)$$

Keterangan:

Z = angka kemungkinan mencapai target

T(d) = target jadwal

TE = jumlah waktu lintasan kritis

S = deviasi standard kegiatan

Angka Z merupakan angka probabilitas yang presentasinya dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif z.

## 2.5 Microsoft Project

*Microsoft Project* merupakan suatu program komputer yang banyak digunakan untuk menyusun rencana kerja sebuah proyek konstruksi. Project dalam bahasa sehari-hari disebut dengan proyek merupakan suatu rangkaian kerja yang dimulai dari tahap perencanaan sampai tahap akhir (Kusnanto, 2010).

*Project* atau dalam bahasa sehari-hari disebut dengan proyek merupakan suatu rangkaian kerja yang dimulai dari tahap perencanaan sampai pada tahap akhir. Hal-hal yang perlu dilakukan bila memiliki sebuah proyek (Kusnanto, 2010) antara lain:

- 1 Melakukan perencanaan dan penjadwalan pada pihak proyek. Menentukan proses penentuan jenis- jenis pekerjaan (*Task*), sumber daya yang diperlukan (*Resources*) baik sumber daya manusia maupun material,
- 2 biaya yang diperlukan (*Cost*), jadwal kerja (*Schedule*) kapan pekerjaan dimulai dan selesai. Jika semua sudah disetujui oleh pihak proyek maka kita telah mempunyai rencana dasar (*Baseline*).
- 3 Selanjutnya rencana tersebut harus dijalankan dan dipantau dalam sebuah tahapan *Tracking*. Apabila pekerjaan belum selesai maka harus dilakukan penjadwalan ulang (*Rescheduling*).

Dengan menggunakan *microsoft project* kita mendapatkan rincian seluruh komponen kerja serta mendapatkan kegiatan kritis secara detail.

## 2.6 Keterlambatan Proyek

- 1 Keterlambatan sebagai hal yang diakibatkan oleh penambahan waktu untuk menyelesaikan semua atau sebagian dari proyek (*Sanders dan Eagles, 2001*).
- 2 Keterlambatan proyek konstruksi merupakan bertambahnya waktu pelaksanaan penyelesaian yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak (*Haekal hasan, 2016*).
- 3 Keterlambatan adalah waktu pelaksanaan yang tidak dapat dimanfaatkan sesuai dengan rencana kegiatan sehingga menyebabkan satu atau beberapa kegiatan yang mengikuti menjadi tertunda atau tidak diselesaikan tepat jadwal yang sudah direncanakan (*Ervianto, 2005*).

### 2.6.1 Jenis-Jenis Keterlambatan

Wahyudi dalam Yunita Alfiana M dkk (2013), menyatakan keterlambatan dapat dibagi menjadi 3 jenis utama, yaitu:

1. Keterlambatan yang layak mendapat ganti rugi (*Compensable Delays*).  
*Compensable Delays* adalah keterlambatan yang diakibatkan tindakan, kelalain atau kesalahan pemilik. Pada kejadian ini, kontraktor biasanya mendapatkan kompensasi berupa perpanjangan waktu dan tambahan biaya operasional yang perlu selama keterlambatan pelaksanaan tersebut
2. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusable Delays*).  
*Excusable Delays* adalah keterlambatan yang disebabkan oleh kejadian-kejadian diluar kendali baik pemilik maupun kontraktor. Pada kejadian ini, kontraktor mendapatkan kompensasi berupa perpanjangan waktu saja..

3. Keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan (*Non Excusable Delays*).  
*Non Excusable Delays* adalah keterlambatan yang diakibatkan oleh tindakan, kelalaian, atau kesalahan kontraktor.

### 2.6.2 Dampak Keterlambatan

Menurut Haekal hasan (2016) Keterlambatan proyek akan menimbulkan kerugian pada pihak kontraktor, konsultan, dan owner antara lain:

#### 1 Pihak Kontraktor

- Kekurangan tenaga kerja.
- Kekurangan peralatan.
- Konflik antara kontraktor dan konsultan.
- Kekurangan bahan konstruksi.
- Kelangkaan bahan karena kekhususan.
- Keterlambatan pabrikasi khusus bahan bangunan.
- Kemampuan tenaga kerja.
- Keterlambatan pengiriman bahan.
- Keterlambatan pengiriman peralatan.
- Kemampuan mandor atau peralatan yang kurang.

#### 2 Pihak Konsultan

- Keterlambatan pengiriman material.
- Kekurangan tenaga kerja.
- Kekurangan bahan konstruksi.
- Kekurangan peralatan.
- Keterlambatan pengiriman peralatan.
- Perubahan material pada bentuk, fungsi dan spesifikasi.
- Kesalahan manajemen peralatan.
- Kesalahan desain yang dibuat oleh perencana.
- Konflik antara kontraktor dan konsultan.
- Perbedaan jadwal sub- kontraktor dalam penyelesaian proyek.
- Organisasi yang jelek pada kontraktor dan konsultan.

#### 3 Pihak Owner

- Keterlambatan pengiriman material.
- Kekurangan tenaga kerja.
- Kemampuan tenaga kerja. Kekurangan peralatan.

### 2.6.3 Faktor-Faktor Keterlambatan

Berdasarkan 3 jenis utama keterlambatan, maka penyebab keterlambatan proyek dapat di kelompokkan sebagai berikut:

#### 1. *Non Excusable Delays.*

Penyebab- penyebab yang termasuk dalam jenis keterlambatan ini adalah:

- a. Kualitas tenaga kerja yang buruk.  
Kurangnya ketrampilan dan keahlian pekerja dapat mengakibatkan produktivitas tenaga kerja yang dihasilkan rendah sehingga memerlukan waktu yang lama dalam menyelesaikan proyek
- b. Ketidaktepatan perencanaan tenaga kerja.  
Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam tiap tahapan pelaksanaan proyek berbeda-beda,tergantung dari besar dan jenis pekerjaannya. Perencanaan yang tidak sesuai kebutuhan dilapangan dapat menimbulkan persoalan karena tenaga kerja adalah sumber daya yang tidak mudah didapat dan mahal sekali harganya.
- c. Identifikasi, durasi, dan rencana urutan kerja yang tidak lengkap dan tidak tersusun dengan baik.  
Identifikasi aktivitas proyek merupakan tahap awal dari penyusunan jadwal proyek. Identifikasi yang tidak lengkap akan mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan dan mengganggu urutan kerja.
- d. Jenis peralatan yang digunakan tidak sesuai dengan proyek.  
Peralatan merupakan salah satu sumber daya yang digunakan secara langsung didalam pelaksanaan proyek. Perencanaan jenis peralatan harus disesuaikan dengan karakteristik dan besarnya proyek sehingga tujuan dari pekerjaan proyek dapat tercapai.
- e. Keterlambatan penyediaan alat/material akibat kelalaian kontraktor.  
Salah satu faktor yang mendukung dalam pelaksanaan proyek secara langsung adalah tersediannya peralatan dan material yang akan digunakan..
- f. Mobilisasi sumber daya yang lambat.  
Mobilisasi yang dimaksud dalam hal ini adalah pergerakan supplier kelokasi proyek, antar lokasi dalam proyek, dan dari dalam lokasi proyek ke luar lokasi proyek..
- g. Banyak hasil pekerjaan yang harus diulang/ diperbaiki karena cacat/salah. Faktor ini lebih mengarah pada mutu atau kualitas pelaksanaan pekerjaan, baik secara struktur atau penyelesaian akhir yang dipengaruhi gambar proyek, penjadwalan proyek, dan kualitas tenaga kerja.

h. Kesulitan finansial.

Kesulitan pembiayaan oleh kontraktor ini, terutama yang berkaitan dengan kewajiban pembayaran ke pemasok material dan pembayaran upah tenaga kerja. Hal ini akan menyebabkan tersendatnya dukungan sumber daya yang ada dan membuat pelaksanaan pekerjaan menjadi terhambat.

i. Koordinasi dan komunikasi yang buruk dalam organisasi kontraktor

Komunikasi adalah kunci awal bagi keberhasilan kerja tim. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, koordinasi memerlukan komunikasi yang baik agar masing-masing kelompok tidak terjadi pekerjaan yang tumpang tindih.

j. Kurangnya pengalaman kontraktor.

Pengalaman kontraktor berpengaruh dalam penanganan masalah dalam bekerja bisa mengakibatkan keterlambatan proyek. Kontraktor yang sudah berpengalaman dengan mudah mengatasi permasalahan yang timbul, lain halnya dengan kontraktor yang kurang pengalaman, akan membutuhkan waktu yang lebih banyak.

k. Metode konstruksi/teknik pelaksanaan yang tidak tepat/salah.

Kesalahan atau ketidaktepatan dalam memilih metode konstruksi, walaupun mungkin tidak sampai menimbulkan kegagalan penyelesaian struktur, seringkali berdampak lebih lamanya waktu penyelesaian yang diperlukan.

l. Kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerja.

Kurangnya kontrol keselamatan kerja yang ada di dalam proyek dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja terhadap pekerja. Hal ini dapat berdampak pada penderita secara fisik, hilangnya semangat kerja, dan trauma akibat kecelakaan yang pada akhirnya dapat mengakibatkan turunnya produktivitas kerja.

2. *Excusable Delays*

a. Lingkungan sosial politik yang tidak stabil.

Aspek sosial politik seperti kerusuhan, perang, keadaan sosial yang buruk dapat mengakibatkan hambatan dalam pelaksanaan proyek karena perbaikan pekerjaan akibat kerusakan yang terjadi memerlukan tambahan waktu yang akan memperpanjang jadwal proyek secara keseluruhan.

b. Terjadinya hal-hal yang tak terduga seperti banjir badai, gempa bumi, tanah longsor, kebakaran, cuaca buruk.

- c. Respon dari masyarakat sekitar yang tidak mendukung adanya proyek Respon dari masyarakat sekitar proyek yang berbeda- beda, ada yang mendukung dan ada pula yang menolak.

### 3. *Compensable Delays*

Penyebab- penyebab yang termasuk dalam jenis keterlambatan ini adalah:

- a. Persetujuan ijin kerja yang lama  
Persetujuan ijin kerja merupakan hal yang lazim dalam melaksanakan suatu aktivitas pekerjaan seperti gambar dan contoh bahan. Proses persetujuan ijin ini akan menjadi kendala yang bisa memperlambat proses pelaksanaan pekerjaan apabila untuk mendapatkan ijin tersebut diperlukan waktu yang cukup lama untuk mengambil keputusan.
- b. Perubahan lingkup pekerjaan/detail konstruksi.  
Permintaan pemilik untuk mengganti lingkup pekerjaan pada saat proyek sudah terlaksana akan berakibat pembongkaran ulang dan perubahan jadwal yang telah dibuat kontraktor.
- c. Sering terjadi penundaan pekerjaan.  
Kondisi finansial pemilik yang kurang baik dapat berakibat penundaan atau penghentian pekerjaan proyek yang bersifat sementara, yang secara langsung berakibat pada mundurnya jadwal proyek.
- d. Penetapan pelaksanaan jadwal proyek yang amat ketat.  
Jadwal proyek seringkali ditentukan oleh pemilik untuk kepentingan pemukiman yang mendesak. Kesalahan- kesalahan akan timbul karena adanya tekanan waktu sehingga memerlukan perbaikan- perbaikan. Akibatnya jadwal yang telah direncanakan akan berubah dan memerlukan tambahan waktu.
- e. Keterlambatan penyediaan meterial.  
Masalah akan terjadi apabila pemilik terlambat menyediakan material kepada kontraktor dari waktu yang telah dijadwalkan.
- f. Dana dari pemilik yang tidak mencukupi.  
Proyek dapat berhenti dan mengalami keterlambatan karena dana dari pemilik proyek yang tidak cukup.
- g. Cara inspeksi/kontrol pekerjaan birokratis oleh pemilik.  
Cara inspeksi dan kontrol yang terlalu birokratis dapat membuat kebebasan kontraktor dalam bekerja menjadi lebih terbatas. Keterbatasan inilah yang pada akhirnya akan menyebabkan pelaksanaan pekerjaan berjalan dengan lambat.

#### 2.6.4 Penyebab Keterlambatan

Keterlambatan proyek disebabkan oleh beberapa faktor yang berasal dari Kontraktor, Owner, dan selain kedua belah pihak antara lain (Haekal hasan, 2016) :

- 1 Keterlambatan akibat kesalahan kontraktor antara lain:
  - a. Keterlambatan dalam memulai pekerjaan.
  - b. Rencana kerja yang kurang baik.
  - c. Mandor yang kurang aktif.
  - d. Pekerja dan pelaksana kurang pengalaman.
- 2 Keterlambatan akibat kesalahan Owner
  - a. Keterlambatan pembayaran angsuran oleh kontraktor.
  - b. Terlambatnya penyediaan bahan.
  - c. Pemilik menugaskan kontraktor lain untuk mengerjakan proyek tersebut.
- 3 Keterlambatan yang diakibatkan selain kedua belah pihak antara lain:
  - a. Perubahan moneter.
  - b. Akibat kebakaran yang bukan kesalahan kontraktor, konsultan dan owner.

#### 2.7 Skala Likert

1. Skala Likert adalah metode pengukuran yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau kelompok orang tentang fenomena sosial ( Sugiono, 2012).
2. Skala Likert adalah Skala respon psikometri terutama digunakan dalam kusioner untuk mendapatkan preferensi atau tingkat kesepakatan dengan pernyataan ( Dane Betram).

Skor jawaban merupakan nilai jawaban yang akan diberikan oleh responden, terdapat lima skala dengan format (Sugiono, 2012):

- |                              |          |
|------------------------------|----------|
| 1. Sangat tidak setuju (STS) | = Skor 1 |
| 2. Tidak setuju (TS)         | = Skor 2 |
| 3. Netral (N)                | = Skor 3 |
| 4. Setuju (S)                | = Skor 4 |
| 5. Sangat setuju (SS)        | = Skor 5 |

### Langkah- langkah Skala Likert

1. Menggunakan Rumus  $T \times P_n$

Dimana:

$T$  = Total Jumlah Responden yang memilih

$P_n$  = Pilihan angka skor likert

2. Interpretasi skor perhitungan

Untuk mengetahui hasil Interpretasi, terlebih dahulu harus diketahui skor tertinggi ( $X$ ) Dan skor terendah ( $Y$ ) yaitu dengan rumus:

$Y$  = Skor tertinggi likert x jumlah responden

$X$  = Skort terendah likert x jumlah responden

3. Rumus Index % = Total skor/ $Y$  x 100

4. Tabel Presentase nilai

STS ( Sangat Tidak Setuju)	0% - 19,99%
	20% -
TS (Tidak Setuju)	39,99%
	40% -
N ( Netral)	59,99%
STS ( Sangat Tidak Setuju)	60% -
	79,99%
SS ( Sangat Setuju )	80% - 100 %

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil
1	Christian, Cefiro, Sentosa	2013	Studi Kasus Penerapan Metode PERT Pada Proyek Gudang X	Dari Time Schedule kontraktor didapatkan durasi pembangunan gudang selama 28 minggu. Dari perhitungan metode PERT didapatkan durasi selama 32 minggu. Dari pengamatan lapangan hingga 1 juni 2013 diketahui bahwa durasi lapangan lebih baik mendekati pada durasi perhitungan metode PERT dari pada durasi Time Schedule.

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil
2	Faradila Dwi Oetari	2016	Evaluasi Waktu Pekerjaan Dengan Menggunakan Metode PERT pada Proyek Pembangunan Asrama LPTQ	Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dengan mengendalikan biaya dan waktu dengan menggunakan metode PERT, paling cepat dapat diselesaikan selama 85 hari dengan kemungkinan 0,20%, paling lambat dapat diselesaikan selama 104 hari dengan kemungkinan 99,91%, paling mungkin diselesaikan selama 94 hari dengan kemungkinan 50%.
3	Dino Caesaron	2015	Analisa Penjadwalan Waktu dengan Metode Jalur Kritis dan PERT Pada Proyek Pembangunan Ruko (JL. Pasar Lama No. 20, Glodok).	Penyelesaian proyek dengan Metode Jalur Kritis memakan waktu 196 hari kerja, dengan PERT diperoleh hasil yang sama yaitu 196 hari dengan probabilitas selesai sebesar 61% serta probabilitas terselesaikan 99% jatuh pada hari ke 209. Pengelolaan dengan Crashing Project terdapat pemangkasan durasi pekerjaan sebanyak 16 hari dengan peningkatan biaya sebesar Rp 20.260.000, serta pengolahan dengan Diagram Tulang Ikan terdapat faktor penyebab keterlambatan terbesar adalah minimnya pengawasan dari pihak perusahaan.
4	Irwan Raharja	2014	Analisa Penjadwalan proyek dengan metode PERT di PT. Hasana Damai Putra Yogyakarta Pada Proyek Perumahan Tirta Sani	Dengan penerapan metode PERT dan CPM maka dapat diketahui besarnya waktu yang dibutuhkan, besarnya tingkat keyakinan yang di inginkan dalam menentukan waktu setiap kegiatan, pengawasan terdapat aktivitas khususnya yang berada dalam jalur kritis dapat lebih dikonsentrasikan, dan dari segi waktu penyelesaian untuk awal adalah 201 hari dan untuk usulan (dipercepat) adalah selama 168 hari, sehingga terjadi efisiensi waktu selama 33 hari.

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil
5	Sri setiawati, Syahrizal dan Rezky Ariessa Dewi	2015	Penerapan metode CPM dan PERT pada penjadwalan Proyek Konstruksi (Studi kasus : Rehabilitas / Perbaikan Dan Peningkatan Infrastruktur Irigasi Daerah Lintas Kabupaten/Kota D.I Pekan Dolok)	Dari hasil perhitungan perencana dengan menggunakan metode Bar Chart dan dengan metode CPM yang digunakan peneliti didapatkan durasi keseluruhan kegiatan proyek adalah 150 hari kerja. Sedangkan dengan menggunakan metode PERT didapatkan hasil bahwa probabilitas keberhasilan selesainya proyek dengan durasi 150 hari hanya 25%. Dengan menggunakan metode PERT didapat bahwa dengan durasi penyelesaian proyek selama 164-187 hari memiliki probabilitas 80%-99,97%.

*Halaman ini sengaja dikosongkan.*