

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Proyek**

##### **2.1.1. Pengertian Proyek**

Pengertian proyek menurut Ali (1992) mengemukakan bahwa : "Proyek adalah lintasan-lintasan kegiatan yang dimulai pada suatu saat awal dan selesai pada saat akhir, yaitu pada saat tujuan proyek tercapai." Taha (1999) mengemukakan sebagai berikut : *A Project defines a combination of interrelated activities that must be executed in a certain order before the entire task can be completed. The activities are interrelated in an analogical sequence in the sense of someone activities cannot start until others are completed.*

Proyek dalam analisis jaringan kerja adalah serangkaian kegiatan-kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang unik dan hanya dilakukan dalam periode tertentu (temporer) (Danniyanti, 2010). Proyek dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan yang hanya terjadi sekali, di mana pelaksanaannya sejak awal sampai akhir dibatasi oleh kurun waktu tertentu (Tampubolon, 2004). Menurut Soeharto (1999) menyatakan kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. Danniyanti (2010) menyatakan proyek merupakan bagian dari program kerja suatu organisasi yang sifatnya temporer untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi, dengan memanfaatkan sumber daya manusia maupun non sumber daya manusia. Menurut Danniyanti (2010) : Proyek adalah suatu pekerjaan yang memiliki tanda-tanda khusus sebagai berikut, yaitu,

1. Waktu mulai dan selesainya sudah direncanakan.
2. Merupakan suatu kesatuan pekerjaan yang dapat dipisahkan dari yang lain.
3. Biasanya volume pekerjaan besar dan hubungan antar aktifitas kompleks.

Heizer dan Render (2009) menjelaskan bahwa proyek dapat didefinisikan sebagai sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil utama. Menurut Akbar (2002): Kegiatan proyek dalam proses mencapai hasil akhirnya dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu yang harus dipenuhi dibedakan dari kegiatan operasional, hal tersebut karena sifatnya yang dinamis, non-rutin, multi kegiatan dengan intensitas yang berubah-ubah, serta memiliki siklus yang pendek.

Meredith & Mantel (2006) dikatakan bahwa *"The project is complex enough that the subtasks require careful coordination and control in terms of timing, precedence, cost, and performance"*. Menurut Yamit (2000) setiap pekerjaan yang memiliki kegiatan awal dan memiliki kegiatan akhir, dengan kata lain setiap pekerjaan yang dimulai pada waktu tertentu dan direncanakan selesai atau berakhir pada waktu yang telah ditetapkan disebut proyek.

### **2.1.2. Ciri-ciri Proyek**

Menurut Soeharto (1995), ciri pokok suatu proyek adalah:

1. Memiliki tujuan yang khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir.
2. Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan di atas telah ditentukan.
3. Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
4. Nonrutin, tidak berulang-ulang. Jenis dan identitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

### **2.1.3. Jenis-jenis Proyek**

Menurut Soeharto (1999), proyek dapat dikelompokkan menjadi:

1. Proyek Konstruksi  
Terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi.
2. Proyek Manufaktur  
Dimaksudkan untuk membuat produk baru, meliputi pengembangan produk, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan.

### 3. Proyek Penelitian dan Pengembangan

Bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu.

### 4. Proyek Pelayanan Manajemen

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

### 5. Proyek Kapital

Proyek kapital merupakan proyek yang berkaitan dengan penggunaan dana kapital untuk investasi.

### 6. Proyek Radio Telekomunikasi

Bertujuan untuk membangun jaringan telekomunikasi yang dapat menjangkau area yang luas dengan biaya minimal.

### 7. Proyek Konservasi Bio-Diversity

Proyek konservasi bio-diversity merupakan proyek yang berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan.

#### 2.1.4. Karakteristik Proyek

Menurut Gray dan Larson (2007) bahwa karakteristik utama sebuah proyek adalah sebagai berikut:

1. Mempunyai sasaran.
2. Ada rentang waktu tertentu, ada awal dan akhirnya.
3. Biasanya melibatkan beberapa departemen dan profesional.
4. Umumnya melakukan sesuatu yang sebelumnya tidak pernah dilakukan.
5. Waktu, biaya, dan persyaratan kinerja yang spesifik.

Menurut PMBOK *Guide* (2004) sebuah proyek memiliki beberapa karakteristik penting yang terkandung di dalamnya yaitu : sementara (*temporary*), unik, dan *progressive elaboration*, selalu berkembang, dan berlanjut hingga proyek berakhir. Karakteristik tersebut yang membedakan proyek dengan aktivitas rutin operasional.

### 2.1.5. Siklus Proyek

Siklus proyek menggambarkan urutan langkah – langkah sejak proses awal hingga proses berakhirnya proyek, Siklus hidup proyek umumnya melewati empat tahap berurutan Abrar (2009), yakni :

1. Tahap Penentuan (*Defining*)  
Menentukan spesifikasi proyek, menetapkan sasaran proyek, membentuk tim, dan menetapkan berbagai tanggung jawab utama.
2. Tahap Perencanaan (*Planning*)  
Tingkat usaha bertambah, mengembangkan rencana untuk menentukan proyek apa yang akan bertahan, kapan proyek akan dijadwalkan, siapa yang akan memetik manfaat, tingkat kualitas apa yang harus dijaga, dan anggaran apa yang diperlukan.
3. Tahap Eksekusi (*Executing*)  
Di tahap inilah bagian utama dari proyek kerja terjadi, baik fisik maupun mental. Produk fisik dihasilkan (jembatan, laporan, program perangkat lunak). Waktu, biaya, dan ukuran-ukuran spesifikasi digunakan untuk pengendalian. Apakah proyek sesuai jadwal, anggaran, dan memenuhi spesifikasi? Perkiraan (*forecast*) apa yang diperlukan di masing-masing ukuran tersebut? Perubahan/revisi apa yang diperlukan?
4. Tahap Pengiriman (*Delivering*)  
Mencakup dua aktivitas, yakni mengirim produk proyek kepada pelanggan dan menyebarkan sumber daya proyek. Pengiriman proyek dapat mencakup pelatihan pelanggan dan transfer dokumen. Penyebaran biasanya melibatkan penyerahan perlengkapan/material proyek kepada proyek lain dan menetapkan berbagai penugasan baru kepada para anggota tim.

## 2.2. Manajemen Proyek

### 2.2.1. Pengertian Manajemen Proyek

Manajemen merupakan proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan Soeharto

(2001). Proyek merupakan suatu usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik (Schwalbe, 2006). Manajemen proyek merupakan kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu (Santosa, 2003). Sementara itu, proyek dapat didefinisikan sebagai rangkaian aktivitas unik yang saling terkait untuk mencapai suatu hasil tertentu dan dilakukan dalam periode waktu tertentu pula” (Chase et al., 2001). Di mana, aktivitas tersebut meliputi: kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan, mengawasi serta mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu.

Manajemen proyek yang baik akan menentukan keberhasilan perusahaan dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengakhiri proyek. Selain itu, manajemen proyek dapat mengetahui apakah suatu proyek dapat memberikan keuntungan atau tidak. Pelaksanaan proyek harus diselenggarakan secara menyeluruh mulai dari perencanaan, pembangunan fisik, sampai dengan pemeliharaan yang melibatkan bermacam-macam unsur dan komponen pendukung. Salah satu bagian dari manajemen proyek yang memegang peranan cukup penting adalah organisasi proyek.

### **2.2.2. Fungsi Manajemen Proyek**

Beberapa fungsi atau kegunaan dari adanya manajemen proyek:

#### **1. *Planning***

Fungsi perencanaan berupa tindakan pengambilan keputusan yang mengandung data dan informasi, maupun fakta yang akan dipilih dan ditindaklanjuti.

#### **2. *Organizing***

Berupa aktivitas dalam mengelola kegiatan dan pekerjaan manusia yang saling berhubungan satu sama lain dengan tata cara tertentu dan berinteraksi dengan lingkungannya untuk mencapai tujuan.

### 3. *Actuating*

Tindakan untuk menyelaraskan seluruh anggota organisasi dalam kegiatan pelaksanaan, serta agar seluruh anggota organisasi dapat bekerja sama dalam mencapai tujuan.

### 4. *Controlling*

Tindakan dalam pengukuran kualitas dan analisa, serta evaluasi pekerjaan yang diikuti dengan tindakan perbaikan apabila terjadi penyimpangan di dalamnya.

## 2.2.3. Tujuan Manajemen Proyek

Menurut Soeharto (1999), Sistem manajemen proyek bertujuan untuk dapat menjalankan setiap proyek secara efektif dan efisien sehingga dapat memberikan pelayanan maksimal bagi semua pelanggan. Sistem manajemen proyek diterapkan karena didukung oleh sumber daya manusia yang profesional di bidang - bidang yang dibutuhkan dalam menjalankan setiap proyek. Manajer proyek secara aktif melakukan kegiatan - kegiatan proyek dan bertanggung jawab dalam hal :

1. Melakukan konsolidasi dan integrasi rencana pelaksanaan proyek untuk menentukan secara layak uraian kegiatan, penjadwalan, anggaran, alokasi sumber daya dan pengendaliannya.
2. Melakukan koordinasi dengan semua pihak yang terkait baik internal maupun eksternal perusahaan dalam merealisasikan kegiatan proyek menyangkut desain / rekayasa sistem, pengembangan produk, operasi / produksi, instalasi / *testing / commissioning* dan purna jual serta mengendalikan penyerahan hasil proyek agar sesuai dengan permintaan baik dari aspek waktu, anggaran biaya dan tingkat kualitas yang dibutuhkan.
3. Melaporkan status proyek dan proses kemajuannya secara berkala.
4. Melakukan pengendalian terhadap ketidaksesuaian pelaksanaan proyek dan perubahan-perubahan rencana proyek serta melakukan koreksi dan pencegahan yang diperlukan untuk menjaga tingkat keberhasilan proyek.

### 2.3. Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Biaya langsung adalah seluruh biaya yang berkaitan langsung dengan fisik proyek, yaitu meliputi seluruh biaya dari kegiatan yang dilakukan di proyek (dari persiapan hingga penyelesaian) dan biaya mendatangkan seluruh sumber daya yang diperlukan oleh proyek tersebut. Biaya langsung dapat dihitung dengan mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan. Biaya langsung ini juga biasa disebut dengan biaya tidak tetap (*variable cost*), karena sifat biaya ini tiap bulannya jumlahnya tidak tetap, tetapi berubah-ubah sesuai dengan kemajuan pekerjaan. Secara garis besar, biaya langsung pada proyek konstruksi sesuai dengan definisi di atas dibagi menjadi lima (Asiyanto, 2005):

1. Biaya bahan/ material
2. Biaya upah kerja (tenaga)
3. Biaya alat
4. Biaya subkontraktor
5. Biaya lain-lain

Biaya lain-lain biasanya relatif kecil, tetapi bila jumlahnya cukup berarti untuk dikendalikan dapat dirinci, menjadi misalnya:

1. Biaya persiapan dan penyelesaian
2. Biaya *overhead* proyek
3. Dan seterusnya

Biaya tidak langsung adalah seluruh biaya yang terkait secara tidak langsung, yang dibebankan kepada proyek. Biaya ini biasanya terjadi di luar proyek namun harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Biaya ini meliputi antara lain biaya pemasaran, biaya *overhead* di kantor pusat/ cabang (bukan *overhead* kantor proyek), pajak (*tax*), biaya risiko (biaya tak terduga) dan keuntungan kontraktor. Nilai keuntungan kontraktor pada umumnya dinyatakan sebagai persentase dari seluruh jumlah pembiayaan. Nilainya dapat berkisar 8% - 12%, yang mana sangat tergantung pada seberapa kehendak kontraktor untuk meraih pekerjaan sekaligus motivasi pemikiran pantas tidaknya untuk mendapatkannya. Pada prinsipnya penetapan besarnya keuntungan dipengaruhi oleh besarnya risiko atau kesulitan-kesulitan yang akan dihadapi dan sering kali

tidak nampak nyata. Sebagai contoh, keterlambatan pihak pemberi tugas dalam melaksanakan tugas untuk membayar pekerjaan, dan lainnya.

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

Menurut Gray dan Larson (2007) dalam bukunya manajemen proyek menyebutkan *network* adalah alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengendalikan kemajuan proyek. Diagram jaringan ini merupakan metode yang dianggap mampu menyuguhkan teknik dasar dalam menentukan urutan dan kurun waktu kegiatan, yang pada giliran selanjutnya dapat dipakai untuk memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Berikut ini beberapa istilah yang digunakan untuk membangun jaringan proyek Gray dan Larson (2007):

1. **Aktivitas (*activity*)**  
Merupakan sebuah elemen proyek yang memerlukan waktu.
2. **Aktivitas Gabungan**  
Merupakan sebuah aktivitas yang memiliki lebih dari satu aktivitas yang mendahuluinya (lebih dari satu anak panah ketergantungan).
3. **Aktivitas paralel**  
Merupakan aktivitas yang terjadi pada saat yang sama atau aktivitas yang dapat terjadi selagi aktivitas ini terjadi.
4. **Jalur**  
Sebuah urutan dari berbagai aktivitas yang berhubungan dan tergantung.
5. ***Predecessor***  
Aktivitas pendahulu.
6. ***Successor***  
Aktivitas pengganti atau aktivitas yang mengikuti aktivitas ini.
7. **Jalur kritis**  
Jalur terpanjang pada jaringan. Jika sebuah aktivitas pada jalur ditunda, proyek juga tertunda untuk waktu yang bersamaan.

8. Aktivitas menggelembung

Aktivitas ini mempunyai lebih dari satu aktivitas yang mengikuti (lebih dari satu anak panah ketergantungan yang mengalir dari aktivitas tersebut).

9. *Event*

Istilah ini digunakan untuk menunjukkan satu titik waktu di mana sebuah aktivitas dimulai atau diselesaikan.

## **2.5. Network Planning**

### **2.5.1. Definisi Network Planning**

Menurut Charles dan Levin (1972) mengatakan bahwa : “Istilah jaringan menunjukan bahwa jika beberapa *event* dan aktifitas digabungkan dan kemudian hasilnya digambarkan dalam sebuah diagram maka diagram tersebut akan berbentuk seperti jaringan”.

Menurut Ali (1992) mengatakan bahwa : “*Network planning* adalah salah satu modal yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam *network* diagram proyek yang bersangkutan. Informasi tersebut mengenai sumber daya yang digunakan oleh kegiatan yang bersangkutan dan informasi mengenai jadwal pelaksanaannya”.

Menurut Soeharto (1999) menjelaskan bahwa : “Jaringan kerja yaitu metode yang menjelaskan hubungan antara kegiatan dan waktu yang secara grafis mencerminkan urutan rencana pelaksanaan kegiatan atau pekerjaan proyek”.

Pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa pengertian *network planning* adalah sesuatu perencanaan dan pengendalian proyek yang menggambarkan hubungan ketergantungan antara tiap pekerjaan yang divisualisasikan dalam diagram *network*.

### **2.5.2. Manfaat Network Planning**

Menurut Heizer dan Render (2009). *Network planning* dikatakan penting karena dapat memberikan jawaban atas pertanyaan – pertanyaan berikut ini yang berhubungan dengan suatu proyek, antara lain :

1. Berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.

2. Bagaimana perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis.
3. Bagaimana susunan urutan kegiatan proyek yang dimiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks.
4. Kegiatan-kegiatan mana yang bersifat kritis dalam hubungannya dengan penyelesaian proyek, yaitu kegiatan yang dapat mengakibatkan tertundanya penyelesaian proyek secara keseluruhan.
5. Bila terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu, bagaimana pengaruh terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek.
6. Berapa besar probabilitas bahwa suatu proyek akan dapat diselesaikan pada waktu yang sudah ditentukan.
7. Pada tanggal tertentu, apakah suatu proyek sesuai dengan jadwal, lebih lanjut dari jadwal, atau lebih cepat dari jadwal yang ditetapkan.
8. Pada tanggal tertentu, apakah biaya yang dikeluarkan sama besarnya dengan kurang dari atau lebih besar dari jumlah yang sudah dianggarkan.
9. Apakah tersedia sumber daya yang cukup untuk dapat menyelesaikan proyek tepat pada waktunya.

### **2.5.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi *Network Planning***

Yang menjadi faktor yang mempengaruhi *Network Planning* menurut Siswojo (2000) yaitu :

1. Rencana  
Rencana yang akan digunakan perusahaan dalam melaksanakan proyek, penentuan kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan serta logika ketergantungan satu sama lain.
2. Waktu  
Lamanya waktu yang digunakan dalam proyek biasanya diukur dalam satuan waktu standar: hari, jam, menit, waktu tersebut mewakili masing-masing kegiatan dan proyek secara keseluruhan.
3. Sumber daya  
Tenaga kerja, peralatan, serta material yang dibutuhkan.
4. Biaya  
Keseluruhan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

#### 2.5.4. Pendekatan AON dan AOA

Dua pendekatan yang digunakan untuk mengembangkan jaringan proyek adalah *activity-on-node* (AON) dan *activity-on-arrow* (AOA). Kedua metode tersebut menggunakan dua blok pembangunan, yaitu anak panah dan *node* (Gray dan Larson, 2007). Agar terdapat persamaan persepsi dalam membaca diagram jaringan, berikut ini penjelasan anak panah dan *node* menurut (Herjanto, 2007) :

1. *Activity* / anak panah

Anak panah menggambarkan arah kegiatan, sehingga dapat diketahui kegiatan terdahulu (*predecessor*) dan kegiatan yang mengikuti (*sucessor*). Setiap anak panah biasanya disertai dengan notasi yang memberikan identitas nama/jenis kegiatan dan estimasi waktu penyelesaian untuk jaringan AOA. Bentuk anak panah dapat disesuaikan dengan keadaan jaringan kerja, jadi tidak selalu garis lurus.

2. *Event* / *node*

Node menggambarkan peristiwa. Setiap kegiatan biasanya selalu dimulai dengan peristiwa mulainya kegiatan dan diakhiri dengan peristiwa selesainya kegiatan itu.

Pada AON sebuah aktivitas diwakili oleh sebuah *node* ketergantungan antar aktivitas dilukiskan dengan anak panah di antara *node* pada jaringan AON. Sedangkan AOA, anak panah menunjukkan aktivitas proyek individual yang memerlukan waktu dan *node* menunjukkan sebuah peristiwa (*event*) (Gray dan Larson, 2007). Menurut Gray dan Larson (2007) berpendapat terdapat 8 aturan yang berlaku secara umum ketika mengembangkan sebuah jaringan proyek:

1. Jaringan umumnya mengalir dari kiri ke kanan.
2. Sebuah aktivitas dapat dimulai sampai semua aktivitas yang mendahuluinya telah dikerjakan.
3. Panah pada jaringan menandakan adanya aktivitas yang mendahului jalur, selain itu panah dapat bersilang satu sama lain.
4. Masing-masing aktivitas harus memiliki nomor identitas (ID) unik.
5. Nomor identifikasi sebuah aktivitas (ID) harus lebih besar dari semua aktivitas yang mendahuluinya.

6. Pengulangan tidak diperbolehkan.
7. Pernyataan bersyarat tidak diperbolehkan (jenis pernyataan ini seharusnya tidak ada).
8. Ketika ada banyak *start*, dapat digunakan sebuah *node start* yang umumnya untuk mengindikasikan permulaan proyek pada jaringan. Dengan cara yang sama, *node* akhir proyek tunggal dapat digunakan untuk mengindikasikan akhir proyek.

Kegiatan-pada-Titik	Arti dari Kegiatan	Kegiatan-pada-Panah
	A datang sebelum B yang datang sebelum C	
	A dan B keduanya harus diselesaikan sebelum C dapat dimulai	
	B dan C tidak dapat dimulai hingga A selesai	
	C dan D tidak dapat dimulai hingga A dan B keduanya selesai	
	C tidak dapat dimulai hingga A dan B keduanya selesai; D tidak dapat dimulai hingga B selesai. Kegiatan ditunjukkan pada AOA	
	B dan C tidak dapat dimulai hingga A. D tidak dapat dimulai hingga B dan C keduanya selesai. Kegiatan ditunjukkan pada AOA	

**Gambar 2. 1** Perbandingan Antara Konvensi AON dan AOA

(Sumber: Heizer dan Render, 2009)

## 2.6. *Critical Path Method (CPM)*

### 2.6.1. *Pengertian Critical Path Method (CPM)*

Teknik evaluasi dan *review* proyek *Program Evaluation And Review Technique* (PERT) dan metode lintasan kritis umumnya disebut *Critical Path Method* (CPM) dikembangkan pada Tahun 1950 - an untuk membantu para manajer melakukan penjadwalan, pemantauan, serta pengendalian proyek-proyek besar dan kompleks. *Critical Path Method* (CPM) muncul terlebih dahulu di Tahun 1957 sebagai perangkat yang dikembangkan oleh J.E. Kelly dari Remington Rand dan M.R. Walker dari duPont untuk membantu pembangunan dan pemeliharaan pabrik kimia di duPont (Heizer dan Render, 2009).

*Critical Path Method* (CPM) merupakan metode yang menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan tertentu (deterministik) atau perkiraan waktu (durasi) tunggal untuk setiap aktivitas (*Single Duration Estimate*). Metode CPM atau dikenal juga dengan metode lintasan kritis, banyak digunakan kalangan industri atau proyek *engineering* konstruksi. Cara ini digunakan apabila durasi aktivitas dapat diketahui dengan akurat dan tidak terlalu berfluktuasi.

*Critical Path Method* (CPM) adalah metode penjadwalan proyek yang diaplikasikan dalam bentuk diagram panah di mana dalam diagram ini status aktivitas ditentukan dan digambarkan dalam jaringan kerja (*network*). Urutan aktivitas yang digambarkan dalam diagram jaringan tersebut menggambarkan ketergantungan suatu aktivitas terhadap aktivitas yang lain, di mana setiap aktivitas memiliki kurun waktu pelaksanaan yang sudah ditentukan (deterministik) (Laksito, 2005).

Pada diagram *Critical Path Method* (CPM) dapat dilihat secara spesifik bahwa hubungan logika ketergantungan yang dipakai pada semua *item* pekerjaan yaitu *Finish to Start* (FS). Begitu juga dengan waktu penyelesaian proyek yang dapat diperkirakan karena dihitung secara matematis. Selain itu pada metode *Critical Path Method* (CPM) juga dapat dilihat adanya lintasan kritis pada suatu jadwal proyek sehingga apabila terjadi keterlambatan pada pekerjaan proyek, prioritas pekerjaan yang akan dievaluasi menjadi lebih mudah dilakukan. *Item-item* pekerjaan yang dilalui oleh lintasan kritis tersebut akan diawasi secara ketat agar

tidak mengalami keterlambatan karena dapat menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan.

Selain kelebihan *Critical Path Method* (CPM) di atas, ada juga kelemahan pada metode *Critical Path Method* (CPM). Hal ini terjadi jika terdapat *item* aktivitas yang tumpang tindih pada metode *Critical Path Method* (CPM) suatu proyek dan terdapat *item* aktivitas yang berulang sehingga penggunaan *dummy* menjadi berlebihan. Begitu juga bila terdapat hubungan logika ketergantungan *Start to Start* yang menyebabkan suatu *item* pekerjaan dibuat dalam beberapa segmen karena dalam metode *Critical Path Method* (CPM) hanya mengenal hubungan logika ketergantungan *Finish to Start* (FS) sehingga membuat *Critical Path Method* (CPM) yang merupakan suatu alat penjadwalan proyek menjadi sulit untuk dimengerti oleh banyak orang.

### 2.6.2. Durasi Kegiatan *Critical Path Method* (CPM)

Durasi (kurun waktu) kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. Kurun waktu ini lazimnya dinyatakan dengan jam, hari atau Minggu. Pada bisnis konstruksi sering sekali tersedia catatan perkiraan jumlah jam orang, untuk menyelesaikan suatu macam pekerjaan. Sampai saat ini kita telah menggunakan waktu penyelesaian suatu aktivitas (durasi) sebagai perhitungan waktu dan penjadwalan proyek, namun uraian mengenai analisis unsur waktu pada tiap – tiap kegiatan yang ada hanya didasarkan pada taksiran, perkiraan, anggapan, pengalaman dan opini dari seorang *estimator*. Tetapi bagaimanakah cara memperkirakan waktu yang dibutuhkan oleh aktivitas – aktivitas tersebut?

Perhitungan durasi pada metode CPM digunakan untuk memperkirakan (estimasi) waktu penyelesaian aktivitas, yaitu dengan cara *Single Duration Estimate*. Cara ini dilakukan apabila durasi dapat diketahui dengan akurat dan tidak terlalu berfluktuasi. Menurut Soeharto (1995) rumus yang digunakan untuk menghitung durasi kegiatan adalah

$$D = \frac{V}{Pr.N} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2. 1)}$$

Keterangan:

D = durasi kegiatan

V = volume kegiatan

Pr = produktivitas kerja rata – rata

N = jumlah tenaga kerja dan peralatan

### 2.6.3. Jaringan Kerja *Critical Path Method* (CPM)

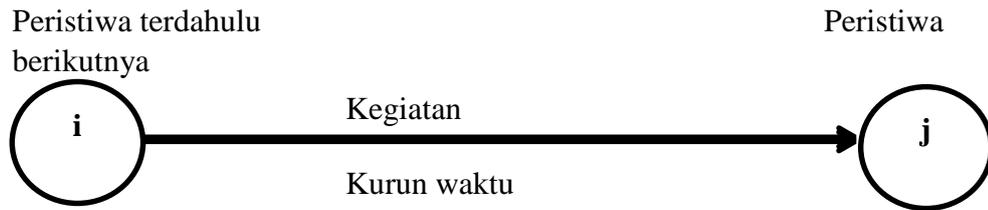
Untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian dalam menghadapi jumlah aktivitas dan kompleksitas proyek yang cenderung bertambah, salah satu usahanya dengan menggunakan analisis jaringan kerja yang merupakan penyajian perencanaan dan pengendalian khususnya jadwal kegiatan proyek secara analitis dan sistematis. Jaringan kerja ini merupakan jaringan yang terdiri dari serangkaian kegiatan untuk menyelesaikan suatu proyek berdasarkan urutan–urutan dan ketergantungan aktivitas satu dengan aktivitas lainnya.

Untuk menyikapi jaringan proyek secara lengkap, dalam arti siap pakai untuk tugas–tugas perencanaan, menyusun jadwal pekerjaan dan tolak ukur pengendalian, dibutuhkan proses yang panjang dan bertingkat–tingkat. Hal ini diawali dengan teknik membuat jaringan kerja dan diakhiri dengan meningkatkan kualitasnya serta memasukkan faktor–faktor lain. Di antaranya yang terpenting adalah:

#### 1. Model Kegiatan

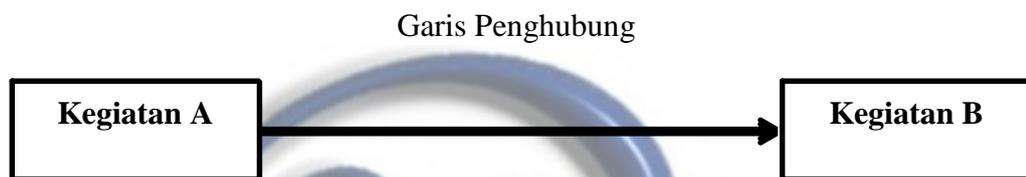
Kegiatan-kegiatan yang merupakan komponen proyek dan hubungan antara satu dengan yang lainnya disajikan dengan menggunakan tanda-tanda, yaitu:

- a. Kegiatan pada anak panah, atau *Activity on Arrow* (AOA). Kegiatan digambarkan dengan anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa. Ekor anak panah adalah awal dan ujungnya adalah akhir kegiatan.



**Gambar 2. 2** Kegiatan *Activity On Arrow*

- b. Kegiatan ditulis dalam kotak atau lingkaran, yang disebut *Activity on Node* (AON). Anak panah menjelaskan hubungan ketergantungan diantara kegiatankegiatan.



**Gambar 2. 3** Kegiatan *Activity On Node*

2. Notasi yang digunakan

Untuk memudahkan perhitungan penentuan waktu digunakan notasi-notasi sebagai berikut:

TE = *earliest event occurrence time*, yaitu saat paling cepat terjadinya *event*.

TL = *latest event occurrence time*, yaitu saat paling lama terjadinya *event*.

ES = *earliest activity start time*, yaitu saat paling cepat dimulainya aktivitas.

EF = *earliest activity finish time*, yaitu saat paling cepat diselesaikannya aktivitas.

LS = *latest activity start time*, yaitu saat paling lama dimulainya aktivitas.

LF = *latest activity finish time*, yaitu saat paling lama diselesaikannya aktivitas.

t = *activity duration time*, yaitu waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas (biasa dinyatakan dalam hari).

TS = *total float / total slack*.

FS = *Free float /Free slack*

3. Asumsi dan cara perhitungan

Dalam melakukan perhitungan penentuan waktu digunakan tiga buah asumsi dasar, yaitu:

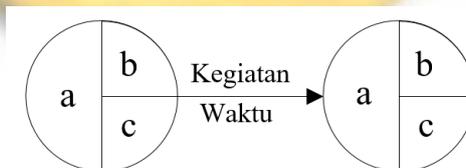
- a. Proyek hanya memiliki satu *initial event* dan satu *terminal event*.

- b. Saat paling cepat terjadinya *initial event* adalah hari ke-nol.
- c. Saat paling lama terjadinya terminal *event* adalah  $TL = TE$  untuk *event* ini.

Adapun cara perhitungan yang harus dilakukan terdiri atas dua cara, yaitu cara perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*):

1. Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak mulai dari *initial event* menuju ke terminal *event*. Maksudnya ialah menghitung saat paling cepat terjadinya *events* dan saat paling cepat dimulainya serta diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TE, ES dan EF).
2. Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dari terminal *event* menuju ke *initial event*. Tujuannya ialah untuk menghitung saat paling lama terjadinya *events* dan saat paling lama dimulainya dan diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TL, LS dan LF). Dengan selesainya kedua perhitungan ini, barulah *float* dapat dihitung.

Apabila kedua perhitungan tersebut telah selesai maka dapat diperoleh nilai *Slack* atau *Float* yang merupakan sejumlah kelonggaran waktu dan elastisitas dalam sebuah jaringan kerja. Di mana, terdapat dua macam jenis *Slack* yaitu *Total Slack* dan *Free Slack*. Untuk melakukan perhitungan maju dan mundur maka lingkaran atau *event* dibagi menjadi tiga bagian yaitu:



**Gambar 2. 4** Tiga Bagian *Lingkaran* atau *Event*

Keterangan:

- a = Ruang untuk nomor *event*
- b = Ruang untuk menunjukkan waktu paling cepat terjadinya *event* (E) dan kegiatan (ES) yang merupakan hasil perhitungan maju

$c$  = ruang untuk menunjukkan waktu paling lambat terjadinya *event* (L) dan kegiatan yang merupakan hasil perhitungan mundur

*Total Slack* adalah jumlah waktu dimana waktu penyelesaian suatu aktivitas dapat diundur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dari penyelesaian proyek secara keseluruhan. Menghitung *Total Slack* :

*Slack Time* atau *Total Slack (TS)* =  $LS - ES$  atau  $LF - EF$

Untuk mengidentifikasi *Free Slack* dari suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal ( $ES_B$ ) dari kegiatan berikutnya dikurangi waktu mulai kegiatan yang dimaksud ( $ES_A$ ) dikurangi kurun waktu kegiatan yang dimaksud ( $t_A$ ).

*Free Float* atau *Free Slack (FS<sub>(A)</sub>)* =  $ES_{(B)} - ES_{(A)} - t_{(A)}$

Langkah – langkah Pembuatan *Critical Path Method* (CPM)

Langkah – langkah pembuatan *Critical Path Method* (CPM) menurut Heizer dan Render (2009) yaitu:

1. Menentukan proyek dan menyiapkan struktur perincian kerja
2. Mengembangkan hubungan antaraktivitas. Menentukan aktivitas mana yang harus didahulukan dan mana yang harus mengikuti aktivitas lainnya.
3. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan semua aktivitas.
4. Menentukan waktu dan atau estimasi biaya pada masing-masing aktivitas.
5. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Hal ini disebut dengan jalur kritis (*critical path*).
6. Menggunakan jaringan untuk membantu merencanakan, menentukan jadwal, mengawasi dan mengendalikan proyek.

#### **2.6.4. Langkah – langkah dan Perhitungan *Critical Path Method* (CPM)**

Terdapat dua perhitungan dalam *Critical Path Method* (CPM) yaitu cara perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward*

*computation*). Dalam mengidentifikasi jalur kritis dipakai suatu cara yang disebut hitungan maju. Prosedur menghitung waktu mulai tercepat adalah :

1. Menentukan nomor dari peristiwa – peristiwa dari kiri ke kanan, mulai dari peristiwa nomor 1 berturut – turut sampai dengan nomor maksimal.
2. Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (*predecessor*) telah selesai.

$$TE(j) = ES(i,j) = 0 \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2. 2)}$$

3. Selanjutnya dapat dihitung nilai EF yaitu saat paling cepat diselesaikannya aktivitas.

$$EF(i,j) = ES(i,j) + t(i,j) \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2. 3)}$$

Keterangan:

EF = yaitu saat paling cepat diselesaikannya aktivitas.

TE = yaitu saat paling cepat terjadinya *event*.

ES = yaitu saat paling cepat dimulainya aktivitas.

t = yaitu waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir untuk memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan, tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang dihasilkan dari hitungan maju. Prosedur menghitung saat paling lambat LF adalah :

1. Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan.
2. Apabila suatu kegiatan terpecah menjadi 2 kegiatan atau lebih, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.

$$TL = LS(i,j) = LF(i) - t(i,j) \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2. 4)}$$

$$LF(i,j) = TL \text{ dimana } TL = TE \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2. 5)}$$

Keterangan:

TL = yaitu saat paling lama terjadinya *event*.

LS = yaitu saat paling lama dimulainya aktivitas.

LF = yaitu saat paling lama diselesaikannya aktivitas.

t = yaitu waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas.

Hambatan aktivitas dapat terjadi dalam pelaksanaan suatu proyek, untuk itu harus ada waktu slack dalam setiap kegiatan. Waktu *slack (slack time)* merupakan waktu bebas yang dimiliki oleh setiap kegiatan untuk bisa diundur tanpa menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Waktu slack dapat dirumuskan sebagai berikut:

*Total Slack* adalah besarnya tenggang waktu yang masih dimungkinkan pada suatu kegiatan atau pekerjaan untuk terjadi keterlambatan selesainya pekerjaan tersebut tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan proyek tersebut. (Nurhayati, 2010)

Menghitung *Total Slack* :

*Slack Time* atau *Total Slack*

$$(TS) = LS - ES \text{ atau } LF - EF \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2. 6})$$

*Free Float* adalah besarnya tenggang waktu yang masih dimungkinkan pada suatu kegiatan atau pekerjaan untuk dilakukan penundaan atau diperlambat tanpa mempengaruhi waktu dimulainya kegiatan berikutnya. (Nurhayati, 2010)

Menghitung *Free Float* :

$$(FS_{(A)}) = ES_{(B)} - ES_{(A)} - t_{(A)} \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2. 7})$$

Keterangan :

TS = *Total Slack*

LS = yaitu saat paling lama dimulainya aktivitas.

ES = yaitu saat paling cepat dimulainya aktivitas.

LF = yaitu saat paling lama diselesaikannya aktivitas.

EF = yaitu saat paling cepat diselesaikannya aktivitas.

FF = *Free Float*

t = yaitu waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas.

### 2.6.5. Mempersingkat Kurun Waktu Penyelesaian Proyek

Sebelumnya telah dibahas mengenai jalur kritis dalam jaringan kerja atau *network diagram* yang menunjukkan waktu paling cepat penyelesaian proyek, selain itu dapatkah kurun waktu proyek tersebut dipersingkat dengan menambahkan biaya sumber daya lain, dengan ketentuan atau batasan yang masih dianggap ekonomis.

Metode jaringan kerja *Critical Path Method* (CPM) dapat digunakan untuk menganalisis masalah tersebut, yaitu dengan memperhatikan:

1. Jadwal yang ekonomis bagi suatu proyek, yang didasarkan atas biaya langsung untuk mempersingkat waktu penyelesaian komponen – komponennya.
2. Jadwal yang optimal dengan memperhatikan biaya langsung dan biaya tidak langsung.

Langkah ini dilaksanakan dengan mempersingkat waktu penyelesaian proyek dengan metode *Time Cost Trades Off / Crash Program* dimana dilakukan analisis hubungan antara waktu dan biaya.

*Critical Path Method* (CPM) merupakan teknik dimana setiap aktivitas mempunyai waktu normal atau waktu standar yang kita gunakan dalam perhitungan (Heizer dan Render, 2009). Hal ini berkaitan dengan waktu normal adalah biaya normal aktivitas. Namun, waktu lain dalam manajemen proyek adalah waktu *crash* yang ditetapkan sebagai jangka waktu terpendek yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah aktivitas, Hal yang berkaitan dengan waktu *crash* ini adalah biaya *crash* dari aktivitas. Sangatlah logis jika biaya *crash* sebuah aktivitas lebih mahal dari biaya normalnya dan hal ini merupakan konsekuensi dari *Prospect Crashing*.

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara waktu dan biaya suatu kegiatan, memakai definisi dari Soeharto (2001), sebagai berikut:

1. Kurun waktu normal

Adalah kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan cara yang efisien tapi di luar pertimbangan adalah tenaga

kerja lembur dan usaha-usaha khusus lainnya. Seperti menyewa peralatan yang lebih canggih.

2. Biaya normal

Adalah biaya 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.

4. Biaya untuk dipersingkat (*Crash Cost*)

Adapun komponen-komponen untuk dari biaya langsung proyek (biaya yang harus dikeluarkan untuk dapat berlangsung kegiatan fisik proyek dan besarnya dapat diidentifikasi dengan jelas pada tiap kegiatan), antara lain: Biaya material dan Biaya tenaga kerja.

## 2.7. Jaringan Lokal dan PABX

### 2.7.1. Jaringan Lokal (*Local Area Network*)

LAN terdiri dari beberapa komputer yang terhubung dalam suatu jaringan. Pada jaringan ini, setiap komputer dapat mengakses data dari komputer lain. Selain itu, komputer dapat mengakses data dari komputer lain. Selain itu, komputer yang terhubung dalam LAN juga dapat menjalankan *hardware* seperti *printer* dari komputer lain, *chatting* dengan pemilik komputer lain, atau main *game* bersama. Jumlah komputer yang terhubung pada LAN relatif kecil, misal komputer-komputer di rumah, warnet, tempat kos, dan beberapa tempat lain yang komputernya termasuk di dalam LAN, yang berada dalam satu bangunan. Setiap komputer yang terhubung pada LAN mempunyai *IP Address* yang berbeda (Haryanto dan Edy, 2012).

### 2.7.2. Jaringan Telepon PABX

PABX/PBX singkatan dari *Private automatic Branch eXchange* adalah suatu perangkat keras Elektronik telekomunikasi yang berfungsi sebagai pembagi atau pengatur antara bagian internal ( *extension do extension*) dengan *external* (*out going* dan *incoming*). biasanya PABX digunakan untuk kantor, gedung, rumah

tinggal, Hotel, Rumah Sakit, dll. Jaringan Telepon PABX adalah jalur komunikasi telepon yang terhubung pada setiap komponen pesawat telepon, panel penghubung, hingga kembali ke PABX.

## 2.8. Analisis Optimalisasi

Analisis optimalisasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya. Proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk mengurangi waktu pada jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut sebagai *crashing* proyek (Heizer dan Render, 2009).

**Tabel 2. 1** Matriks Perbedaan Metode Referensi Jurnal

Jurnal	Penulis	Tahun	METODE		
			CPM	PERT	EVM
Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Rehabilitasi / Perbaikan Dan Peningkatan Infrastruktur Irigasi Daerah Lintas Kabupaten/Kota D.I Pekan Dolok)	Sri Setiawati Syahrizal Rezky Ariessa Dewi	2016	√	√	
ANALISIS PENGENDALIAN BIAYA DAN WAKTU PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE EARNED VALUE MANAGEMENT (EVM)	JULIANA	2016			√
PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA PEKERJAAN KONSTRUKSI SEBAGAI DAMPAK DARI PERUBAHAN DESAIN ( Studi Kasus Embung Irigasi Oenaem, Kecamatan Biboki Selatan, Kabupaten Timor Tengah Utara )	Yunita Afiana Messah Lazry Hellen Paula Lona Dantje A. T. Sina	September, 2013	√		√
PENERAPAN CPM (Critical Path Method) DALAM PEMBANGUNAN RUMAH (Studi Kasus Pembangunan Rumah Tipe 36 Ukuran 6 m x 6 m di Jalan Balowerti Nomor 37 Kecamatan Kota Kediri)	YENIKA PURHARIANI	2017	√		
ANALISIS NETWORK PLANNING DENGAN CPM (CRITICAL PATH METHOD) DALAM RANGKA EFISIENSI WAKTU DAN BIAYA PROYEK	Sugiyarto Siti Qomariyah Faizal Hamzah	Desember, 2013	√		
Skripsi yang digunakan oleh peneliti	Riyan Rinjani	2019	√		

Dari beberapa referensi atau rujukan jurnal yang memiliki kesamaan topik yaitu perihal manajemen proyek dalam memberikan evaluasi terhadap proyek yang sudah selesai pelaksanaannya, maka penulis telah dapat menentukan metode yang

akan digunakan untuk proyek *Maintenance* (Infrastruktur *Hardware*) Jaringan Lokal & Telepon PABX di salah satu Rumah Sakit Kota Garut yaitu menggunakan *Critical Path Method* (CPM). Alasan penulis menggunakan metode ini karena serangkaian kegiatan beserta data-data yang ada atau yang terkait dengan proyek ini sangat cocok untuk dibuat sebuah *network diagram* yang selanjutnya untuk diketahui jalur kritisnya dan kemudian dilakukan *crash program* sebagai bahan evaluasi.

