

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian adalah suatu proses penyelidikan secara sistematis yang ditujukan pada penyediaan informasi untuk menyelesaikan masalah-masalah (Cooper & Emory, 1995). Untuk melengkapi landasan teori, berikut ini disajikan beberapa hasil penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan :

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Eka Dannyanti (2010) yang berjudul “Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT Dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)”. Metode pengumpulan datanya adalah metode wawancara, observasi dan studi pustaka, analisis yang digunakan adalah teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan PERT dan CPM. Dari hasil penelitian dan analisis PERT dan CPM menunjukkan perusahaan mampu meminimalisasi biaya yang timbul dalam proyek pembangunan Twin Tower Building.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Yuli Ravita (2013) yang berjudul “Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM Dan PERT (Studi Kasus Fly Over Ska Pekanbaru, Riau)”. Metode penelitian yang digunakan untuk pengumpulan datanya menggunakan metode studi literatur, pengumpulan dan implementasi data dan Analisis untuk menentukan waktu optimal pengerjaan proyek *fly over* SKA dikota Pekan baru. Hasil penelitian menunjukkan manajemen proyek mampu menentukan jalur kritis untuk mendapatkan waktu yang efisien yang tidak menghabiskan biaya proyek yang besar.

**Tabel 2.1**  
Perbedaan dan Persamaan  
Penelitian Terdahulu dan Sekarang

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian	Persamaan & Perbedaan
1	Eka Dannyanti	Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT Dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)	2010	Perusahaan mampu meminimaliskan biaya proyek	<b>Persamaan :</b> Pada penelitian 1, 2 dan 3 sama – sama bertujuan untuk meminimalkan biaya
2.	Yuli Ravita	Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM Dan PERT (Studi Kasus Fly Over Ska Pekanbaru, Riau.	2013	Perusahaan mampu menghasilkan jalur kritis,	<b>Perbedaan :</b> Pada penelitian 1, hanya untuk menentukan biaya proyek.  Pada penelitian 2, menentukan jalur kritis.
3.	Siti Masnunah	Optimalisasi waktu pekerjaan pembangunan perumahan Grenn Hill Gresik Menggunakan Metode PERT dan CPM	2016	Perusahaan mampu menentukan jalur kritis dan waktu optimal guna meminimalisasikan biaya proyek	Pada penelitian 3, durasi proyek, jalur kritis & biaya proyek

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Proyek

Proyek merupakan kegiatan usaha yang kompleks, memiliki keterbatasan terhadap waktu, anggaran dan sumber daya serta memiliki spesifikasi tersendiri atas produk yang akan dihasilkan. Dengan adanya keterbatasan-keterbatasan dalam mengerjakan suatu proyek, maka sebuah organisasi proyek sangat dibutuhkan untuk mengatur sumber daya yang dimiliki agar dapat melakukan

aktivitas-aktivitas yang sinkron sehingga tujuan proyek bisa tercapai. Organisasi proyek juga dibutuhkan untuk memastikan bahwa pekerjaan dapat diselesaikan dengan cara yang efisien, tepat waktu dan sesuai dengan kualitas yang diharapkan.

Schwalbe yang diterjemahkan oleh Dimiyati & Nurjaman (2014:2) menjelaskan bahwa proyek adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik. Pada umumnya, proyek melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan aktivitasnya dan sponsor utama proyek biasanya tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu.

Sedangkan menurut Nurhayati (2010:4) menjelaskan bahwa sebuah proyek dapat diartikan sebagai 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.

### **2.2.1.1 Karakteristik Proyek**

Karakteristik dalam sebuah proyek dikelompokkan menjadi lima bagian, adalah sebagai berikut :

1. Memiliki sasaran
2. Adanya rentang waktu yang ditentukan, ada awal dan akhir pengerjaan.
3. Suatu proyek biasanya melibatkan beberapa departemen dan profesional ahli.
4. Umumnya melakukan pekerjaan yang sifatnya baru atau belum pernah dilakukan.
5. Adanya kebutuhan waktu, biaya dan persyaratan yang spesifik.

Dengan karakteristik seperti itu sebuah proyek akan memunculkan beberapa sifat yang akan mempengaruhi kegiatan proyek, yakni :

1. Memiliki corak yang dinamis
2. Memiliki siklus proyek yang relatif pendek
3. Intensitas kegiatan yang terdapat didalam periode siklus proyek selalu berubah (naik–turun)
4. Kegiatan yang dilakukan harus berdasarkan anggaran awal dan jadwal yang telah ditentukan
5. Terdapat beberapa kegiatan yang memerlukan disiplin ilmu
6. Keperluan yang dibutuhkan selalu berubah – ubah baik dari segi macam maupun kuantitasnya.

Secara umum ciri- ciri proyek dapat dikelompokkan kedalam 3 (tiga) kelompok:

1. proyek mempunyai tujuan yaitu menghasilkan barang dan jasa.
2. proyek memerlukan input berupa factor-faktor produksi atau sumber daya, seperti modal, tanah dan material, peralatan, tenaga pegawai dan kepemimpinan;
3. proyek mempunyai titik awal dan titik akhir dalam waktu tertentu setelah proyek selesai, mulai dapat menghasilkan.

#### **2.2.1.2 Pengelompokan Proyek**

Menurut kebutuhan investasi, proyek dibagi dalam 3 (tiga) jenis yaitu :

1. Proyek yang menggunakan faktor produksi untuk menghasilkan bangunan fisik yang memproduksi barang dan jasa Contoh : bendungan, jalan, kelistrikan atau energi (PLTA, PLTD, PLTU), dan lain sebagainya.

2. Proyek yang dibangun dengan tujuan menghasilkan keluaran berupa faktor–faktor produksi non-fisik Contoh : proyek pendidikan atau pelatihan dan pembuatan buku-buku yang menghasilkan keterampilan dan ilmu pengetahuan.
3. Proyek yang dibangun untuk menciptakan penemuan-penemuan baru  
Contoh : proyek-proyek penelitian teknologi.

Sedangkan menurut Soeharto (1999) proyek dapat dikelompokkan menjadi tujuh jenis yaitu :

1. Proyek Engineering-Konstruksi  
Terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi.
2. Proyek Engineering-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.

### 2.2.1.3 Biaya Proyek

Setiap kegiatan proyek membutuhkan biaya, variabel biaya (*cost*) adalah faktor yang sangat penting dalam manajemen konstruksi, dimana biaya harus dikendalikan semaksimal mungkin dalam waktu yang telah ditentukan. Dalam pengendalian waktu harus memperhatikan faktor-faktor biaya, karena terdapat hubungan antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-biaya proyek yang bersangkutan dan aktifitas pendukungnya.

Ada beberapa jenis biaya yang berhubungan dengan pembiayaan suatu proyek konstruksi, ialah :

#### 1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung merupakan biaya yang diperlukan langsung untuk memperoleh sumber daya yang akan dipergunakan untuk penyelesaian proyek. Unsur-unsur yang termasuk dalam biaya langsung adalah:

##### a. Biaya Material

Biaya material adalah ng digunakan untuk membeli material proyek. yang termasuk dalam biaya material adalah biaya transportasi, biaya penyimpanan serta kerugian akibat kehilangan atau kerusakan material.

Harga material didapat dari survey di pasaran atau berpedoman dari indeks biaya yang dikeluarkan secara berkala oleh Departemen Pekerjaan Umum sebagai pedoman sederhana.

b. Biaya upah

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, biaya upah dibedakan atas:

1) Upah harian

Besar upah yang dibayarkan persatuan waktu, misalnya harian tergantung pada jenis keahlian pekerja, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan sebagainya.

2) Upah borongan

Besar upah ini tergantung atas kesepakatan bersama antara kontraktor dengan pekerja atas suatu jenis item pekerjaan.

3) Upah berdasarkan produktivitas

Besar jenis upah ini tergantung atas banyak pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam satu satuan waktu tertentu. 23

c. Biaya peralatan

Biaya peralatan adalah biaya yang digunakan untuk membeli atau menyewa peralatan proyek. Unsur-unsur biaya yang terdapat pada biaya peralatan adalah modal, biaya sewa, biaya operasi, biaya pemeliharaan, biaya operator, biaya mobilisasi, biaya demobilisasi dan lainnya yang menyangkut biaya peralatan.

d. Biaya sub-kontraktor

Biaya ini diperlukan bila ada bagian pekerjaan diserahkan/dikerjakan oleh sub-kontraktor. Sub-kontraktor ini bertanggung jawab dan dibayar oleh kontraktor utama.

## 2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) merupakan biaya yang diperlukan pada suatu proyek yang tidak dapat dihubungkan/terpisah dengan aktifitas tertentu pada proyek tersebut dan pada beberapa kasus tidak dapat dihubungkan pada proyek-proyek tertentu.

Biaya tidak langsung dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

### a. Biaya pengeluaran umum (*general overhead*)

Biaya pengeluaran umum (*general overhead*) adalah biaya yang dibutuhkan dalam suatu proyek, tetapi tidak dapat dihubungkan secara langsung pada kegiatan proyek tertentu. Contoh dari *general overhead* ialah : biaya operasional kantor seperti utilitas,sewa,akuntan,pembelian dan penggajian pegawai.

### b. Biaya pengeluaran proyek (*project overhead*)

Biaya pengeluaran proyek (*job or project overhead*) ialah biaya yang diperlukan pada suatu proyek tetapi tidak dapat dihubungkan secara langsung pada suatu aktifitas tertentu. Misalnya supervisi lapangan (*site supervisi*), utilitas lapangan (*site utility*), asuransi proyek (*proyek insurance*) dan biaya penjadwalan (*scheduling cost*). Biaya tidak langsung cenderung meningkat bila durasi/waktu pelaksanaan proyek meningkat juga. Sebagai contoh kantor lapangan (*site office*), kantor lapangan

biasanya disewa bulanan. Biaya dari sewa kantor dan biaya tidak langsung yang lain akan meningkat sesuai dengan berapa waktu pelaksanaan proyek tersebut.

### **2.2.2 Tahap Siklus Hidup Proyek**

Suatu proyek memiliki sifat unik, sehingga selalu dijumpai masalah tentang ketidakpastian dalam proyek. Kadang kala pelaksanaan suatu proyek biasanya dilaksanakan dalam beberapa tahap atau phase. Seperti halnya produk, proyek juga memiliki tahapan yang saling berhubungan dalam perkembangannya. Tahap-tahap pelaksanaan proyek dikenal dalam istilah Siklus Hidup Proyek. Siklus hidup proyek adalah tahapan yang saling berhubungan mulai awal kegiatan proyek sampai akhir kegiatan proyek (PMI, 2004).

Menurut Soeharto (1999), salah satu sistematika penahapan yang disusun oleh PMI (Project Management Institute) terdiri dari tahap-tahap konseptual, perencanaan dan pengembangan (PP), implementasi, dan terminasi.

#### **1. Tahap konseptual**

Tahap konseptual merupakan tahapan awal yang digunakan untuk menggambarkan sebuah proyek yang direncanakan, dikontrol dan diawasi sejak proyek tersebut disepakati untuk dikerjakan hingga tujuan akhir proyek tersebut tercapai.

#### **2. Tahap PP (perencanaan dan pengembangan)**

Tahap perencanaan proyek yang berarti memilih dan menentukan langkah kegiatan yang diperlukan untuk mencapai sasaran. Suatu perencanaan terutama perencanaan dasar yang berupa anggaran ataupun jadwal utama,

harus bersifat lentur, dalam arti dapat mengalami penyesuaian, misalnya ada perubahan situasi dan kondisi pada waktu pelaksanaan yang tidak dapat diperkirakan pada waktu penyusunan rencana dasar. Perencanaan yang baik akan dapat menerima dan menyesuaikan diri terhadap perubahan-perubahan yang tidak prinsip dengan memegang pada sasaran-sasaran yang digariskan.

Unsur-unsur perencanaan (Iman Soeharto [1995, hal 1]) adalah :

a. Jadwal

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi langkah-langkah kegiatan yang sistematis untuk mencapai sasaran. Pendekatan yang sering dipakai dalam penyusunan jadwal adalah pembentukan jaringan kerja (Network) yang menggambarkan dalam suatu grafik hubungan urutan pekerja proyek.

b. Prakiraan

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

c. Sasaran

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

Bagi suatu proyek sasaran tersebut bukan semata-mata untuk perencanaan saja tetapi juga merupakan sasaran kegiatan pengendalian, pembentukan, organisasi dan fungsi manajemen yang lain.

d. Kebijakan dan Prosedur

Kebijakan dan prosedur memegang peranan yang penting dalam penyelenggaraan suatu kegiatan besar, yakni merupakan alat komunikasi yang diharapkan dapat mengatur, mengkoordinasi dan menyatukan arah gerak bagian kegiatan yang akan dilakukan. Hal tersebut lebih terasa bagi kegiatan proyek yang seperti diketahui personil yang dikumpulkan dan berbagai sumber, memiliki latar belakang dan peraturan kerja yang berbeda satu dengan yang lain dan bekerja didalam lingkungan yang mengalami perubahan terus-menerus dan relatif cepat.

e. 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. Anggaran yang dibuat dalam bentuk uang, jam, orang dan satuan lainnya. Tapi karena bentuk-bentuk tersebut dapat diperhitungkan dengan uang maka anggaran pada umumnya disiapkan dalam bentuk uang. Dalam penyelenggaraan proyek suatu anggaran yang disusun menjadi "*time phased budged*", yaitu anggaran yang dikaitkan dengan rencana jadwal pelaksanaan pekerjaan, akan

merupakan patokan dasar atau pembanding dalam kegiatan dalam kegiatan pengendalian.

Oleh karena itu, perlu diadakan pengkajian yang lebih mendalam agar dapat ditarik kesimpulan. Supaya dapat memulai rencana kesiapan perangkat dan pelaksanaan proyek ataupun strategi penyelenggaraan.

Kegiatan utama pada tahap PP (perencanaan dan pengembangan) adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan evaluasi yang mendalam dan terinci, sehingga kesimpulannya dapat dipakai sebagai dasar pengambilan keputusan untuk kelangsungan investasi atau proyek.
- b. Menyiapkan perangkat, seperti data, kriteria dan spesifikasi teknik, engineering dan komersial yang selanjutnya dipakai untuk membuat RFP, dokumen dan kontrak.
- c. Menyusun perencanaan dan membuat keputusan strategis yang berkaitan dengan garis penyelenggaraan proyek, seperti macam kontrak yang akan dipakai, bobot sasaran pokok, filosofi desain, komposisi pendanaan.
- d. Memilih peserta proyek yang terdiri dari tim proyek pemilik, kontraktor, konsultan, arsitek, dan lain-lain.

Pada tahap perencanaan dan pengembangan dari segi penyelenggaraan proyek secara keseluruhan menghasilkan empat sasaran utama, yaitu lingkup, jadwal, biaya dan mutu, rangkaian kegiatan. tahap perencanaan dan pengembangan ditentukan letak batas dan kriterianya. Dengan kata lain, tahap

ini menentukan batasan berbagai parameter yang menyangkut sasaran, strategi untuk mencapainya dan sumber daya yang diperlukan.

Deliverable akhir tahap perencanaan dan pengembangan ditandai oleh kegiatan menyiapkan segala kelengkapan dokumen (kontrak, prosedur) yang berisi penjabaran rencana kegiatan (*action plan*) yang akan dilakukan oleh pemilik, kontraktor, konsultan untuk melakukan tugas dan kewajibannya masing-masing dalam rangka mencapai sasaran proyek.

Deliverable Akhir Tahap PP (perencanaan dan pengembangan) adalah sebagai berikut :

- a. Dokumen berisi hasil analisis lanjutan kelayakan proyek.
- b. Dokumen berisi rencana strategis dan operasional proyek.
- c. Dokumen berisi definisi lingkup, anggaran biaya (ABP), jadwal induk dan garis besar kriteria mutu proyek.
- d. RFP atau paket lelang.
- e. Dokumen hasil evaluasi proposal dari para peserta lelang.

### 3. Tahap Implementasi

Kegiatan utama pada tahap ini adalah kegiatan mendesain bangunan dan fasilitas, desain-engineering produk, pengadaan material dan peralatan, manufaktur atau pabrikasi dan instalas konstruksi.

Tahap implementasi terdiri dari berbagai kegiatan sebagai berikut :

- a. Mengkaji kegiatan kerja proyek, yang selanjutnya membuat program implementasi dan mengkomunikasikan kepada peserta dan penanggung jawab proyek.

- b. Melakukan pekerjaan desain secara terperinci, pengadaan material dan peralatan, pabrikasi, instalasi atau konstruksi.
- c. Melakukan perencanaan dan pengendalian aspek biaya, jadwal dan mutu. Kegiatan lain yang tidak kalah pentingnya ialah memobilisasi tenaga kerja, melatih dan melakukan supervisi.
- d. Tahap Terminasi

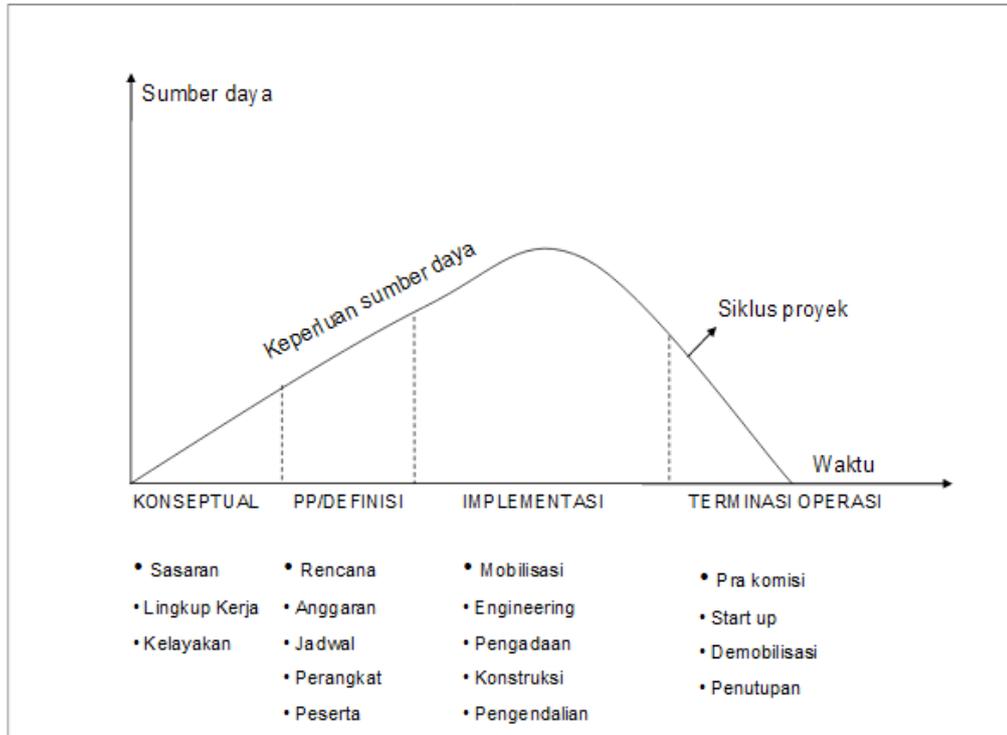
Kegiatan utama pada tahap terminasi adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan instalasi alat yang akan beroperasi, seperti uji coba start-up, dan performance test.
- b. Penyelesaian administrasi dan keuangan proyek seperti asuransi dan klaim.
- c. Menyeleksi dan mengkompilasi dokumen proyek untuk diserahkan kepada pemilik atau kepada induk perusahaan.
- d. Melaksanakan demobilisasi dan reassignment personil.

Apabila langkah di atas telah selesai maka dilakukan penyusunan laporan penutupan proyek. Deliverable akhir tahap terminasi ini berupa :

- a. Instalasi atau produk yang siap pakai atau yang siap beroperasi. Hal ini ditandai dengan diterbitkannya sertifikat " *operational acceptance*" oleh pemilik proyek untuk pelaksana atau kontraktor.
- b. Dokumen pernyataan penyelesaian masalah asuransi, klaim dan jaminan (warranty).

**Gambar 2.1**  
Hubungan Keperluan Sumber Daya Terhadap Waktu Dalam Siklus Proyek



Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

### 2.2.3 Jaringan Kerja (*project network*)

Untuk mengembangkan sistem pengambilan keputusan yang berdasarkan optimasi tim riset menggunakan metode jaringan kerja (Hiller,1990:335). Sedangkan Jaringan kerja (*project network*) adalah suatu diagram yang digunakan untuk membantu menyelesaikan masalah matematika yang cukup rumit agar menjadi lebih sederhana dan mudah diamati. Jaringan kerja dapat digunakan untuk kasus-kasus yang berkaitan dengan mendesain sistem transportasi (seperti penentuan rute terdekat atau penentuan arus maksimal pada suatu jalu), mendesain sistem informasi, dan dan membuat jadwal suatu proyek.

Jaringan kerja digunakan sebagai untuk cara menyusun langkah dalam sebuah rancangan proyek, fungsi dari jaringan kerja adalah :

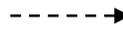
- a. Membuat perkiraan jadwal kegiatan proyek yang paling ekonomis
- b. Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks
- c. Mengusahakan fluktuasi minimal penggunaan sumber daya

Sebuah jaringan terdiri dari suatu himpunan titik dan dan suatu himpunan kurva yang menghubungkan beberapa titik tertentu. Titik – titik ini disebut simpul (*nodes*) dan kurva-kurva disebut cabang (*branches*). *Network planning* pada dasarnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian – bagian pekerjaan atau variabel yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram jaringan. Sistematika dari proses penyusunan jaringan kerja (*project network*) adalah sebagai berikut (Soeharto, 2009) :

1. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
2. Menyusun kembali komponen-komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan

### **2.2.3.1 Simbol-Simbol Jaringan**

Dalam menggambarkan suatu atau jaringan terdapat simbol-simbol yang berfungsi untuk mempermudah dalam penggambaran (Hayun, 2005) adalah sebagai berikut :

1.  (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 sama sekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.
2.  (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.
3.  (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.

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

Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Hayun, 2005) :

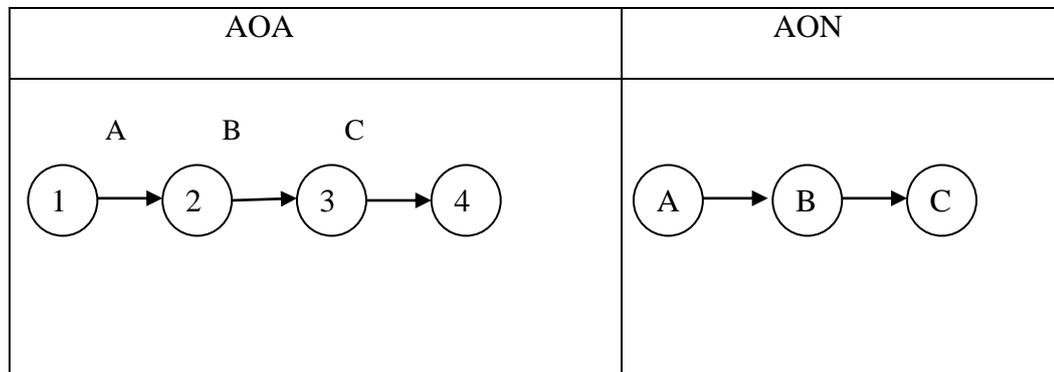
- a. Di antara dua kejadian (event) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- b. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- c. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling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

### **2.2.3.2 Bentuk Jaringan**

Jaringan kerja pada metode kritis didapatkan dari sebuah diagram jaringan (network diagram) yang memperlihatkan hubungan dan urutan aktivitas-aktivitas dalam suatu proyek. Secara umum diagram diagram digambarkan menggunakan *activity on node* (AON) dan *activity on arrow* (AOA).

Pada AON, aktivitas proyek direpresentasikan dengan titik (node), sementara pada AOA, aktivitas kegiatan direpresentasikan dengan panah (arrow). Aktivitas proyek yang mendahului/menjadi syarat dilakukan aktivitas lainnya disebut predesesor.

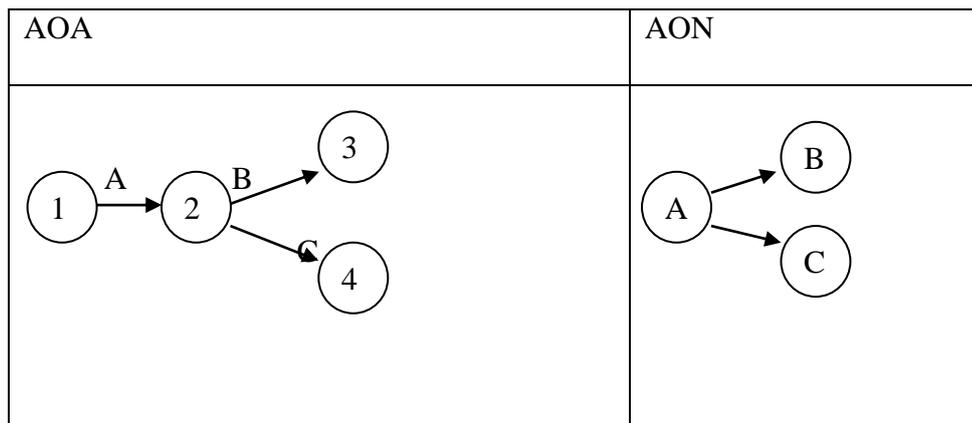
**Gambar 2.2**  
Tahap-Tahap Siklus Hidup Proyek



Sumber : Manajemn Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

Pada gambar 2 (bentuk serial), diperlihatkan tiga aktivitas proyek yaitu A,B, dan C. Pada gambar tersebut ditunjukkan bahwa aktivitas A merupakan predesesor bagi aktivitas B, sementara aktivitas B menjadi predesesor bagi aktivitas C. Pada gambar 3 (bentuk konvergen), diperlihatkan bahwa aktivitas A dan B menjadi predesesor bagi aktivitas C, atau dengan kata lain dapat dikatakan bahwa aktivitas C bisa dilaksanakan jika aktivitas A dan B sudah dilaksanakan terlebih dahulu.

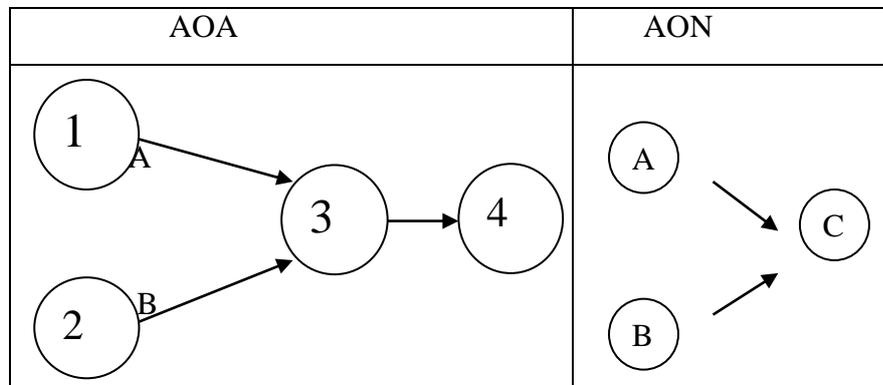
**Gambar 2.3**  
Gambar : Bentuk Bercabang



Sumber : Manajemn Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

Bentuk bercabang memperlihatkan aktivitas A menjadi predesesor bagi aktivitas B dan C. Hal ini menggambarkan bahwa aktivitas T dan U bisa dilaksanakan jika aktivitas S telah dilaksanakan terlebih dahulu.

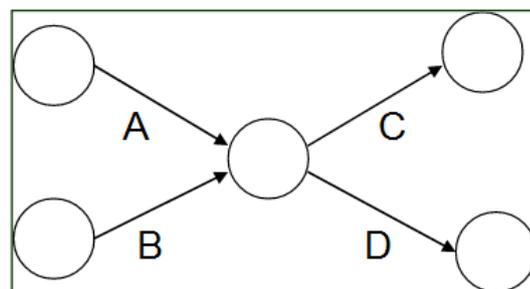
**Gambar 2.4**  
Bentuk Konvergen



Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

Bentuk konvergen memperlihatkan aktivitas A dan B menjadi predesesor bagi aktivitas C. Hal ini menggambarkan bahwa aktivitas C bisa dilaksanakan jika aktivitas A dan B telah dilaksanakan terlebih dahulu.

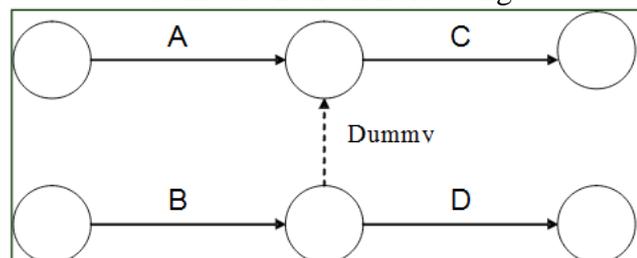
**Gambar 2.5**



Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

Kegiatan A dan B harus dimulai dan diselesaikan sebelum kegiatan C dan D dikerjakan.

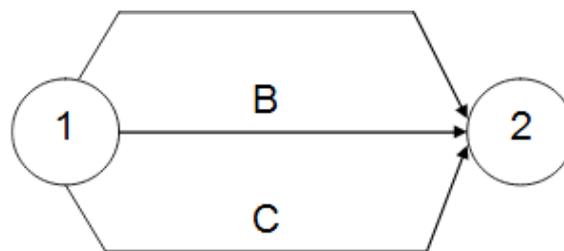
**Gambar 2.6**  
Gambar : Bentuk Bercabang



Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

Kegiatan A dan B harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum kegiatan C dapat dimulai, akan tetapi kegiatan D sudah dapat dimulai bila kegiatan B sudah selesai. Fungsi dummy ( ---►) pada kegiatan di atas adalah memindahkan seketika itu juga (sesuai dengan arah panah) keterangan tentang terselesainya kegiatan B.

**Gambar 2.7**  
Bentuk Bercabang  
A



*Sumber : Operation Research Model-model Pengambilan Keputusan, 1999*

Pada gambar dijelaskan ketika kegiatan A, B, dan C mulai dan selesai pada lingkaran kejadian waktu yang sama.

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

*Critical Path Method* (CPM) atau biasa disebut metode kritis adalah teknik menganalisis jaringan kegiatan atau aktivitas-aktivitas ketika menjalankan proyek dalam rangka memprediksi durasi total. Metode ini berkembang pada tahun 1957 pada Du Pond De Numours & Co dan Rimington Rand Univac.

Sedangkan menurut Heizer dan render (2009), CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk tiap kegiatan. Pada CPM dipakai cara “deterministik”, yaitu memakai satu angka estimasi. Jadi, disini kurun waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dianggap diketahui, kemudian pada tahap berikutnya, diadakan pengkajian lebih lanjut

untuk memperpendek kurun waktu pengerjaan, misalnya dengan menambah biaya atau *time cost trade-off* atau *crash program*.

Menurut Soeharto (2009), dalam menganalisis proses *crashing* digunakan asumsi, Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala. Ini berarti dalam menganalisis program mempersingkat waktu, alternatif yang akan dipilih tidak dibatasi oleh tersedianya sumber daya. Bila diinginkan waktu penyelesaian lebih cepat, maka sumber daya akan bertambah. Sumber daya ini dapat berupa tenaga kerja, material peralatan, atau bentuk lainnya yang dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

Dalam metode CPM (*Critical Path Method* - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-aktivitas yang memiliki jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambarkan dengan menggunakan anak panah yang tebal (Badri,1997).

Menurut Badri (1997), manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut :

- a. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.

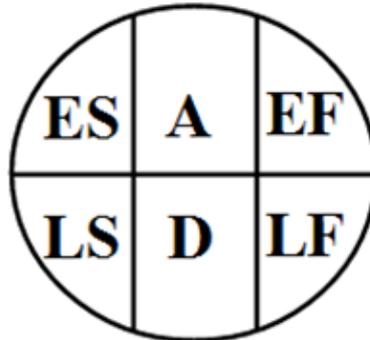
- b. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- c. Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan ditrade off (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan crash program (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur
- d. Kelonggaran waktu biasanya dikenal dengan sebutan *time slack* terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

Metode kritis merupakan jalur terpanjang dalam network diagram dan mempunyai kesalahan paling sedikit.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan metode jalur kritis ini adalah :

- a. Tertundanya pekerjaan di jalur kritis akan menunda penyelesaian jalur proyek ini secara keseluruhan.
- b. Penyelesaian proyek secara keseluruhan dapat dipercepat dengan mempercepat penyelesaian pekerjaan – pekerjaan di jalur kritis.
- c. Slack pekerjaan jalur kritis sama dengan 0 (nol). Hal ini memungkinkan relokasi sumber daya dari pekerjaan non kritis ke pekerjaan kritis.

**Gambar 2.8**  
Notasi Yang Digunakan Pada Node Kegiatan



Sumber : *Operations Management : Manajemen Operasi, 2005*

#### 2.2.4.1 Notasi Dalam CPM

Notasi-notasi yang terdapat dalam Critical Path Method (CPM)

1. E (*earliest event occurrence time*) : Saat tercepat terjadinya suatu peristiwa.  
(dalam diagram dituliskan A).
2. L (*Latest event occurrence time*) : Saat paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi. (Dalam diagram dituliskan D).
3. ES (*Earliest activity Start time*) : Waktu Mulai paling awal suatu kegiatan.  
Bila waktu mulai dinyatakan dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
4. EF (*earliest activity finish time*) : Waktu Selesai paling awal suatu kegiatan.  
EF suatu kegiatan terdahulu = ES kegiatan berikutnya.
5. LS (*latest activity start time*) : Waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek

Terdapat 3 asumsi dasar dalam menghitung Critical Path Method (CPM) adalah :

1. Proyek hanya memiliki satu initial event (start) dan satu terminal event (*finish*).

2. Saat tercepat terjadinya initial event adalah hari ke-nol.
3. Saat paling lambat terjadinya terminal event adalah  $LS = ES$

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

PERT merupakan singkatan dari *Program Evaluation and Review Technique*.

Pengertian PERT menurut (Jay Heizer & Barry Render, 2005,) adalah Untuk membagi keseluruhan proyek ke dalam kejadian dan aktivitas. Suatu kejadian menandai mulainya atau selesainya tugas atau aktivitas tertentu. Suatu aktivitas di sisi lain adalah suatu tugas atau subproyek yang terjadi antara dua kejadian. Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan. Tujuan dari PERT adalah pencapaian suatu taraf tertentu dimana waktu merupakan dasar penting dari PERT dalam penyelesaian kegiatan-kegiatan bagi suatu proyek.

#### **2.2.5.1 Perkiraan Waktu**

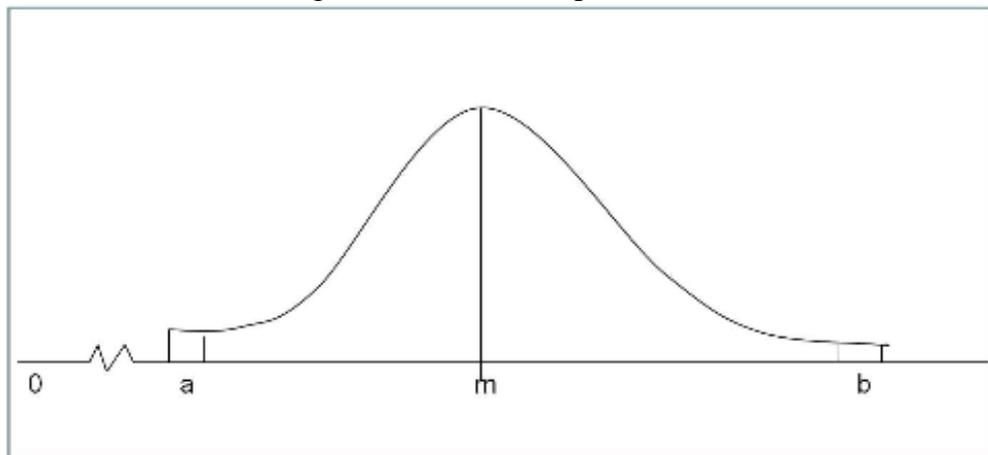
Menurut (Jay Heizer & Barry Render, 2005,), dalam jaringan PERT kita menetapkan tiga perkiraan waktu (*three times estimates*) untuk masing-masing jaringan aktivitas. *Three times estimates* meliputi:

1. Waktu optimis (*optimistic time*) ( $a$ ) : adalah waktu terpendek kejadian yang mungkin terjadi. Waktu yang dibutuhkan oleh sebuah kegiatan jika semua

hal berlangsung sesuai rencana. Dalam memperkirakan nilai ini, biasanya terdapat peluang kecil (katakanlah,  $1/100$ ) bahwa waktu kegiatan akan  $< a$ .

2. Waktu pesimis (*pessimistic time*) ( $b$ ) : waktu terpanjang kejadian yang dibutuhkan. waktu yang dibutuhkan sebuah kegiatan dengan asumsi kondisi yang ada sangat tidak diharapkan. Dalam memperkirakan nilai ini, biasanya terdapat peluang yang juga kecil (juga,  $1/100$ ) bahwa waktu kegiatan akan  $> b$ .
3. Waktu realistis (*most likely time*) ( $m$ ) : waktu yang paling tepat untuk penyelesaian aktivitas dalam jaringan PERT, merupakan waktu yang paling sering terjadi jika suatu aktivitas diulang beberapa kali.

**Gambar 2.9**  
Tiga Perkiraan Waktu pada PERT

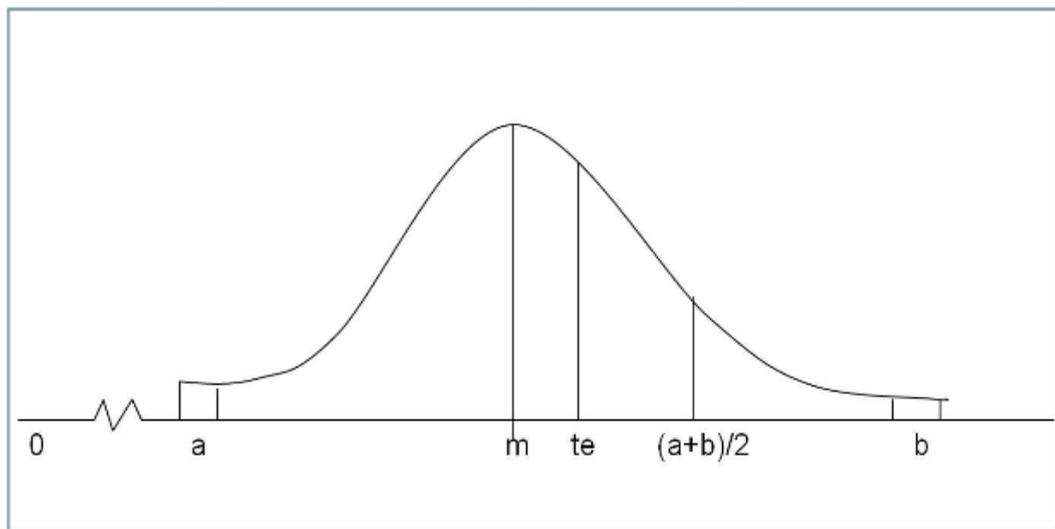


Sumber : *Operations Research Jilid 2, 2007*

Ketiga angka perkiraan waktu tadi, yaitu  $a$ ,  $b$ ,  $m$ , dihubungkan menjadi satu angka yang disebut  $t_e$  atau kurun waktu yang diharapkan. Angka  $t_e$  adalah angka rata-rata jika kejadian tersebut dikerjakan berulang dalam jumlah besar. Dalam menentukan angka  $t_e$  dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa

optimis (a) dan pesimis (b) adalah sama, sedangkan jumlah waktu yang paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari dua peristiwa lainnya.

**Gambar 2.10**  
Expected Value, Nilai Tengah, a, m, dan b pada PERT



Sumber : *Operations Research Jilid 2, 2007*

### 2.2.5.2 Kelebihan dan Keterbatasan PERT

Menurut (Jay Heizer & Barry Render, 2005) PERT memiliki kelebihan sebagai berikut :

1. Berguna terutama saat menjadwalkan dan mengendalikan proyek besar.
2. Memiliki konsep yang lugas atau secara langsung (*straightforward*) dan tidak memerlukan perhitungan matematis yang rumit.
3. Jaringan grafis membantu melihat hubungan antar kegiatan secara cepat. Analisis jalur kritis dan waktu *slack* membantu menunjukkan kegiatan yang perlu diperhatikan lebih dekat.
4. Dokumentasi proyek dan gambar menunjukkan siapa yang bertanggung jawab untuk kegiatan yang beragam.
5. Dapat diterapkan untuk proyek yang bervariasi.

6. Berguna dalam mengawasi jadwal dan biaya.

Menurut (Jay Heizer & Barry Render, 2005) PERT memiliki keterbatasan sebagai berikut :

1. Kegiatan proyek harus ditentukan secara jelas, dan hubungannya harus bebas dan stabil.
2. Hubungan pendahulu harus dijelaskan dan dijangka bersama-sama.
3. Perkiraan waktu cenderung subjektif dan bergantung pada kejujuran para manajer yang takut akan bahaya terlalu optimistis atau tidak cukup pesimistis.
4. Ada bahaya terselubung dengan terlalu banyaknya penekanan pada jalur terpanjang atau kritis.
5. Jalur yang nyaris kritis perlu diawasi dengan baik.

### **2.2.5.3 Perbedaan dan Persamaan PERT dan CPM**

CPM digunakan jika waktu penyelesaian setiap kegiatan diketahui dengan pasti, di mana tingkat deviasi realisasi penyelesaian dibanding rencana relatif minim atau bahkan dapat diabaikan. Sedangkan PERT digunakan pada kegiatan yang waktu penyelesaiannya tidak dapat dipastikan karena belum pernah dilakukan sebelumnya atau kegiatan tersebut memiliki variasi waktu perkiraan penyelesaian yang lebar.

Pada prinsipnya yang menyangkut perbedaan PERT dan CPM adalah sebagai berikut :

1. PERT digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan, sedangkan CPM digunakan untuk menjadwalkan dan

mengendalikan aktivitas yang sudah pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui oleh evaluator.

2. Pada PERT digunakan tiga jenis waktu pengerjaan yaitu yang tercepat, terlama serta terlayak, sedangkan pada CPM hanya memiliki satu jenis informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek.
3. Pada PERT yang ditekankan tepat waktu, sebab dengan penyingkatan waktu maka biaya proyek turut mengecil, sedangkan pada CPM menekankan tepat biaya.
4. Dalam PERT anak panah menunjukkan tata urutan pekerjaan (hubungan presidentil), sedangkan pada CPM tanda panah adalah aktivitas kegiatan pelaksanaan.

#### Persamaan PERT dan CPM

1. Digunakan untuk menangani proyek-proyek.
2. Memerlukan prasyarat di dalam melaksanakan kegiatan.
3. Melakukan pendataan waktu setiap operasi sehingga dapat menggunakan waktu semaksimal mungkin dan pembiayaan.
4. Sama-sama membentuk lintasan dari kegiatan

#### **2.2.6 Analisis Optimasi**

Menurut Maharany dan Fajarwati (2006) analisis optimasi merupakan suatu proses penguraian data-data awal dengan menggunakan suatu metode sebelumnya. Dalam penelitian ini, analisis optimasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik

(optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya produksi. 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, 2005).

Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia analisis optimasi dibagi menjadi dua, yaitu analisis dan optimasi. Analisis (analisis data) diartikan sebagai penelaahan dan penguraian atas data hingga menghasilkan simpulan-simpulan, sedangkan optimasi (optimalisasi) diartikan sebagai pengoptimalan, yaitu proses, cara, perbuatan untuk menghasilkan yang paling baik.

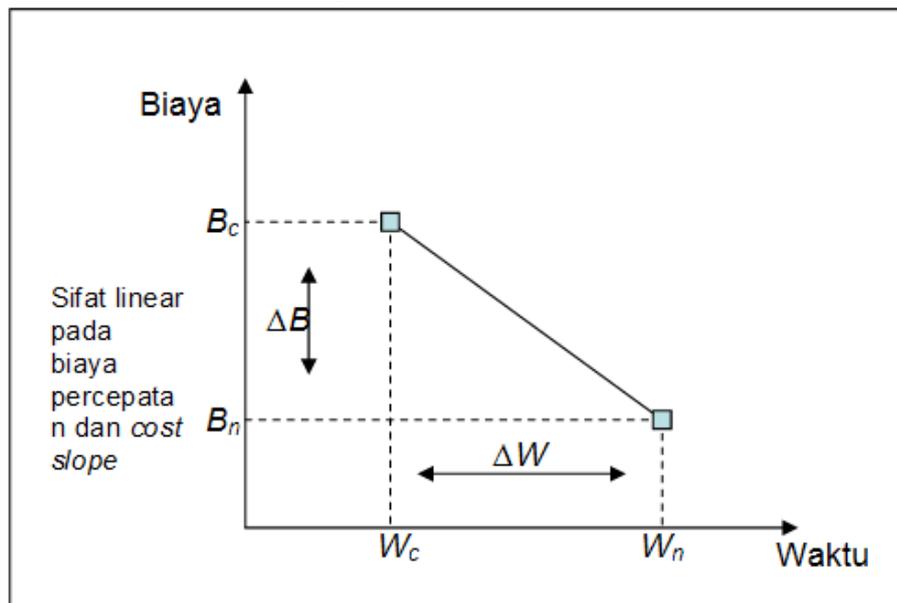
Ada beberapa cara yang digunakan dalam mempercepat suatu kegiatan, sehingga mendapatkan alternative yang paling baik sesuai dengan keadaan atau kondisi kontraktor pelaksana.

Untuk melakukan pendekatan optimasi biaya dan waktu terdapat terminology dan rumusan masalah yang digunakan. Dan untuk menganalisis hubungan antara waktu dan biaya stuan kegiatan menggunakan definisi berikut :

1. Durasi waktu normal ( $W_n$ ): durasi waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan hingga kegiatan selesai, menggunakan cara yang efisien tetapi tidak menimbulkan biaya lain. (misalkan menggunakan peralatan yang lebih canggih).
2. Biaya normal ( $B_n$ ): biaya langsung yang dipergunakan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu yang normal.
3. Durasi waktu dipersingkat / *crash time* ( $W_c$ ): waktu tersingkat untuk meyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin.

4. Biaya untuk waktu dipersingkat ( $B_c$ ): jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.

**Gambar 2.11**  
Empat Parameter Model CPM



Sumber : *Operational Research Jilid 2, 2007*

Garis yang menghubungkan kedua titik (□) disebut kurva waktu-biaya. Menurut Soeharto (1995), jika diketahui bentuk kurva waktu-biaya suatu kegiatan, artinya dengan mengetahui berapa slope atau sudut kemiringannya, maka bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari.

### 2.3 Kerangka Berfikir

Untuk Penelitian kuantitatif kerangka pikirnya terletak pada kasus yang selama ini dilihat atau diamati secara langsung oleh penulis.

**Gambar 2.12**  
Kerangka berfikir

