

BAB 2

PTINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Proyek

Tampubolon (2004) mendefinisikan proyek sebagai suatu rangkaian kegiatan yang hanya terjadi sekali, dimana pelaksanaannya sejak awal sampai akhir dibatasi oleh kurun waktu tertentu. Sedangkan Munawaroh (2003) menjelaskan 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. Proyek merupakan kegiatan yang memiliki batas waktu dalam pengerjaannya.

Proyek merupakan suatu pekerjaan yang memiliki tanda-tanda khusus sebagai berikut, Subagya (2000):

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.

Proyek adalah kegiatan-kegiatan yang dapat direncanakan dan dilaksanakan dalam satu bentuk kesatuan dengan mempergunakan sumber-sumber untuk mendapatkan benefit. Kegiatan-kegiatan tersebut dapat meliputi pembangunan pabrik, jalan raya atau kereta api, irigasi, bendungan, gedung sekolah atau rumah sakit, perluasan atau perbaikan program-program yang sedang berjalan, dan sebagainya. Sedangkan Meredith dan Mantel (2006) mengatakan bahwa *“The project is complex enough that the subtasks require careful coordination and control in terms of timing, precedence, cost, and performance.”* Dapat diartikan bahwa proyek memiliki subtugas yang cukup kompleks dan memerlukan koordinasi yang cermat, selain itu melakukan kontrol terhadap waktu, biaya dan kinerja. (Gray, dkk., 2007)

Proyek merupakan sekumpulan kegiatan terorganisir yang mengubah sejumlah sumber daya menjadi satu atau lebih produk barang/jasa bernilai terukur dalam sistem satu siklus, dengan batasan waktu, biaya, dan kualitas yang ditetapkan melalui perjanjian. Dalam sebuah proyek,

penggunaan biaya, waktu serta tenaga dibatasi, sehingga penanggung jawab proyek harus bisa mengelola kegiatannya agar dapat terlaksana dengan efektif dan efisien. Malik (2010)

Berdasarkan beberapa pendapat ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang direncanakan mulai dari awal hingga akhir dengan memperkirakan batas waktu, biaya, dan kualitas, agar menghasilkan barang/jasa yang bernilai guna.

2.1.1 Jenis-jenis Proyek

Proyek dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis di antaranya yaitu (Malik, 2010):

1. Proyek rekayasa konstruksi, meliputi perencanaan, pengawasan, pelaksanaan, pemeliharaan, renovasi, rehabilitasi dan restorasi bangunan konstruksi dan wujud fisik lainnya, beserta kelengkapan dan asesorisnya.
2. Proyek pengadaan barang, meliputi pengadaan benda dan peranti, baik bergerak maupun tidak bergerak, dalam berbagai bentuk dan uraian, yang meliputi bahan baku, barang setengah jadi, barang jadi, lahan, dan peralatan beserta kelengkapan dan asesorisnya.
3. Proyek teknologi informasi dan komunikasi, meliputi pengadaan jaringan dan instalasi sarana dan prasarana informasi dan telekomunikasi baik cetak, *audio*, *vidio* dan cyber.
4. Proyek sumber daya alam dan energi, meliputi eksplorasi, eksploitasi, penyediaan, pengelolaan, pemanfaatan dan distribusi sumber daya alam dan energi.
5. Proyek pendidikan dan pelatihan, meliputi pelaksanaan kegiatan pendidikan, pelatihan, dan kegiatan-kegiatan peningkatan kemampuan keahlian, kecakapan dan keterampilan lainnya dalam berbagai bidang.
6. Proyek penelitian dan pengembangan, meliputi kegiatan studi dalam berbagai aspek ilmu pengetahuan, sosial, ekonomi, budaya, politik, manajemen, lingkungan hidup, dan aspek kemasyarakatan lainnya.

2.1.2 Ciri-ciri Proyek

Ciri-ciri proyek menurut Dannyanti (2010) antara lain:

1. Memiliki tujuan tertentu berupa hasil kerja akhir.
2. Sifatnya sementara karena siklus proyek relatif pendek.
3. Dalam proses pelaksanaannya, proyek dibatasi oleh jadwal, anggaran biaya, dan mutu hasil akhir.
4. Merupakan kegiatan nonrutin, tidak berulang-ulang.
5. Keperluan sumber daya berubah baik.

Sedangkan Nagarajan (2007) menyebutkan ciri-ciri proyek meliputi:

1. *Objectives*
2. *Life cycle*
3. *Definite time limit*
4. *Uniqueness*
5. *Team work*
6. *Complexity*
7. *Sub-contracting*
8. *Risk and uncertainty*
9. *Customer specific nature*
10. *Change*
11. *Response to environments*
12. *Forecasting*

2.1.3 Tahapan Siklus Proyek

Tahapan proyek dibagi dalam enam tahap, sebagai berikut. Gray, dkk. (2007) :

1. Tahap Identifikasi Yakni menentukan calon-calon proyek yang perlu dipertimbangkan untuk dilaksanakan.
2. Tahap Formulasi Yakni mengadakan persiapan dengan melakukan prastudi kelayakan dengan meneliti sejauh mana calon-calon proyek tersebut dapat dilaksanakan menurut aspek-aspek teknis, institusional, sosial, dan eksternalitas.

3. Tahap Analisis Yaitu mengadakan appraisal atau evaluasi terhadap laporan-laporan studi kelayakan yang ada, untuk dipilih alternatif proyek yang terbaik.
4. Tahap Implementasi Tahap implementasi merupakan tahap pelaksanaan proyek.
5. Tahap Operasi Pada tahap ini perlu mempertimbangkan metode-metode pembuatan laporan atas pelaksanaan operasinya.
6. Tahap Evaluasi Hasil Tahap evaluasi pelaksanaan proyek berdasarkan pada laporan-laporan tahap sebelumnya.

2.2 Pengertian Manajemen Proyek

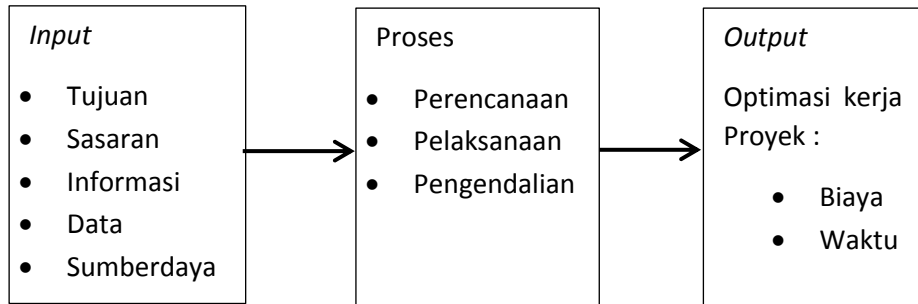
Proyek dapat diartikan sebagai kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas dengan mengalokasikan sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999).

Manajemen proyek terdiri dari dua kata yaitu “Manajemen” dan “Proyek”. Proyek adalah upaya yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan – harapan penting dengan menggunakan anggaran dan sumberdaya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. (Prasetyo, 2017)

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasanya telah di gariskan dengan jelas. (Soeharto, 1995)

Manajemen adalah suatu ilmu pengetahuan tentang memimpin atau mengatur organisasi terdiri atas kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien. (Soeharto, 1995)

Dari penjelasan diatas manajemen proyek dapat diartikan sebagai cara perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien proyek dari awal sampai akhir. (Soeharto, 1995)



Gambar 2.1 Proses Manajemen Proyek

Sumber : Husen (2011) (Dalam Arif Prabowo, 2012)

2.3 Perencanaan Proyek

Perencanaan merupakan fungsi penting dalam kegiatan manajemen proyek, yaitu menyusun kegiatan – kegiatan yang diperlukan untuk mencapai tujuan dan sasaran. Manajemen harus membuat langkah – langkah proaktif dalam melakukan perencanaan yang komprehensif agar sasaran dan tujuan dapat tercapai. Perencanaan dikatakan baik apabila seluruh proses kegiatan yang ada di dalam nya dapat di jalankan sesuai dengan sasaran dan tujuan yang telah di tetapkan sengan tingkat penyimpangan serta hasil akhir yang maksimal. (Damyanti, 2010)

2.4 Tujuan Perencanaan Proyek

Tujuan manajemen proyek menurut Soeharto (1999) yaitu untuk dapat menjalankan setiap proyek secara efektif dan efisien sehingga dapat memberikan pelayanan maksimal bagi semua pelanggan. Secara lebih rinci Handoko (1999) menjelaskan tujuan manajemen proyek adalah:

1. Tepat waktu (*on time*) yaitu waktu atau jadwal yang merupakan salah satu sasaran utama proyek, keterlambatan akan mengakibatkan kerugian, seperti penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasar.
2. Tepat anggaran (*on budget*) yaitu biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.
3. Tepat spesifikasi (*on specification*) dimana proyek harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

2.5 Pengertian *Critical Path Method* (CPM)

Disini Membahas bagaimana menyusun pekerjaan yang merupakan komponen lingkup proyek menjadi jaringan kerja, kemudian memberikan angka kurun waktu masing – masing komponen pekerjaan. Langkah ini bertujuan untuk mengkaji secara analisis, berapa lama waktu penyelesaian proyek. (Danniyanti, 2010)

Menurut Levin dan Kirkpatrick, 1972 (Dalam Danyanti, 2010) metode Jalur Kritis (*Critical Path Method* – CPM), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek – proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan.

Menurut Yamit, 2000 (Dalam Danyanti, 2010) Kegunaan jalur kritis adalah untuk mengetahui kegiatan yang memiliki kepekaan sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian pekerjaan, atau disebut juga kegiatan kritis. Apabila kegiatan keterlambatan proyek maka akan memperlambat penyelesaian proyek secara keseluruhan meskipun kegiatan lain tidak mengalami keterlambatan.

Dalam metode CPM (*Critical Path Method* 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, 1995). Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal

Metode jaringan CPM dapat digunakan untuk :

1. Mencari hubungan jadwal – biaya yang ekonomis
2. Menyusun jadwal dengan keterbatasan sumber daya
3. Meratakan pemakaian sumber daya

Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. CPM adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis. CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian

total proyek yang bersangkutan. Menurut Badri, 1997 (Dalam Dannyanti,2010), manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut :

1. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
2. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
3. Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di *trade 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.
4. *Time slack* atau kelonggaran waktu 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.

2.5.1 Network Planning

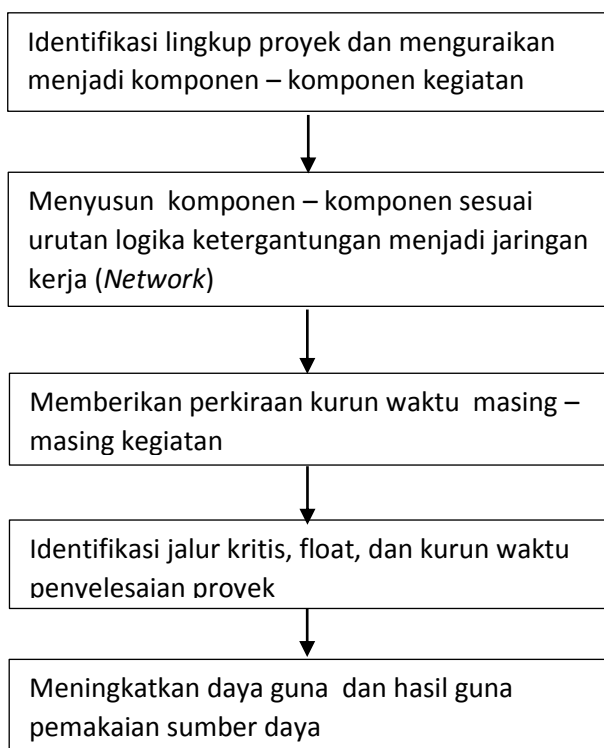
Network planning pada prinsipnya adalah salah satu model yang digunakan dalam suatu penyelenggaraan proyek yang berisi informasi kegiatan-kegiatan yang ada dalam *network* diagram yang bersangkutan. Menurut Ali haedar tubagus,1990 (Dalam Sirait Charles, 2011)

Pada prinsipnya network planning adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram network. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Network planning merupakan teknik perencanaan yang dapat mengevaluasi interaksi antara kegiatan-kegiatan. Manfaat yang dapat dirasakan dari pemakaian analisis *network* adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui apakah suatu pekerjaan bebas atau tergantung dengan pekerjaan lain.

2. Mengetahui logika proses yang berlangsung dan hasil proses itu sendiri.
3. Dapat mengenali (*identifikasi*) jalur kritis (*critical path*) dalam hal ini adalah jalur elemen yaitu kegiatan yang kritis dalam skala waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
4. Dapat diketahui dengan pasti kesukaran yang akan timbul jauh sebelum terjadinya sehingga dapat diambil tindakan yang presentatif.
5. Mempunyai kemampuan mengadakan perubahan – perubahan sumber daya dan memperhatikan efek terhadap waktu selesainya proyek.
6. Memungkinkan tercapainya penyelenggaraan proyek yang lebih ekonomis dipandang dari sudut biaya langsung dan penggunaan sumber daya yang optimum.
7. Dapat dipergunakan untuk memperkirakan efek – efek dari hasil yang dicapai suatu kegiatan terhadap keseluruhan rencana.






Gambar 2.2 Langkah – Langkah dalam menyusun jaringan kerja
Sumber : (soeharto, 1995)


2.5.2 Network diagram

Network diagram adalah visualisasi proyek berdasarkan *network planning*. Network diagram berupa jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan urutan – urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek. (Damyanti, 2010).

Menurut Hayun, 2005 (Dalam Damyanti, 2010) Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu network adalah sebagai berikut :

1.  (Anak Busur /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.
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 mendahulukan 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

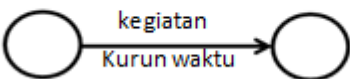
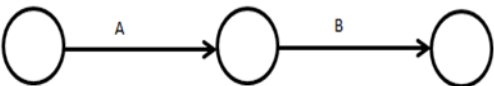
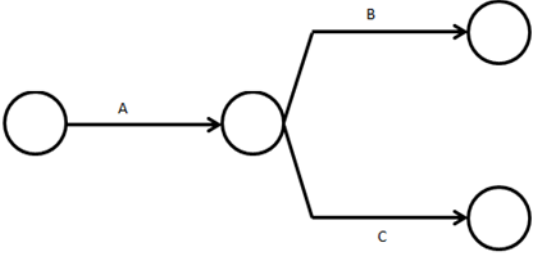
dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan *dummy* tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.

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

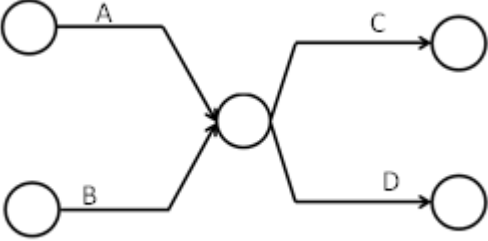
Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut. Hayun, 2005 (Dalam Dannyanti, 2010):

- Di antara dua kejadian (*Event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*Initial Event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*Terminal Event*).

Tabel 2.1 Tanda/ simbol dalam membuat jaringan kerja

Penjelasan Aktivitas	Jaringan Kerja
Hubunan peristiwa dan kegiatan	<p>Peristiwa (<i>node event</i>) terdahulu Peristiwa (<i>node even</i>) berikutnya</p> 
Kegiatan B mulai setelah kegiatan A selesai	
Kegiatan B dan C dapat dimulai setelah A selesai	

Tabel 2.1 Tanda/ simbol dalam membuat jaringan kerja (lanjutan)

Penjelasan Aktivitas	Jaringan Kerja
Kegiatan C dan D dapat dimulai setelah kegiatan A dan B selesai	 <pre> graph LR A((A)) --> J(()) B((B)) --> J J --> C((C)) J --> D((D)) </pre>

2.6 Asumsi Terminologi dan Perhitungan waktu

Disini Membahas bagaimana menyusun pekerjaan yang merupakan komponen lingkup proyek menjadi jaringan kerja, kemudian memberikan angka kurun waktu masing – masing komponen pekerjaan. Langkah ini bertujuan untuk mengkaji secara analisis, berapa lama waktu penyelesaian proyek. (Prasetya, 2017)

Menurut Hayun, 2005 (Dalam Damyanti, 2010) dalam proses identifikasi jalur kritis, dikenal rumus – rumus perhitungan sebagai berikut :

- TE = E, waktu paling awal suatu *event* terjadi, yang berarti waktu paling awal suatu kegiatan yang berasal dari *node* tersebut dapat di mulai
- TL = L, waktu paling akhir suatu *event* boleh terjadi, yang berarti waktu paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi
- ES (*Earliest Start Time*), waktu paling awal suatu kegiatan dimulai. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu adalah jam awal kegiatan dimulai.
- EF (*Earliest Finish Time*), waktu selesai paling awal suatu kegiatan. Bila hanya ada satu kegiatan yang terdahulu, maka EF adalah kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya
- LS (*Latest Allowable Start Time*), waktu paling akhir suatu kegiatan boleh dimulai. Yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat penyelesaian proyek secara keseluruhan
- LF (*Latest Allowable Finish Time*), waktu paling akhir suatu kegiatan boleh selesai.
- D (*Duration*), Kurun waktu suatu kegiatan (jam, hari, minggu, dan bulan).

2.6.1 Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

Dalam mengidentifikasi jalur kritis dipakai suatu cara yang disebut hitung maju. Dimulai dari *Start (Initial Event)* menuju *Finish (Terminal Event)* untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF), waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa (E) (Prasetya,2017)

Aturan Hitungan Maju (*Forward Pass*):

- Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (Predecessor) telah selesai.
- Waktu selesai paling awal suatu kegiatan sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah dengan kurun waktu kegiatan yang mendahuluinya.

$$ES = + D \text{ atau } EF(i-j) = ES(i-j) + D (i-j) \dots\dots\dots (2.1)$$

Keteranga :

1. ES = *Earliest start*
 2. D = Durasi waktu suatu aktivitas
 3. EF = *Earliest finish*
- Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan-kegiatan terdahulu yang menggabung, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.

2.6.2 Perhitungan mundur (*Backward Pass*)

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir. Dimulai dari *Finish* menuju *Start* untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi (L). (Presetya, *Backward Pass* 2017)

Aturan Hitungan Mundur ()

- Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan uyang bersangkutan

$$LS = LF - D \text{ atau } LS(i-j) = LF(i-j) - D \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

1. LS = *Latest start*
2. LF = *Latest Finish*

3. D = Durasi waktu suatu aktivitas
- 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.

2.6.3 *Float* dan Identifikasi Jalur Kritis

Pada peencanaan dan penyusunan jadwal proyek ,arti penting dari float total adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. (soeharto,1995)

Float dapat didefinisikan sebagai sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan penundaan atau perlambatan kegiatan tersebut secara sengaja atau tidak sengaja, tetapi penundaan tersebut tidak menyebabkan kanproyek.menjadi terlambat dalam penyelesaiannya.

Float total adalah perbedaan waktu earlies dan lates secara sistematis. Float Total dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{Float Total (TF)} = \text{LF} - \text{EF} = \text{LS} - \text{ES} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

1. LF = *Latest Finish*
2. TF = *Total Float*
3. EF = *Earliest Finish*
4. LS = *Latest Start*
5. ES = *Earliest Start*

2.6.4 *Float* bebas

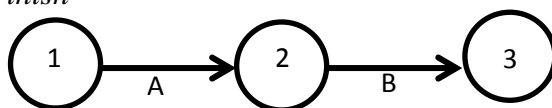
Berbeda dengan Total *Float* maka salah satu syarat adanya *Float* bebas (FF) adalah bilamana semua kegiatan pada jalur yang bersangkutan mulai seawal mungkin. Besarnya FF suatu kegiatan adalah sama dengan sejumlah waktu di mana penyelesaian kegiatan tersebut dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu dimulai paling awal dari kegiatan berikutnya ataupun semua peristiwa lain pada jaringan kerja. Dengan kata lain *float* bebas dimiliki oleh satu kegiatan tertentu sedangkan *float* total dimiliki

oleh kegiatan-kegiatan yang berada di jalur yang bersangkutan. *Float* bebas dihitung dengan cara berikut. *Float* bebas dari suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal (ES) dari kegiatan berikutnya ikurangi waktu selesai paling awal kegiatan yang di aksud (soeharto,1995)

$$FF(1-2) = ES(2-3) - EF(1-2) \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

1. FF = *Finish To Finish*
2. ES = *Earliest Start*
3. EF = *Earliest Finish*



Gambar 2.4 *Float* Bebas
Sumber : (Soeharto, 1995)

2.7 Percepatan Waktu Dan Perubahan Biaya Proyek

Seperti yang telah di sebutkan Bahwa CPM memakai satu angka estimasi bagi kurun waktu masing – masing kegiatan dengan menggunakan sumber daya tingkat normal. Proses mempercepat kurun waktu disebut *Crash Program*. Di dalam menganalisis proses tersebut digunakan asumsi berikut.

- Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala. Ini berarti dalam menganalisa program mempersingkat waktu, *alternative* yang akan dipilih tidak dibatasi sumberdaya.
- Bila diinginkan waktu penyelesaian lebih cepat dengan lingkup yang sama, maka keperluan sumberdaya akan bertambah dan juga usulan kerja lembur
- Tujuan dari program percepatan waktu adalah memperoleh jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan harga yang minimal.

Menurut (sueharti, 1995) Hubungan antara waktu dan biaya proyek dibagi menjadi :

- Kurun waktu normal adalah kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan cara efisien tetapi diluar pertimbangan adanya kerja lembur dan penambahan sumber daya

- Biaya normal adalah biaya langsung yang di perlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal
- Kurun waktu dipersingkat adalah waktu untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis mungkin bisa di percepat. Di sini dianggap sumberdaya bukan merupakan hambatan
- Biaya untuk waktu di persingkat adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu di persingkat

$$\text{Slope Biaya} = \frac{\text{Biaya dipersingkat} - \text{Biaya normal}}{\text{Waktu normal} - \text{Waktu dipersingkat}} \dots\dots\dots (2.5)$$

2.8 Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Metode PERT adalah cara perencanaan dengan jaringan-jaringan pekerjaan yang dihubungkan dengan pertimbangan tertentu. Metode ini seperti halnya CPM (*Critical Path Method*) memerlukan beberapa parameter, salah satunya durasi aktivitas. Penentuan durasi aktivitas pada CPM mengacu pada durasi pasti (*fix duration*), artinya cukup melakukan estimasi satu durasi aktivitas. (Kusnanto, 2010)

Karakteristik proyek menyebabkan durasi aktivitas menjadi hal yang tidak pasti karena durasi aktivitas dipengaruhi oleh bermacam-macam kondisi yang bervariasi. Metode PERT member asumsi pada durasi aktivitas sebagai hal yang *probabilistik (stochastic)* dikarenakan aktivitas konstruksi bervariasi. (Kusnanto, 2010)

2.8.1 Langkah-Langkah Metode PERT

Garis besar Metode PERT dan CPM hamper sama dalam pengelolaan jaringannya. Perbedaannya terdapat pada penentuan durasi aktivitas dan durasi jalur kritis. (Kusnanto, 2010)

Garis besar Metode PERT adalah sebagai berikut :

- a) Penentuan aktivitas beserta durasinya. PERT menggunakan tiga asumsi durasi aktivitas, yakni t_o (*optimistic time*), t_p (*pessimistic time*), dan t_m (*most likely time*).
- b) Korelasi waktu dengan *continous distribution*, serta menentukan *expected time* (t_e), *standar deviasi* (se), dan *varian* (ve).

c) *Expected time* (t_e) ditentukan sebagai durasi aktivitas, kemudian dicari jalur kritis seperti halnya pada CPM.

d) Tentukan durasi proyek dari lintasan kritis tersebut

Hal-hal diatas memberi pemahaman terhadap PERT bahwa durasi aktivitas merupakan hal yang probabilistik. Asumsi PERT yang harus dilakukan adalah :

- a. Masing-masing durasi aktivitas ditunjukkan sebagai continuous probability distribution dengan durasi rata-rata, standar deviasi, dan varian yang dapat ditentukan.
- b. Distribusi dari durasi jalur kritis dapat ditentukan dari durasi rata-rata, dan varian jalur kritis.

Penentuan t_o , t_p , dan t_m merupakan langkah awal dari PERT, karena ketiga asumsi waktu ini menentukan t_e . Tiga durasi tersebut diasumsikan sebagai fungsi atau generalisasi dari distribusi beta dengan variable durasi aktivitas yang berarti durasi PERT merupakan statistical data tidak keluar dari daerah distribusinya. Fungsi distribusi beta digunakan sebagai dasar untuk menentukan durasi (t_e), standar deviasi (se), dan varian (ve) PERT sebagai berikut :

$$t_e = (t_o + 4m + t_p)/6 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$se = (t_p - t_o)/6 \dots\dots\dots (2.7)$$

$$ve = [(t_p - t_o)/6]^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

t_e : *Expected time*

t_p : *pesimistis time*

t_o : *optimistis time*

se : Standard deviasi

m : most likely

ve : Variansi

Perumusan tersebut menunjukkan bahwa durasi aktivitas diasumsikan sebagai *continuous probability* distribution yaitu distribusi beta. Arti se dan ve adalah sebagai indikator tingkat variabilitas t_e yang kita peroleh. t_e adalah durasi proyek yang diinginkan merupakan jumlah dari t_e jalur

kritis. ve merupakan jumlah ve jalur kritis, demikian juga halnya se yang keduanya adalah gambaran variabilitas dari te . Perhitungan dimungkinkan adanya dua atau lebih jalur kritis, sehingga sebagai te dipilih jalur kritis dengan ve paling besar. (Kusnanto, 2010)

2.8.2 Definisi Parameter PERT

Penentuan tiga durasi ini menimbulkan berbagai macam durasi waktu, sehingga estimasi durasi aktivitas masing-masing perencana berbeda-beda karena perbedaan dalam menentukan to , tp , dan tm . Pengertian to , tp , dan tm menurut adalah :

- a. Durasi aktivitas pada CPM dapat dinyatakan sebagai durasi yang paling mungkin (tm) pada PERT. Durasi aktivitas sebenarnya akan menyimpang disekitar tm .
- b. Durasi optimis (to) adalah durasi yang terjadi saat semua kondisi yang mempengaruhi pelaksanaan konstruksi berada pada keadaan optimal.

$$to = tr - z.se \dots\dots\dots (2.9)$$

- c. Durasi pesimis (tp) adalah durasi aktivitas yang dipengaruhi oleh keadaan yang menimbulkan masalah pada proyek.

$$tp = t + z.se \dots\dots\dots (2.10)$$

Pengertian dari tiga durasi tersebut masih tidak cukup untuk membantu perencana untuk menentukan to , tp , dan tm . (Adrian, 1973) memberi penjelasan bahwa tm memiliki pengaruh lebih besar pada to daripada tp . Pengaruh ini diketahui dari selisih yang ada antara tp dan to . Selisih cukup banyak antara tp dan to dapat diasumsikan bahwa te yang diperoleh memiliki tingkat variabilitas yang tinggi daripada selisih tp dan to lebih kecil. Tingkat variabilitas yang tinggi dari te menunjukkan tingkat ketidakpastian yang besar, sehingga sedikit keyakinan terhadap te tersebut. Tingkat variabilitas ini diukur oleh se dan ve . Nilai se dan ve ini berbanding lurus dengan selisih antara tp dan to , sehingga se dan ve akan besar jika selisih antara tp dan to juga besar.

Penjelasan diatas menyimpulkan bahwa penentuan tiga durasi aktivitas harus memperhatikan tingkat variabilitas yang sekecil mungkin sehingga te yang diperoleh memiliki tingkat keyakinan yang cukup besar. (Kusnanto, 2010)

2.8.3 Teori Probabilitas

Asumsi tiga durasi aktivitas pada PERT menggunakan analisis statistik untuk menentukan perumusanya. Asumsi awal bahwa durasi PERT merupakan fungsi distribusi normal dalam hal ini fungsi distribusi Beta, sehingga probabilitasnya juga demikian yang merupakan salah satu continuous probability distribution. (Danniyanti,2010)

Penelitian menggunakan data dari hasil penelitian lapangan. Data yang diperoleh tersebut terlebih dahulu dibentuk dalam statistical data misalnya berupa lengkung normal yang sesuai dengan teori PERT, bahwa semua durasi tidak terlepas dan pola continuous probability distribution sehingga penentuan setiap durasi tidak sembarang. (Danniyanti,2010)

Fungsi distribusi Beta simetris pada nilai rata-ratanya. Hal ini merupakan asumsi PERT mengenai durasi aktivitas sebagai variabel acak yang mendekati distribusi normal. Penentuan probabilitas durasi aktivitas menggunakan central limit theorem, yakni suatu teori matematis yang menggabungkan aktivitas PERT dengan salah satu continuous probability distribution, dalam hal ini distribusi Beta, untuk menentukan probabilitas durasi pada jalur kritis (Stevens, 1990).

Central limit theorem menyatakan bahwa jika ukuran sampel besar, distribusinya mendekati normal, meskipun distribusi populasi awalnya bukan normal. Hal ini berarti walupun distribusi populasi adalah continuous, diskret, simetris, maupun skewed, central limit theorem menetapkan selama varian populasi terhingga, distribusi sampel mendekati normal, jika ukuran sampel cukup besar. Asumsi PERT dianggap cukup konsisten dengan central limit theorem karena durasi aktivitas dianggap membentuk distribusi normal dengan anggapan bahwa durasi 40 aktivitas adalah variable acak, dengan populasi terhingga pada eksperimen tertentu. (Kusnanto, 2010)

Untuk mengetahui probabilitas mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target $T(d)$ yang dinyatakan dengan rumus:

$$Z = \frac{T(d)-TE}{S} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

- Z = angka kemungkinan mencapai target
- T(d) = target jadwal
- TE = jumlah waktu lintas kritis
- S = deviasi standar kegiatan

2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 penelitian terdahulu

Penelitian dan Tahun Penelitian	Judul	Teknik Analisis	Temuan Penelitian
Taurusyanti, Dewi dan Lesmana (2015)	Optimalisasi Penjadwalan Proyek Jembatan Girder Guna Mencapai Efektifitas Penyelesaian dengan Metode PERT dan CPM pada PT Buana Masa Metalindo	CPM dan PERT	hasil bahwa proyek Jembatan Girder Guna dapat selesai dalam jangka waktu 35 hari dengan peluang mencapai 99,98%, sedangkan biaya mengalami kenaikan sebesar Rp5,915,000 dengan alternatif penambahan jam lembur proyek

Tabel 2.2 penelitian terdahulu (lanjutan)

Penelitian dan Tahun Penelitian	Judul	Teknik Analisis	Temuan Penelitian
CATUR PRIATNO TAHUN (2008)	Proyek Pembangunan gedung kantor berdasarkan metode penetapan jalur kritis (CPM)	CPM	Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan peningkatan biaya sebesar Rp 65.509.817,- akibat pemendekan durasi pelaksanaan pekerjaan dari 68 hari menjadi 53 hari
Ridho dan Syahrizal (2014)	Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor BPS Kota Medan) PERT	CPM dan PERT	Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode CPM proyek pembangunan gedung BPS Kota Medan dapat selesai dalam jangka waktu 112 hari, sedangkan dengan menggunakan metode PERT proyek pembangunan gedung BPS dapat diselesaikan selama 100 hari.

Tabel 2.2 penelitian terdahulu (lanjutan)

Penelitian dan Tahun Penelitian	Judul	Teknik Analisis	Temuan Penelitian
Damyanti (2010)	Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pascasarjana UNDIP)	CPM dan PERT	Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan percepatan waktu 150 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp. 21.086.217.636,83 dari waktu direncana 175 dengan anggaran biaya Rp. 21.060.000.000,00
Sahid (2012)	<i>Implementasi Critical Path Method dan PERT Analysis pada Proyek Global Technology for Local Community</i>	CPM dan PERT	Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa proyek dapat diselesaikan lebih cepat 5 minggu dengan empat buah jalur kritis jika menggunakan CPM, sedangkan jika menggunakan analisis PERT memperlihatkan bahwa proyek dapat selsai lebih cepat 2 minggu dengan dua buah jalur kritis dan memberikan peluang keberhasilan sebesar 92,46%.

Tabel 2.2 penelitian terdahulu (lanjutan)

Penelitian dan Tahun Penelitian	Judul	Teknik Analisis	Temuan Penelitian
CHARLES SIRAIT (2011)	Analisa waktu penyelesaian proyek pembangunan perumahan palm beach pakuwon city dengan menggunakan metode <i>network planning</i>	<i>Network planning</i> , CPM	Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan penghematan biaya sebesar Rp 10.765.228.65,- akibat pemendekan durasi pelaksanaan pekerjaan dari 192 hari menjadi 107 hari