

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Proyek

Soeharto (1999:2) Kegiatan proyek diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas.

Tampubolon (2004) menerjemahkan proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya bisa terjadi sekali, dimana pelaksanaannya dari awal hingga akhir dibatasi oleh kurun waktu tertentu. Sedangkan Munawaroh (2003) menjelaskan proyek adalah bagian dari program kerja suatu organisasi yang sifatnya sementara untuk menunjang pencapaian tujuan organisasi tersebut, dengan memanfaatkan sumber daya manusia ataupun non sumber daya manusia. Proyek adalah suatu kegiatan yang memiliki batas durasi waktu dalam pengerjaannya.

Menurut Dimiyati, (2014:10), Terdapat berbagai jenis kegiatan proyek, yang secara garis besar berkaitan dengan pengkajian aspek ekonomi, keuangan, permasalahan lingkungan, design engineering, marketing, manufaktur, dan lain-lain. Akan tetapi fakta yang terjadi, kita tidak bisa membagi-bagi suatu proyek kepada satu jenis tertentu saja, karena umumnya kegiatan proyek adalah gabungan dari berbagai jenis kegiatan sekaligus. Akan tetapi jika diperhatikan dari aktivitas paling mencolok yang dilakukan pada sebuah proyek, kita bisa mengategorikan proyek sebagai berikut:

a. **Proyek Engineering-Konstruksi**

Adalah kegiatan pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi.

b. **Proyek Engineering-Manufaktur**

Bertujuan untuk membuat sebuah produk baru, meliputi pengembangan produk, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan.

c. **Proyek Penelitian dan Pengembangan**

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

d. **Proyek Pelayanan Manajemen**

Proyek pelayanan manajemen tidak memberikan output hasil dalam bentuk fisik, akan tetapi laporan akhir.

e. **Proyek Kapital**

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

f. **Proyek Radio-Telekomunikasi**

Bertujuan membangun sebuah jaringan telekomunikasi yang bisa menjangkau area yang luas dengan biaya seminim mungkin.

g. **Proyek Konservasi Bio-Diversity**

Merupakan proyek yang berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan.

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa proyek merupakan sebuah gabungan kegiatan yang direncanakan yang dimulai dari awal sampai akhir dengan memperkirakan batas durasi waktu, biaya, dan kualitas, supaya mampu menghasilkan barang atau jasa yang berkualitas.

2.1.1 Jenis-Jenis Proyek

Pekerjaan proyek bisa dikategorikan kedalam beberapa jenis, diantaranya 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, video 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 Tahapan Siklus Proyek

Menurut Gray (2007), tahapan-tahapan proyek terbagi dalam enam tahap, yakni sebagai berikut.

- 1) Tahap Identifikasi

Yaitu menentukan calon-calon proyek yang perlu dipertimbangkan untuk dilaksanakan.

2) Tahap Formulasi

Yakni mengadakan persiapan pekerjaan dengan melakukan prastudi kelayakan dengan cara meneliti sejauh mana calon-calon proyek dapat dilaksanakan menurut aspek-aspek teknis, institusional, sosial, dan eksternalitas.

3) Tahap Analisis

Yaitu mengadakan 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 Manajemen Proyek

Soeharto (1999:21) manajemen proyek adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan.

Manajemen proyek adalah ilmu dan seni yang berhubungan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, mutu, jadwal, dan biaya, serta memenuhi keinginan para stakeholder (PMI dalam Soeharto, 1999:37).

Menurut Schwalbe (2004) manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan, keahlian, peralatan dan teknik untuk kegiatan proyek yang sesuai dengan kebutuhan proyek. Sedangkan menurut Hughes dan Mike (2002) manajemen proyek merupakan suatu cara untuk menyelesaikan masalah yang harus dipaparkan oleh user, kebutuhan user harus terlihat jelas dan harus terjadi komunikasi yang baik agar kebutuhan user bisa diketahui. Manajemen proyek memiliki peran khusus dalam struktur organisasi tradisional yang sangat birokratis dan tidak dapat dengan cepat merespon perubahan lingkungan.

2.2.1 Tujuan Manajemen 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.

2.2.2 Tahapan Manajemen Proyek

Manajemen proyek dilakukan dalam tiga fase (Prasetya dan Fitri, 2009), yaitu:

- 1) Perencanaan, fase ini mencakup penetapan sasaran, mendefinisikan proyek dan organisasi timnya.

- 2) Penjadwalan, fase ini menghubungkan orang, uang dan bahan untuk kegiatan khusus, dan menghubungkan masing-masing kegiatan satu dengan yang lainnya.
- 3) Pengendalian, pada fase ini mengawasi sumber daya, biaya, kualitas dan anggaran.

2.3 Gantt Chart

Menurut Schwalbe (2004:192), penjadwalan proyek bisa digambarkan dengan menggunakan Gantt Chart. Gantt chart menampilkan format standard untuk menampilkan informasi jadwal proyek dengan membuat daftar aktivitas proyek dan bersesuaian dengan tanggal mulai dan selesai proyek dengan format kalender.

Dikutip dari <http://dosen.amikom.ac.id/downloads/materi/>, Gantt Chart memiliki beberapa karakteristik, antara lain :

1. *Gantt chart* secara luas dikenal sebagai alat *fundamental* dan mudah diterapkan oleh para manajer proyek untuk memungkinkan seseorang melihat dengan mudah waktu dimulai dan selesainya tugas-tugas dan sub-sub tugas dari proyek.
2. Semakin banyak tugas-tugas dalam proyek dan semakin penting urutan antara tugas-tugas maka semakin besar kecenderungan dan keinginan untuk memodifikasi *gant chart*.
3. *Gantt chart* membantu menjawab pertanyaan-pertanyaan "*what if*" saat melihat kesempatan-kesempatan untuk membuat perubahan terlebih dahulu terhadap kebutuhan.

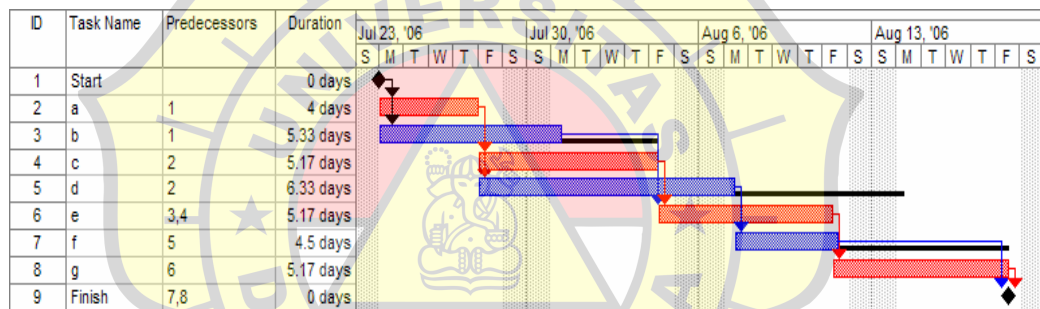
Keuntungan menggunakan *Gantt chart* :

1. Sederhana, mudah dibuat dan dipahami, sehingga sangat bermanfaat sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan proyek.

2. Dapat menggambarkan jadwal suatu kegiatan dan kenyataan kemajuan sesungguhnya pada saat pelaporan.
3. Bila digabungkan dengan metode lain dapat dipakai pada saat pelaporan.

Kelemahan Gantt Chart :

1. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dan kegiatan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
2. Sulit mengadakan penyesuaian atau perbaikan/pembaharuan bila diperlukan, karena pada umumnya ini berarti membuat bagan balok baru.



Gambar 2.1

Gantt Chart

(Sumber : <http://en.wikipedia.org/wiki/PERT>)

2.4 Pengertian CPM (Critical Path Method)

Metode jalur kritis *critical path method* (CPM) menurut Levin dan Kirkpatrick (1972) yaitu metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Metode CPM banyak digunakan oleh kalangan industri atau proyek konstruksi. Cara ini dapat digunakan jika durasi pekerjaan dapat diketahui dan tidak terlalu berfluktuasi.

Sedangkan Siswanto (2007) mendefinisikan CPM sebagai model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis.

CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berupaya mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan waktu penyelesaian total proyek. Penggunaan metode CPM dapat menghemat waktu dalam menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek. CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan. Network, (Jaringan Kerja) pada prinsipnya 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.

2.4.1 Jaringan Kerja (Network Diagram)

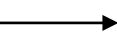
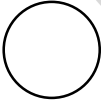
Network Diagram dalam hal ini dapat kita terjemahkan sebagai visualisasi proyek berbentuk rangkaian diagram berdasarkan *network planning*. Network diagram berupa jaringan kerja yang berisi urutan-urutan kegiatan yang membentuk lintasan-lintasan kegiatan. Keterkaitan suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya dapat dengan mudah terlihat menggunakan *Network Diagram*, sehingga bila sebuah kegiatan terlambat maka dengan segera dapat dilihat kegiatan apa saja yang terpengaruh oleh keterlambatan tersebut dan berapa besar pengaruhnya. Juga dengan network diagram dapat diketahui kegiatan-kegiatan mana saja atau lintasan-lintasan mana saja yang kritis, yang kemudian akan menjadi kegiatan/lintasan prioritas (perhatian utama).

Oleh karena itu dapat dimengerti bahwa sebuah network diagram yang tepat dan dipakai secara konsekuen merupakan alat yang sangat menolong dalam penyelenggaraan proyek, dengan syarat bila dalam penggunaan network planning

terhadap penyelenggaraan suatu proyek ataupun kegiatan, network diagramnya harus tepat dan digunakan secara konsekuen. (Haedar Ali, 1995: 8).

2.4.2 Simbol – Simbol dalam CPM

Adapun simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu network adalah sebagai berikut :

- a.  (**anak panah/busur**), mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan duration (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah resources (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini sama sekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.
- b.  (**lingkaran kecil/simpul/node**), mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau event. Kejadian (event) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor. Kegiatan-kegiatan yang berawal dari saat kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahulukan kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.

- c. -----► **(anak panah terputus-putus)**, menyatakan kegiatan semu atau dummy activity. Setiap anak panah memiliki peranan ganda dalam mewakili kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. Dummy di sini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan dummy ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan dummy tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.
- d. ►► **(anak panah tebal)**, merupakan kegiatan pada lintasan kritis. Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikutiaturan- aturan sebagai berikut (Hayun, 2005) :
- 1) Di antara dua kejadian (event) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
 - 2) Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
 - 3) Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
 - 4) Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (initial event) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (terminal event).

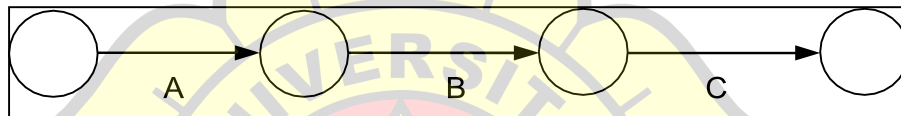
2.4.3 Lintasan Kritis

Jalur kritis menurut Render dan Jay (2006) merupakan sebuah rangkaian aktivitas-aktivitas dari sebuah proyek yang tidak bisa ditunda waktu pelaksanaannya dan menunjukkan hubungan yang saling berkaitan satu sama lain. Semakin banyak jalur kritis dalam suatu proyek, maka akan semakin banyak pula

aktivitas yang harus diawasi. Akumulasi durasi waktu paling lama dalam jalur kritis akan dijadikan sebagai estimasi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jalur kritis diperoleh dari diagram jaringan yang memperlihatkan hubungan dan urutan kegiatan dalam suatu proyek.

Adapun logika ketergantungan kegiatan-kegiatan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

- a. Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai dan kegiatan C dimulai setelah kegiatan B selesai, maka hubungan antara kegiatan tersebut dapat di lihat pada gambar 2.2.

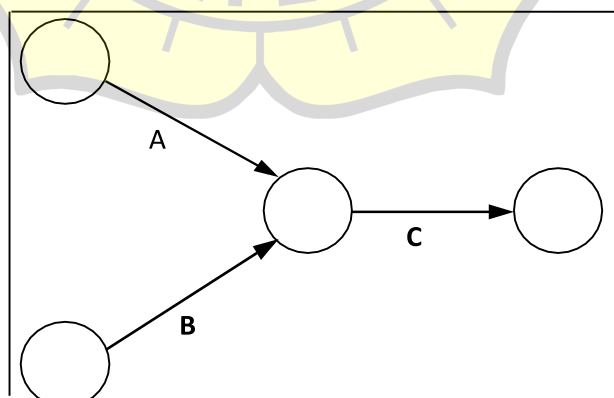


Gambar 2.2

Kegiatan A pendahulu kegiatan B & kegiatan B pendahulu kegiatan C

Sumber: Render & Jay, 2006

- b. Kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, hubungan kegiatannya dapat dilihat pada Gambar 2.3.

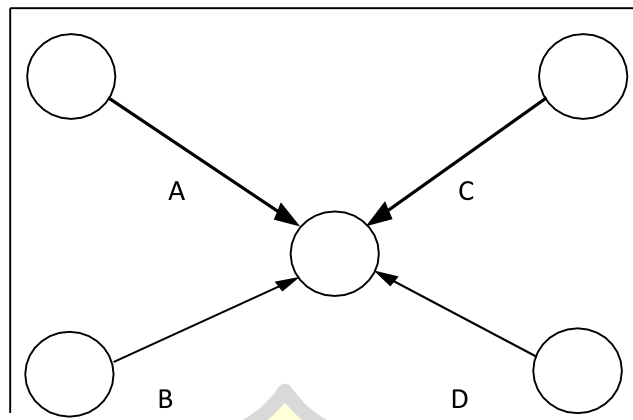


Gambar 2.3

Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C

Sumber: Render & Jay, 2006

- c. Jika kegiatan A dan B harus dimulai sebelum kegiatan C dan D maka dapat di lihat pada gambar 2.4.

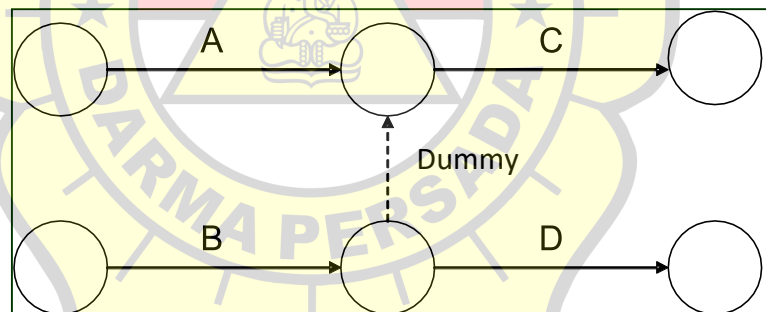


Gambar 2.4

Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D

Sumber: Render & Jay, 2006

- d. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, tetapi D sudah dapat dimulai bila kegiatan B sudah selesai, maka dapat dilihat pada gambar 2.5.

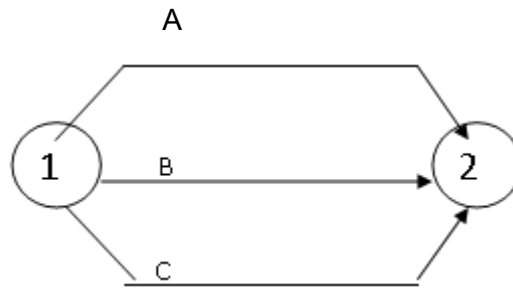


Gambar 2.5

Kegiatan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D

Sumber: Render & Jay, 2006

- e. Jika kegiatan A,B, dan C mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama, maka kita tidak boleh menggambarannya seperti pada gambar 2.6.

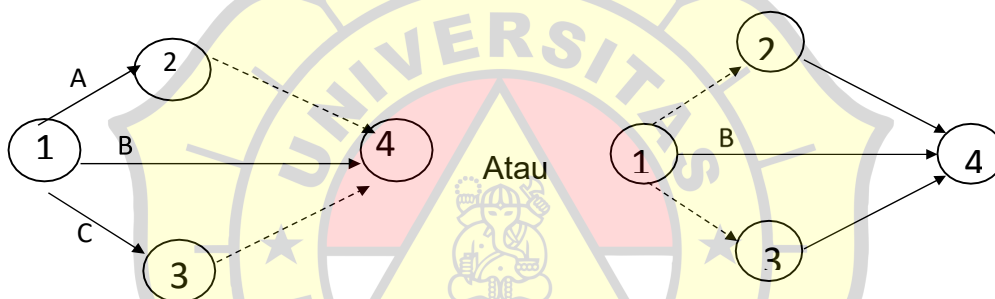


Gambar 2.6

Gambar yang salah bila kegiatan A, B dan C mulai dan selesai pada kejadian yang sama

Sumber: Render & Jay, 2006

Untuk membedakan ketiga kegiatan itu, maka masing-masing harus digambarkan dummy seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2.7

Kegiatan A, B, dan C mulai dan selesai pada kejadian yang sama

Sumber: Render & Jay, 2006

2.5 Analisa Waktu Proyek

Proyek dapat dikatakan sebagai kegiatan terencana dan berurutan yang hanya berlangsung sekali dimana dalam kegiatan tersebut memiliki saat awal dan saat akhir. Proyek adalah serangkaian kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya yang tersedia dan bertujuan untuk melaksanakan tugas yang telah ditetapkan. Perencanaan sangat penting didalam pelaksanaan proyek. Perencanaan yang tidak sesuai akan mengakibatkan kesulitan didalam pelaksanaannya. Oleh karena itu, perencanaan proyek harus

sesuai dengan batasan yang dimiliki dan tujuan yang ingin dicapai. Fungsi perencanaan proyek yaitu sebagai sarana komunikasi bagi seluruh pihak terkait, dasar dalam pengalokasian sumber daya, dan tolak ukur di dalam pengendalian. Dari uraian di atas dapat dikatakan bahwa manajemen proyek sangat penting diterapkan dalam kasus ini. Manajemen proyek adalah usaha merencanakan, mengorganisir, mengarahkan dan mengkoordinasi serta mengawasi kegiatan dalam proyek sedemikian rupa sehingga sesuai dengan jadwal, waktu, dan anggaran yang telah ditetapkan.

2.5.1 Faktor Penentu Lama Kegiatan

Yang dimaksud dengan kegiatan adalah jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan yaitu mulai dari saat awal pada saat kegiatan mulai dikerjakan sampai pada saat akhir pada kegiatan selesai dikerjakan. Adapun satuan waktu dalam mengukur lama kegiatan tergantung dari macam kegiataannya, satuan tersebut bisa dalam menit, jam, hari, minggu, bulan, dan tahun. Pada umumnya satuan waktu untuk kegiatan-kegiatan dalam penyelenggaraan proyek adalah dengan menggunakan hari untuk satuan waktu pada penyelesaian.

2.5.2 Saat Paling Awal (SPA)

Saat paling awal (SPA) maksudnya adalah saat paling awal suatu peristiwa mungkin terjadi dan tidak mungkin terjadi sebelumnya. Dalam menentukan dan memformulasikan SPA agar dalam network diagram yang dibuat tidak mengalami kesalahan. Oleh karena itu, dibutuhkan hal-hal sebagai berikut:

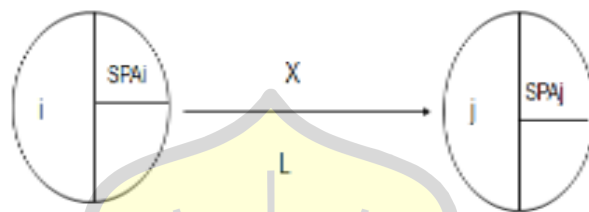
1. Persyaratan dalam saat paling awal (SPA)
 - a) Network diagram yang tepat telah tersedia.
 - b) Nomor peristiwa dari network diagram telah ditentukan.

c) Semua kegiatan yang ada dalam network diagram telah ditetapkan lama kegiatan perkiraan.

d) Secara formatif untuk menentukan saat paling awal.

2. Perumusan saat paling awal (SPA)

Untuk sebuah kegiatan menuju sebuah peristiwa terlihat pada gambar 2.8 berikut ini:



Gambar 2.8

Sebuah kegiatan menuju sebuah peristiwa

Sumber: Haedar Ali, Tubagus, "Prinsip-Prinsip Network Planning, 1992"

Keterangan:

x = Kegiatan

j = Peristiwa akhir kegiatan x

i = Peristiwa awal kegiatan x

L = Lama kegiatan x

SPA_i = Saat paling awal peristiwa awal

SPA_j = saat paling awal peristiwa akhir

3. Prosedur menghitung saat paling awal (SPA)

Prosedur atau cara yang diikuti dalam menghitung dan menentukan saat paling awal peristiwa-peristiwa dalam sebuah network diagram adalah sebagai berikut:

a) Hitung atau tentukan saat paling awal dari peristiwa awal dari nomor 1 sampai dengan nomor maximum.

b) Pada posisi awal $SPA(1) = 0$

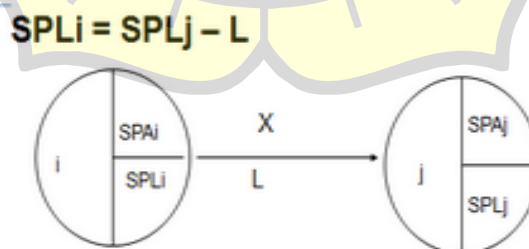
c) Pada setiap posisi j , $SPA_j = \text{Max}(SPA_i + L)$

2.5.3 Saat Paling Lambat (SPL)

Saat Paling Lambat (SPL) adalah saat paling lambat suatu peristiwa boleh terjadi dan tidak boleh sesudahnya (meskipun itu mungkin) sehingga proyek mungkin selesai pada waktu yang telah direncanakan. Dalam menentukan dan memformulasikan saat paling lambat (SPL) agar dalam *network diagram* yang dibuat tidak mengalami kesalahan oleh karena itu, dibutuhkan hal-hal sebagai berikut:

1. Persyaratan dalam saat paling lambat (SPL)
 - a) Network diagram yang tepat telah tersedia.
 - b) Telah dihitung saat paling awal (SPA) pada network diagram.
 - c) Jika hanya ada sebuah kegiatan keluar dari sebuah peristiwa maka SPL peristiwa tersebut saat paling lambat mulainya kegiatan.
2. Perumusan Saat Paling Lambat (SPL)

Untuk sebuah kegiatan menuju ke sebuah peristiwa terlihat pada gambar 2.9 berikut ini:



Gambar 2.9

Sebuah kegiatan keluar dari sebuah peristiwa

Sumber: Haedar Ali, Tubagus, "Prinsip-Prinsip Network Planning, 1992"

3. Prosedur menghitung saat paling lambat (SPL)

- a) Hitung saat paling lambat (SPL) mulai dari nomor maximum mundur berturut-turut sampai dengan posisi awal
- b) Saat paling lambat (SPL) sama dengan saat paling awal (SPA) peristiwa akhir (maksimal), $SPL_j = SPA_j$
- c) Pada setiap $i = SPL_i = \min (SPL_j - L)$ pada posisi awal $SPL(1) = 0$

2.5.4 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis

Tujuan penggunaan *network planning* dalam penyelenggaraan proyek antara lain adalah diusahakan agar proyek selesai pada saat yang telah direncanakan. Untuk dapat mencapai tujuan ini, caranya yaitu dengan melaksanakan kegiatan-kegiatan sesuai dengan rencana yang tertera pada *network diagram*. Dalam implementasi pencapaian tujuan, tidak selalu selamanya tepat waktu, tetapi bisa saja terjadi kemungkinan keterlambatan pelaksanaan. Ada beberapa kegiatan mempunyai batasan toleransi keterlambatan, sehingga kegiatan-kegiatan yang keterlambatannya masih dalam toleransi tidak akan menyebabkan keterlambatan selesainya proyek, namun ada kegiatan yang diluar toleransi.

Kegiatan satu yang mengalami keterlambatan namun kegiatan lain waktu tergantung terlambatnya kegiatan satu tersebut. Kegiatan-kegiatan yang tidak memiliki toleransi waktu keterlambatan tersebut disebut dengan kegiatan-kegiatan kritis.

Untuk mengetahui kegiatan-kegiatan kritis, perlu ditentukan dahulu peristiwa yang termasuk kritis, lalu kegiatan kritis, dan lintasan kritisnya yang terdapat pada *network diagram*, yaitu sebagai berikut:

1. Peristiwa Kritis

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu atau saat paling awal (SPA) sama dengan saat paling akhir (SPL) nya atau $SPL - SPA = 0$.

2. Kegiatan Kritis

Kegiatan kritis adalah kegiatan yang sangat sensitif terhadap keterlambatan, sehingga bila sebuah kegiatan kritis terlambat satu hari saja maka umur proyek akan mengalami keterlambatan selama satu hari, suatu kegiatan dikatakan sebagai kegiatan kritis bila :

- a) Kegiatan tersebut terletak diantara dua peristiwa kritis.
- b) Namun antara dua peristiwa kritis belum tentu terdapat kegiatan kritis.

Antara dua peristiwa kritis terdapat kegiatan kritis bila:

$$SPA_i + L = SPA_j \text{ atau } SPA_i + L = SPL_j$$

3. Lintasa Kritis

Lintasan kritis adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan kritis, peristiwa kritis dan dummy (jika ada):

- a) Umur lintasan kritis sama dengan umur proyek
- b) Lintasan kritis adalah lintasan yang paling lama umur pelaksanaannya dari semua lintasan yang ada.

2.5.5 Tenggang Waktu Kegiatan

Tenggang waktu kegiatan (activity float) adalah jangka waktu yang merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan kegiatan syarat menghitung tenggang waktu kegiatan antara lain:

1. Telah ada network diagram yang tepat.
2. Lama kegiatan perkiraan masing masing kegiatan telah ditentukan.

Berdasarkan network diagram tersebut telah dihitung saat paling awal (SPA) dan saat paling lambat (SPL). Ada tiga mmacam tenggang waktu kegiatan yaitu sebagai berikut:

1. *Total Float (TF)*

Jangka waktu saat paling lambat peristiwa akhir (SPLj) kegiatan yang bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat awal peristiwa awal (SPAi). Rumus yang digunakan untuk menghitung TF adalah sebagai berikut:

$$TF = SPLj - L - SPAi$$

2. *Free Float*

Jangka waktu saat paling awal peristiwa akhir (SPAj) kegiatan bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat awal peristiwa awal (SPAi). Rumus yang digunakan untuk menghitung TF adalah sebagai berikut:

$$FF = SPAj - L - SPAi$$

3. *Independent Float*

Jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa akhir (SPLj) kegiatan yang bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan dan apabila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling lambat peristiwa awal (SPLi). Rumus yang digunakan untuk menghitung IF adalah sebagai berikut:

$$IF = SPAj - L - SPLi$$

2.5.6 Mempercepat Umur Proyek

Keadaan yang dihadapi disini adalah adanya perbedaan antara umur perkiraan proyek dengan umur rencana proyek. Umur rencana proyek biasanya lebih pendek dari pada umur perkiraan proyek. Seperti telah diuraikan dahulu, umur perkiraan proyek ditentukan oleh lintasan kritis yang terlama waktu pelaksanaannya, dan waktu pelaksanaan tersebut merupakan jumlah lama kegiatan perkiraan dari kegiatan-kegiatan kritis yang membentuk lintasan tersebut. Sedangkan umur rencana proyek ditentukan berdasarkan kebutuhan manajemen dan atau sebab-sebab lain. Supaya proyek dapat diselesaikan sesuai rencana, umur perkiraan proyek harus disamakan dengan unsur rencana proyek, caranya dengan mempercepat lama kegiatan perkiraan antar proporsional.

1. Syarat mempercepat umur proyek

Syarat yang harus dipenuhi agar dapat mempercepat umur proyek adalah:

- a) Network diagram sudah dibuat.
- b) Lama perkiraan masing-masing kegiatan sudah ditentukan.
- c) Telah dihitung SPA.
- d) Telah dihitung SPL.
- e) Tentukan umur rencana (UREN).

2. Prosedur mempercepat umur proyek

Prosedur yang harus dipenuhi agar dapat mempercepat umur proyek adalah:

- a) Buat network diagram dengan nomor nomor peristiwa yang telah lengkap.
- b) Dengan dasar saat paling awal (SPA) = 0 dihitung peristiwa lainnya. Umur perkiraan proyek (UPER) adalah saat paling awal peristiwa akhir.
- c) Dengan dasar saat paling lambat peristiwa akhir network diagram (SPL m) = umur proyek direncanakan (UREN).

- d) Hitung total float (TF) semua kegiatan yang ada, bila tidak ada total float yang berharga negatif proses perhitungan selesai cari lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan yang total floatnya (TF) nya masing-masing sebesar.

$$\text{Total float (TF)} = \text{UREN} - \text{UPER}$$

$$\text{Total float (TF)} = \text{SPLm} - \text{SPAm}$$

$$\text{Total float (TF)} = \text{SPLi} - \text{SPAi}$$

- e) Total Float (TF) Negatif

1. Lama kegiatan dari setiap kegiatan tersebut dalam satu lintasan,

$$n = 1, 2, 3, \dots, z$$

2. Hitung lama kegiatan baru dengan rumus:

$$\text{Ln (baru)} = \frac{\text{Ln (lama)} + \text{Ln (lama)} \times (\text{UREN} - \text{UPER})}{\text{Li}}$$

Keterangan:

Ln (baru) = Lama kegiatan baru

Ln (lama) = Lama kegiatan Lama

Li = Jumlah lama kegiatan pada satu lintasan yang harus dipercepat

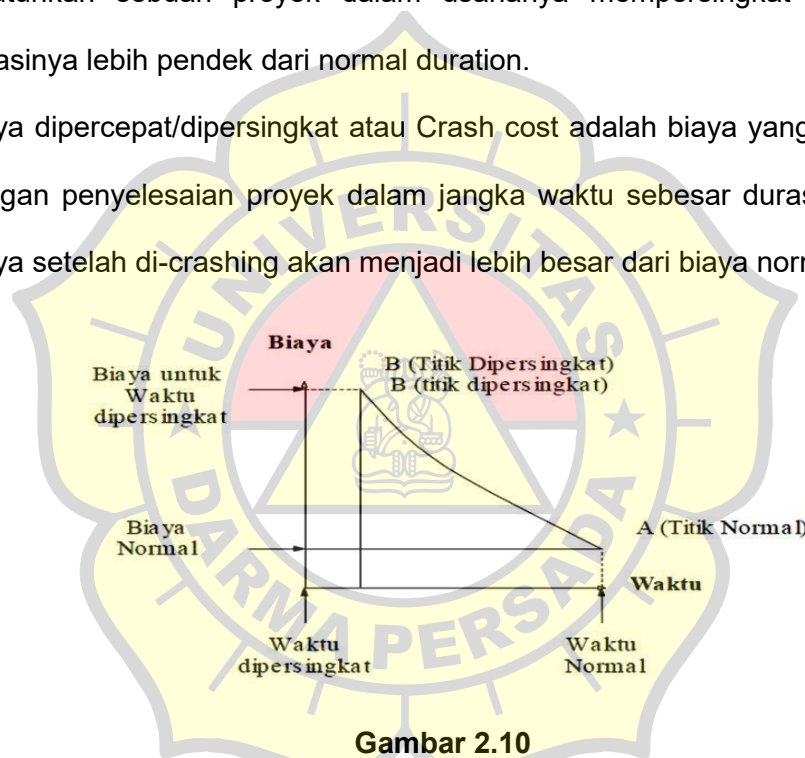
UREN = Umur rencana proyek

UPER = Umur perkiraan proyek Kembali ke langkah 1

2.5.7 Analisa Hubungan Waktu Dengan Biaya Proyek

Dengan diketahuinya kurun waktu penyelesaian proyek, maka perkembangan lebih lanjut yaitu memperpendek kurun waktu dengan penambahan biaya. Oleh karena itu diadakan hubungan antara waktu dengan biaya (time – cost trade off), sedangkan metode yang digunakan ialah metode CPM. seperti gambar dibawah ini dapat dilihat digambar 2.10. Batasan atau definisi yang erat hubungan dengan perhitungan ini adalah :

1. Kurun waktu normal atau Normal duration adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktifitas atau kegiatan dengan sumber daya normal yang ada tanpa adanya tambahan biaya lain dalam sebuah proyek.
2. Biaya normal atau Normal cost adalah biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam waktu normal. Perkiraan biaya ini adalah pada saat perencanaan dan penjadwalan bersamaan dengan penentuan waktu normal.
3. Kurun waktu dipercepat/dipersingkat atau Crash duration adalah waktu yang dibutuhkan sebuah proyek dalam usahanya mempersingkat waktu yang durasinya lebih pendek dari normal duration.
4. Biaya dipercepat/dipersingkat atau Crash cost adalah biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam jangka waktu sebesar durasi crash-nya. Biaya setelah di-crashing akan menjadi lebih besar dari biaya normal.



Gambar 2.10

Hubungan waktu-biaya normal dan biaya dipersingkat

Sumber: Soeharto Imam, Manajemen Proyek Industri, 1990.

Setelah hubungan ongkos dan waktu ditentukan. Langkah selanjutnya adalah menyelesaikan aktifitas proyek dalam durasi normal. Kemudian menentukan lintasan kritis dan ongkos langsung. Pengurangan hanya efektif apabila durasi aktifitas yang dikurangi, maka yang perlu diperhatikan adalah aktifitas kritis saja. Agar diperoleh pengurangan durasi dengan ongkos sekecil mungkin, maka aktifitas kritis yang mempunyai kemiringan garis ongkos waktu

harus ditekan. Banyaknya aktifitas dapat ditekan dibatasi oleh crash time masing-masing, batasan lain harus diperhitungkan sebelum menentukan jumlah aktifitas yang mungkin mempunyai lintasan kritis baru pula.

Dari jadwal baru ini dipilih aktifitas kritis yang mempunyai kemiringan terkecil untuk dipercepat pelaksanaannya (dipercepat samapi seluruh aktifitas kritis berada pada crash time masing – masing). Gambar kurva merupakan hasil akhir dari perhitungan yang menunjukkan hubungan ongkos dengan waktu. Analisa dari persoalan ini bergantung pada kemiringan (slope) garis ongkos waktu untuk berbagai aktifitas yang dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Slope biaya} = \frac{\text{Biaya dipersingkat} - \text{Biaya normal}}{\text{Waktu normal} - \text{Waktu dipersingkat}}$$

Berikut ini merupakan macam-macam biaya yang dipergunakan dalam suatu proyek:

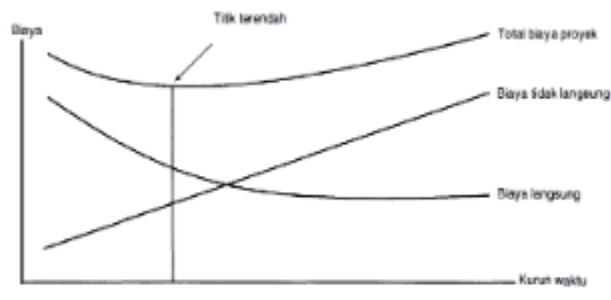
1. Biaya Langsung

Merupakan biaya-biaya yang bergantung pada volume pekerjaan yang dilaksanakan tetapi bergantung pada lamanya waktu pelaksanaan.

2. Biaya Tidak Langsung

Merupakan biaya-biaya yang tidak bergantung pada volume pekerjaan yang dilaksanakan tetapi bergantung pada lamanya waktu pelaksanaan pekerjaan.

Biaya-biaya diatas semakin tinggi bila penyelesaian proyek semakin lambat, sedangkan biaya rata-rata perhari akan semakin rendah. Dengan menjumlahkan biaya langsung dan tak langsung akan menghasilkan total biaya proyek. Berikut ini merupakan grafik yang menunjukkan hubungan ketiga biaya tersebut, akan terlihat bahwa biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.



Gambar 2.11

Hubungan biaya total, langsung dan tidak langsung

Jadi total biaya proyek adalah sama dengan jumlah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Terlihat bahwa biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.

2.6 Alokasi Sumber Daya

Sumber daya pada aktifitas ini digambarkan dalam bentuk biaya, dimana biaya yang ada mencakup biaya material dan upah tenaga kerja. Untuk pemerataan sumber daya didapatkan dengan pemerataan jumlah sumber daya dalam satuan mingguan yang dibutuhkan dalam setiap aktifitas proyek.

Untuk memperjelas pengalokasian digunakan grafik "S" yaitu suatu grafik yang disusun untuk menunjukkan antara nilai kumulatif biaya atau jam orang yang telah digunakan untuk presentase (%) penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Grafik yang dibuat dengan sumbu vertical menunjukkan nilai kumulatif biaya atau jam orang atau penyelesaian pekerjaan dan sumbu horizontal menunjukkan waktu kalender masing-masing dari angka 0 sampai 100. Bila grafik tersebut dibandingkan dengan grafik serupa yang disusun berdasarkan perencanaan dasar maka akan segera terlihat jika terjadi penyimpangan. Grafik "S" sangat berfaedah untuk dipakai sebagai laporan bulanan dan laporan pimpinan proyek maupun perusahaan karena dapat dengan jelas menyajikan masalah-masalah atau persoalan kemajuan proyek dalam bentuk yang mudah dipahami.

2.7 Metode Kurva “S”

Kurva ini merupakan kurva yang disusun untuk menunjukkan hubungan antara nilai kumulatif biaya atau jam-orang (man hours) yang telah digunakan atau persentase (%) penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Dengan demikian pada kurva-S dapat digambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang berlangsungnya proyek atau pekerjaan dalam bagian dari proyek. Dengan membandingkan kurva tersebut dengan kurva yang serupa yang disusun berdasarkan perencanaan, maka akan segera terlihat dengan jelas apabila terjadi penyimpangan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan kurva “S”, adalah sebagai berikut :

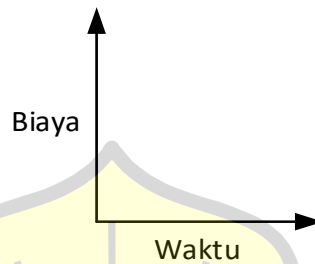
1. Hitung bobot dari setiap pekerjaan, dengan cara :

$$\text{Bobot Pekerjaan} = \frac{\text{Biaya Tiap Pekerjaan}}{\text{Biaya Total}} \times 100\%$$

2. Distribusikan bobot setiap pekerjaan sesuai dengan jadwal yang direncanakan.
3. Jumlahkan bobot-bobot tersebut untuk setiap kurun waktu.
4. Plotkan nilai-nilai tersebut pada skala suatu diagram untuk mendapatkan kurva “S”.

Kurva “S” dibuat dengan sumbu vertical menunjukkan nilai kumulatif biaya atau jam-jam orang untuk menyelesaikan pekerjaan dan sumbu horizontal menunjukkan waktu kalender masing-masing dan angka 0 – 100, pada umumnya akan berbentuk huruf S. Hal ini disebabkan karena kegiatan proyek lazimnya berlangsung sebagai berikut.

- Kemajuan pada awalnya bergerak lambat.
- Diikuti oleh kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama.
- Akhirnya kemajuan kegiatan menurun kembali dan berhenti pada titik akhir presentase penyelesaian 100%.



Gambar 2.12
Bentuk Kurva S

- **Prosedur Metode Kurva Biaya**
 Bila suatu aktivitas dalam proyek dilaksanakan, maka aktivitas tersebut memerlukan tiga hal yang utama dan saling berkaitan, yaitu:
 1. Sumber daya, meliputi manusia (tenaga kerja), mesin dan peralatan.
 2. Lamanya waktu yang digunakan untuk menyelesaikan suatu proyek.
 3. Sumber dana, biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan aktifitas-aktifitas, pembelian material, dan lain-lain.