

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. Definisi manajemen

- a. Stone dan wenkel ; manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin dan mengendalikan usaha-usaha anggota organisasi, serta proses penggunaan sumber daya organisasi, untuk mencapai tujuan-tujuan organisasi yang sudah ditetapkan.
- b. Harold kezner ; manajemen klasik merupakan suatu kegiatan yang dalam pelaksanaannya selalu mempertimbangkan ilmu prinsip atau fungsi yaitu perencanaan, pengendalian, pengorganisasian, pengaturan dan pengarahan.
- c. Mary packer follet ; manajemen sebagai seni menyelesaikan pekerjaan melalui orang lain.
- d. Koonetz & donnel ; manajemen menghubungkan pencapaian sesuatu tujuan melalui atau dengan orang lain.

Dari definisi diatas dapat disimpulkan bahwa manajemen dapat didefinisikan dari beberapa aspek, namun demikian pengertian manajemen pada dasarnya mencakup suatu metode atau teknik untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara sistematis dan efektif, melalui tindakan-tindakan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengawasan (*controlling*) dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efisien.

3.2. Definisi proyek

- a. D.I. cleland dan W.R. kings ; proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai tujuan tertentu.
- b. J.A. bent ; proyek adalah kegiatan yang mempunyai ukuran, kompleksitas dan karakteristik, sedangkan ukuran proyek meliputi kecil, sedang dan

- c. Proyek adalah suatu usaha sementara yang dilaksanakan untuk menghasilkan suatu produk atau jasa yang unik. (Buku panduan PMBOK)
- d. Proyek adalah suatu kegiatan investasi yang menggunakan faktor-faktor produksi untuk menghasilkan barang dan jasa yang diharapkan dapat memperoleh keuntungan dalam suatu periode tertentu. (Bappenas TA-SRRP, 2003)

Dengan demikian proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu, dengan alokasi sumber daya terbatas dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang telah digariskan.

Sedangkan menurut Soeharto, 1997.

Proyek adalah kegiatan sekali lewat dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang telah ditentukan. Menurut Soeharto, 1997 : Proyek mempunyai ciri pokok sebagai berikut :

1. Bertujuan menghasilkan lingkup (*deliverable*) tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir.
2. Dalam proses mewujudkan lingkup di atas, ditentukan jumlah biaya, jadwal serta kriteria mutu.
3. Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan titik akhir ditentukan dengan jelas.
4. Non rutin, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Proyek mempunyai tiga karakteristik yang dapat dipandang secara tiga dimensi. Tiga karakteristik tersebut adalah :

1. Bersifat unik

Keunikan dari proyek konstruksi adalah : tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis (tidak ada proyek yang identik, yang ada adalah

2. Dibutuhkan sumber daya (*resource*)

Setiap proyek membutuhkan sumber daya yaitu pekerja, uang, mesin, metode dan material. Dalam kenyataannya, mengorganisasi pekerja lebih sulit daripada sumber daya lainnya.

3. Organisasi

Segala sesuatu yang berhubungan dengan cara bagaimana mengatur dan mengalokasikan kegiatan serta sumber daya kepada para peserta kelompok (organisasi) agar dapat mencapai sasaran secara efisien. Hal ini berarti perlunya pengaturan peranan masing-masing anggota. Peranan ini kemudian dijabarkan menjadi pembagian tugas, tanggung jawab, dan otoritas. Atas dasar pembagian tersebut selanjutnya disusun struktur organisasi.

Dalam proses mencapai tujuan ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besar biaya atau anggaran yang dialokasikan, jadwal, serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Ketiga batasan diatas disebut tiga kendala (*triple constrain*) yaitu :

1. Anggaran

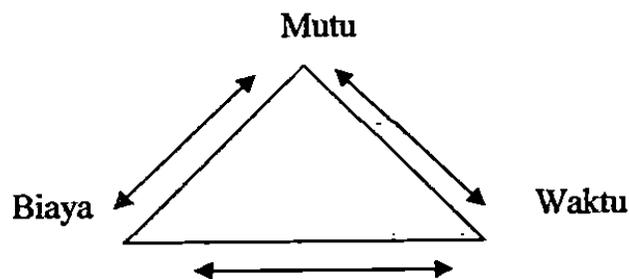
Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak boleh melebihi anggaran. Untuk proyek-proyek yang melibatkan dana dalam jumlah besar dan jadwal pengerjaan bertahun-tahun, anggarannya tidak hanya ditentukan dalam total proyek, tetapi dipecah atas komponen-komponennya atau perperiode tertentu yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian, penyelesaian bagian-bagian proyek harus memenuhi sasaran anggaran per periode.

2. Jadwal

Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya

3. Mutu

Produk atau hasil kegiatan harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Jadi, memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai *fit for the intended use*.



Gambar 3.1 Hubungan *Triple Constrain* (Soeharto, 1995)

Ketiga batasan pada Gambar 3.1 bersifat tarik-menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan meningkatkan mutu. Hal ini selanjutnya berakibat pada naiknya biaya sehingga melebihi anggaran. Sebaliknya, bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu dan jadwal.

Agar sasaran proyek dapat dicapai maka sangatlah penting untuk menyusun jadwal masing-masing parameter tersebut dengan baik dan teliti. Penyusunan jadwal proyek dapat dilakukan dengan *network planning* untuk memudahkan pemantauan pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

3.3. Manajemen Proyek

Sistem manajemen proyek konstruksi merupakan bagian yang tak terpisahkan dari suatu proyek, baik itu perusahaan besar atau kecil. Dalam penanganan suatu proyek khususnya di Indonesia, kontraktor maupun pemilik telah memakai sistem manajemen konstruksi dalam menyelesaikan pekerjaannya. Manajemen proyek konstruksi adalah penerapan fungsi-fungsi manajemen (perencanaan, pelaksana, pengendalian) secara sistematis, pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar

Fungsi manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan penyelenggaraan proyek. Untuk pengelolaan waktu dan biaya adalah sebagai berikut (Soeharto, 1995) :

a. **Pengelolaan waktu**

Waktu atau jadwal merupakan salah satu sasaran proyek. Keterlambatan akan mengakibatkan berbagai bentuk kerugian misalnya penambahan tenaga kerja, kehilangan produk memasuki pasaran dan lain-lain.

Salah satu teknik yang spesifik untuk maksud tersebut adalah mengelola *float* atau *slack* pada jaringan kerja.

b. **Pengelolaan biaya**

Pengelolaan biaya meliputi segala aspek yang berkaitan dengan hubungan antara dana dan kegiatan proyek. Mulai dari proses memperkirakan jumlah keperluan dana, mencari, dan memilih sumber serta macam pembiayaan, perencanaan, serta pengendalian alokasi pemakaian biaya sampai pada akuntansi dan administrasi pinjaman dan keuangan, agar pengelolaan bisa efektif, terutama dalam aspek perencanaan dan pengendalian biaya proyek, maka disusun bermacam-macam teknik dan metode. Misalnya teknik menyusun anggaran biaya proyek, identifikasi varians, konsep nilai hasil, dan lain-lain.

3.4. **Bar Chart**

Bar chart diperkenalkan oleh Henry L. Gantt dan Frederick W. Taylor pada awal 1900-an. *Bar chart* mungkin merupakan teknik formal penjadwalan yang tertua, relatif mudah pembuatannya, mudah dibaca dan dimengerti, pada umumnya dinilai efektif untuk komunikasi baik di kantor proyek maupun di lapangan dan sering dipakai untuk membuat jadwal induk suatu proyek. *Bar chart* cukup populer dan terpakai secara luas di seluruh dunia, termasuk Indonesia.

Bar chart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal, sedangkan kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat

kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang. Biasanya dipakai sebagai dasar untuk pembuatan kurva-S yang sering dipakai untuk pengendalian pelaksanaan proyek.

3.5. Kurva S

Dalam suatu proyek, setelah dilakukan perencanaan terhadap jadwal proyek konstruksi dengan matang, langkah selanjutnya adalah melaksanakan proyek tersebut sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan.

Pelaksanaan proyek tersebut harus mengacu jadwal proyek yang telah disusun, sehingga diperlukan langkah-langkah pengendalian untuk mengetahui apakah pelaksanaan atau kemajuan kerja proyek tersebut sudah sesuai jadwal.

Kurva S merupakan gambaran kemajuan proyek yang diplot pada sumbu X yang menyatakan satuan waktu sepanjang durasi proyek, dan sumbu Y yang menyatakan prosentase kemajuan proyek yang dihitung terhadap biaya total.

3.6. Metode *Network*

Metode *network* menyajikan visualisasi proyek dalam bentuk jaringan yang tersusun dari simpul (node) dan anak panah (arrow). Terdapat model visualisasi proyek yaitu *Activity-on-Arrow* atau AOA.

Metode *network* dapat secara jelas menggambarkan hubungan dan ketergantungan antar kegiatan, serta dapat memberikan informasi mengenai kapan suatu kegiatan dapat dimulai paling cepat dan paling lambat, kapan suatu kegiatan dapat selesai paling cepat dan paling lambat, lintasan-lintasan berikut kegiatan-kegiatan kritisnya dan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Suatu kegiatan yang merupakan rangkaian penyelesaian pekerjaan haruslah direncanakan dengan sebaik-baiknya. Sedapat mungkin semua kegiatan atau aktivitas dalam perusahaan dapat diselesaikan dengan efisien. Semua aktivitas tersebut diusahakan untuk dapat selesai dengan cepat sesuai dengan yang diharapkan serta terintegrasi dengan aktivitas yang lainnya.

Dengan adanya *network*, manajemen dapat menyusun perencanaan

Adapun keuntungan menggunakan analisis *network* adalah sebagai berikut :

1. Mengorganisir data dan informasi secara sistematis.
2. Penentuan urutan pekerjaan.
3. Dapat menemukan pekerjaan yang dapat ditunda tanpa menyebabkan terlambatnya penyelesaian proyek secara keseluruhan sehingga dari pekerjaan tersebut dapat dihemat tenaga, waktu dan biaya.
4. Dapat menentukan pekerjaan-pekerjaan yang harus segera diselesaikan tepat pada waktunya, karena penundaan pekerjaan tersebut dapat mengakibatkan tertundanya penyelesaian secara keseluruhan.
5. Dapat segera mengambil keputusan apabila jangka waktu kontrak tidak sama dengan jangka waktu penyelesaian proyek secara normal.
6. Dapat segera menentukan pekerjaan-pekerjaan mana yang harus dikerjakan dengan lembur, atau pekerjaan mana yang harus di sub-kontrak-kan agar penyelesaian proyek secara keseluruhan dapat sesuai dengan permintaan konsumen.

Dari berbagai keuntungan penggunaan *network* sebagai perencanaan tersebut, maka jelaslah bahwa *network* sangat membantu manajemen untuk menyusun perencanaan.

3.7. *Critical Path Method (CPM)*

Critical Path Method (CPM) adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah pada penentuan jadwal dan estimasi, waktunya bersifat *deterministic* atau pasti (Soeharto, 1995). CPM dapat dipakai untuk mengontrol koordinasi berbagai kegiatan dalam suatu pekerjaan sehingga proyek dapat diselesaikan dalam jangka waktu yang tepat dan dapat membantu perusahaan dalam mengadakan perencanaan dan pengendalian proyek dengan waktu dan biaya yang lebih efisien.

Dalam jaringan kerja jenis ini, kegiatan digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa (*event*), yaitu

5.13 Interpretasi Hasil

Beberapa alternatif percepatan durasi proyek dilakukan untuk mencari waktu dan biaya optimal. Percepatan durasi proyek biasanya dilakukan dengan menambah sumber daya pada kegiatan kritis, karenanya sangat logis biaya *crash* sebuah kegiatan lebih mahal dari biaya normalnya.

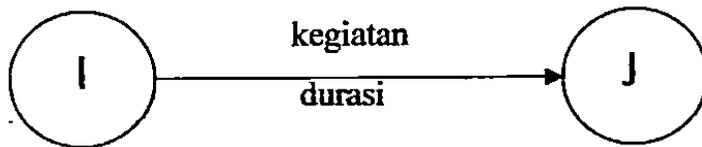
Metode PERT dalam penelitian ini ditujukan untuk mencari peluang dan probabilitas penyelesaian proyek. Batas waktu penyelesaian proyek adalah 126 hari, kemudian dilakukan persentase probabilitas durasi 131 hari (PT. **Pembangunan Perumahan (PP)**), dengan menentukan nilai Z dapat diketahui peluang pencapaian target penyelesaian proyek. Nilai Z atau peluang yang didapat sebesar -1,99 berarti ada peluang 2,33% (**berdasarkan kurva distribusi normal**) penyelesaian proyek dapat dicapai pada 131 hari, sedangkan pada **CV. Mekar Jati** didapat persentase probabilitas durasi 130 hari dengan menentukan nilai Z atau peluang yang didapat sebesar -2,37 berarti ada peluang 0,89% (**berdasarkan kurva distribusi normal**) penyelesaian proyek dapat dicapai pada 130 hari dari waktu normalnya 126 hari.

Metode CPM dalam penelitian ini dipakai untuk mencari biaya penyelesaian proyek atau sebagai aspek perencanaan dan pengendalian waktu dan biaya. Batas waktu yang penyelesaian proyek adalah 126 hari dengan biaya normal

Rp. 305.105.210 , setelah dilakukan Percepatan waktu di dapat adalah 105 hari

.....

anak panah. Ekor anak panah (titik I) sebagai awal kegiatan dan ujung panah (titik J) sebagai akhir kegiatan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 3.2.



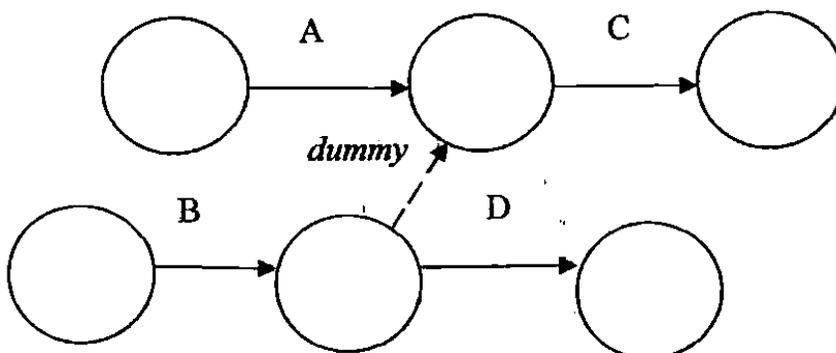
Gambar 3.2 Simbol Jaringan Kerja CPM

Keterangan Gambar 3.2.

-  = Simbol peristiwa/ *event*
-  = Simbol kegiatan/ *activity*
- I = Node terdahulu
- J = Node berikutnya

3.7.1. Kegiatan Semu (*Dummy Activity*)

Kegiatan semu ini merupakan kegiatan yang sebetulnya tidak ada atau fiktif, sehingga tidak memerlukan durasi ($\text{durasi}=0$). Kegiatan ini digambarkan sebagai garis terputus dan diperlukan jika :



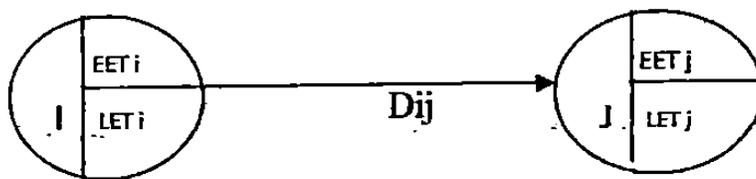
Gambar 3.3 Kegiatan semu (*Dummy Activity*)

Dari gambar diatas ada dua kegiatan atau lebih didahului oleh satu atau lebih kegiatan yang sama, maka dummy diperlukan untuk menghubungkan kegiatan-kegiatan tersebut. Sedangkan kegiatan B juga merupakan kegiatan yang

selesai, sedangkan kegiatan D dapat dimulai setelah kegiatan B selesai. Kegiatan D tidak tergantung pada kegiatan A.

3.7.2. Peristiwa Paling Awal dan Akhir

Peristiwa paling awal (EET- *Earliest Event Time*) atau waktu mulai tercepat adalah saat paling awal atau saat tercepat suatu peristiwa mungkin terjadi, dan tidak mungkin terjadi sebelumnya. Manfaat ditetapkannya saat paling awal (EET) suatu peristiwa adalah untuk mengetahui saat paling awal mulai melaksanakan kegiatan-kegiatan yang berasal dari peristiwa yang bersangkutan. Sedangkan peristiwa akhir (LET- *Latest Event Time*) atau waktu paling akhir adalah saat paling akhir suatu peristiwa dapat terjadi, dan tidak mungkin terjadi sesudahnya. Manfaat ditetapkannya saat paling akhir (LET) suatu peristiwa adalah untuk mengetahui saat paling akhir atau paling lambat mulai melaksanakan kegiatan-kegiatan yang berasal dari peristiwa yang bersangkutan. Hubungan kedua peristiwa tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. EET dan LET suatu kegiatan

Keterangan :

EET_i = (*Earliest Event Time*) waktu mulai paling cepat dari event i

LET_i = (*Latest Event Time*) waktu mulai paling lambat dari event i

D_{ij} = durasi untuk melaksanakan kegiatan antara event i dan j

EET_j = (*Earliest Event Time*) waktu mulai paling cepat dari event j

LET_j = (*Latest Event Time*) waktu mulai paling lambat dari event j

a. Hitungan Maju

Perhitungan maju untuk menghitung *Earliest Event Time* (EET)

Prosedur menghitung waktu mulai tercepat (EET)

- Tentukan nomor dari peristiwa-peristiwa dari kiri ke kanan, mulai dari peristiwa nomor 1 berturut-turut sampai dengan nomor maksimal.
- Tentukan nilai EET_i untuk peristiwa nomor satu (paling kiri) sama dengan nol.
- Selanjutnya dapat dihitung nilai EET_j peristiwa-peristiwa berikutnya dengan rumus diatas. Apabila terdapat beberapa kegiatan (termasuk *dummy*) menuju atau dibatasi oleh peristiwa yang sama, maka diambil nilai EET_i maksimum.

b. Hitungan mundur

Perhitungan mundur untuk menghitung *Latest Event Time* (LET)

$$LET_i = (LET_j + dij) \text{ min} \dots\dots\dots(3.2)$$

Prosedur menghitung waktu mulai paling lambat (LET)

- Lakukan prosedur menghitung waktu mulai tercepat (LET)
- Tentukan nilai LET_j sama dengan nilai EET_j pada peristiwa nomor maksimal (paling kanan)
- Selanjutnya dapat dihitung nilai LET_i peristiwa-peristiwa sebelumnya dengan rumus diatas. Apabila terdapat beberapa kegiatan (termasuk *dummy*) dibatasi oleh peristiwa yang sama, maka diambil nilai LET_i yang minimum.

3.7.3. Float Total, Float Bebas dan Float Interferen

a. Float Total (TF = Total Float)

Float total adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk semua kegiatan yang boleh ditunda atau terlambat, tanpa mempengaruhi jadwal pelaksanaan proyek secara keseluruhan. Jumlah waktu tersebut sama dengan waktu yang didapat bila semua kegiatan terdahulu dimulai seawal mungkin, sedangkan semua kegiatan berikutnya dimulai selambat mungkin. Float total ini dimiliki bersama oleh semua kegiatan yang ada pada jalur yang bersangkutan. Hal ini berarti bila salah satu kegiatan telah memakainya, maka float total yang tersedia untuk kegiatan-kegiatan lain yang berada pada jalur tersebut adalah sama dengan float total semula dikurangi bagian yang telah dipakai. Nilai

berikutnya (LET_j) dikurangi durasi kegiatan yang bersangkutan (d_{ij}), dikurangi waktu paling awal terjadinya peristiwa terdahulu (EET_i).

$$TF = LET_j - d_{ij} - EET_i \dots\dots\dots(3.4)$$

Kegiatan – kegiatan yang memiliki nilai float total tertentu (tidak sama dengan nol), maka pelaksanaan kegiatan tersebut dalam jalur yang bersangkutan dapat ditunda atau diperpanjang sampai batas tertentu, yaitu sampai float total sama dengan nol, tanpa mempengaruhi selesainya jadwal proyek secara keseluruhan. Dengan kata lain, kegiatan tersebut dapat ditunda pelaksanaannya sebesar nilai float tersebut.

Kegiatan-kegiatan yang mempunyai nilai float total sama dengan nol, berarti kegiatan tersebut tidak boleh ditunda pelaksanaannya atau terlambat sama sekali. Penundaan kegiatan yang mempunyai nilai float total sama dengan nol, akan menyebabkan keterlambatan pada waktu penyelesaian proyek. Kegiatan inilah yang disebut kegiatan kritis.

b. Float Bebas ($FF = Free Float$)

Float bebas suatu kegiatan adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat, tanpa mempengaruhi atau menyebabkan keterlambatan pada kegiatan berikutnya. Nilai float bebas suatu kegiatan dapat dihitung dengan rumus : waktu mulai paling awal kegiatan berikutnya dikurangi durasi kegiatan, dikurangi waktu mulai paling awal kegiatan.

$$FF = EET_j - d_{ij} - EET_i \dots\dots\dots(3.5)$$

c. Float Interferen ($IF = Interferen Float$)

Float interferen adalah selisih waktu antara float total dengan float bebas.

$$IF = TF - FF \dots\dots\dots(3.6)$$

Arti dari float interferen adalah bila suatu kegiatan menggunakan sebagian dari IF (sisa waktu sebagai akibat selisih float total dan float bebas) sehingga kegiatan non kritis berikutnya pada jalur tersebut perlu dijadwalkan lagi

3.7.4. Jalur Kritis

Lintasan adalah jalan yang dilintasi atau dilalui. Kritis adalah keadaan yang paling menentukan berhasil atau gagalnya suatu usaha. Lintasan kritis yaitu jalur atau jalan yang dilintasi atau dilalui yang paling menentukan berhasil atau gagalnya suatu pekerjaan. Dengan kata lain lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Suatu jalur kritis bisa didapatkan dengan menambah waktu suatu aktivitas pada tiap urutan pekerjaan dan menetapkan jalur terpanjang pada tiap proyek. Biasanya sebuah jalur kritis terdiri dari pekerjaan-pekerjaan yang tidak bisa ditunda waktu pengerjaannya. Identifikasi jalur kritis :

- Lintasan terpanjang
- Nilai EET = LET
- Nilai Total Float = Nilai Free Float

3.7.5. Project Crashing

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dalam suatu keadaan tertentu antara umur perkiraan proyek dengan umur rencana proyek terdapat perbedaan. Umur rencana proyek biasanya lebih pendek dari pada umur perkiraan proyek. Umur perkiraan proyek ditentukan oleh lintasan kritis yang terlama waktu pelaksanaannya, dan waktu pelaksanaan tersebut merupakan jumlah lama kegiatan perkiraan dan kegiatan-kegiatan kritis yang membentuk lintasan tersebut. Sedang umur rencana proyek ditentukan berdasarkan kebutuhan manajemen atau sebab-sebab lain. Ada kalanya jadwal proyek harus dipercepat dengan berbagai pertimbangan dari pemilik proyek. Proses mempercepat kurun waktu tersebut disebut *crash program*.

Durasi *crashing* maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan (Soeharto, 1997).

Jika proyek terlambat bisa dipastikan kinerja tim tidak bagus. Ada empat

aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan kerja lembur, penggunaan peralatan berat dan pengubahan metode konstruksi di lapangan.

Dalam proses mempercepat kurun waktu (*crash program*) dalam CPM digunakan asumsi berikut (Soeharto, 1995) :

1. 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.
2. Bila diinginkan waktu penyelesaian kegiatan lebih cepat dengan lingkup yang sama, maka keperluan sumber daya akan bertambah. Sumber daya ini dapat berupa tenaga kerja, material, peralatan atau bentuk lain yang dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

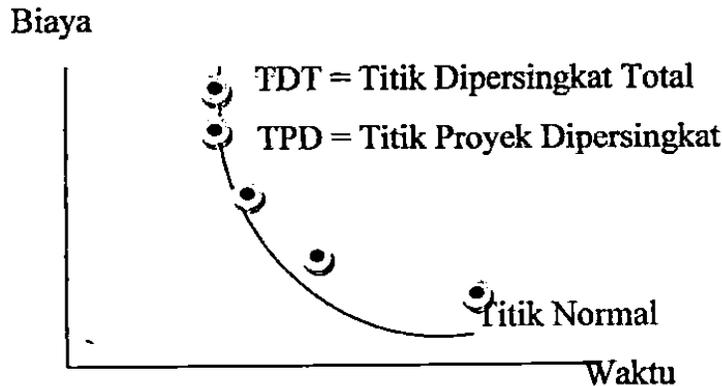
Jadi tujuan utama dari program mempercepat waktu adalah memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya yang minimal.

Untuk mempercepat umur suatu proyek diperlukan syarat-syarat sebagai berikut :

1. Telah ada diagram jaringan kerja yang tepat.
2. Lama kegiatan perkiraan masing-masing kegiatan telah ditentukan.
3. Berdasarkan ketentuan diatas, dihitung saat paling awal (*Earliest Event Time*) dan saat paling lambat (*Latest Event Time*) semua peristiwa.
4. Ditentukan pada umur rencana proyek.

Untuk tujuan mempersingkat waktu, dimulai dengan menentukan titik awal, yaitu titik yang menunjukkan waktu dan biaya normal proyek. Titik ini dihasilkan dari menjumlahkan biaya normal masing-masing kegiatan komponen proyek, sedangkan waktu penyelesaian proyek normal dihitung dengan metode CPM. Dari titik awal tersebut kemudian dilakukan langkah-langkah mempersingkat waktu dengan pertama-tama terhadap kegiatan kritis. Pada setiap langkah, tambahan biaya untuk memperpendek waktu terlihat pada *slope* biaya kegiatan yang dipercepat. Dengan menambahkan biaya tersebut, maka pada setiap langkah akan

- ditunjukkan dengan titik-titik yang memperlihatkan hubungan baru antara waktu dan biaya, seperti terlihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Titik Normal TPD dan TDT

(Sumber: Soeharto, 1995)

Bila langkah mempersingkat waktu diteruskan, akan menghasilkan titik-titik baru yang jika dihubungkan berbentuk garis-garis putus yang melengkung ke atas (cekung), yang akhirnya langkah tersebut sampai pada titik proyek dipersingkat (TPD) atau *project crash-point*. Titik ini merupakan batas maksimum waktu proyek dapat dipersingkat. Pada TPD ini mungkin masih terdapat beberapa kegiatan komponen proyek yang belum dipersingkat waktunya, dan bila ingin dipersingkat juga (berarti mempersingkat waktu semua kegiatan proyek yang secara teknis dapat dipersingkat), maka akan menaikkan total biaya proyek tanpa adanya pengurangan waktu. Titik tersebut dinamakan titik dipersingkat total (TDT) atau *all crash-point*.

Ada berbagai cara untuk mereduksi durasi dari suatu proyek, yaitu :

- a. Dengan mengadakan *shift* pekerjaan.
- b. Dengan memperpanjang waktu kerja (lembur).
- c. Dengan menggunakan alat bantu yang lebih produktif.
- d. Menambah jumlah pekerja.
- e. Dengan menggunakan material yang dapat lebih cepat pemasangannya.

3.7.6. *Time Cost Trade Off*

Dalam penyusunan sebuah *schedule* proyek konstruksi diharapkan menghasilkan *schedule* yang realistik berdasarkan estimasi yang wajar. Salah satu cara mempercepat durasi proyek adalah dengan analisa *time cost trade off*. Dengan mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek.

Time cost trade off adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Selanjutnya melakukan kompresi dimulai pada lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. Kompresi terus dilakukan sampai lintasan kritis mempunyai aktivitas-aktivitas yang telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompres lagi). Dengan dipercepatnya durasi suatu proyek maka pasti akan terjadi perubahan biaya dan waktu. Terdapat dua nilai waktu yang akan ditunjukkan tiap aktifitas dalam suatu jaringan kerja saat terjadi percepatan yaitu :

1. *Normal Duration* (Nd)

Normal duration adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktifitas atau kegiatan dengan sumber daya normal yang ada tanpa adanya biaya tambahan lain dalam sebuah proyek.

2. *Crash Duration* (Cd)

Crash duration adalah waktu yang dibutuhkan suatu proyek dalam usahanya mempersingkat waktu yang durasinya lebih pendek dari *normal duration*.

Proses percepatan juga menyebabkan perubahan pada elemen biaya yaitu :

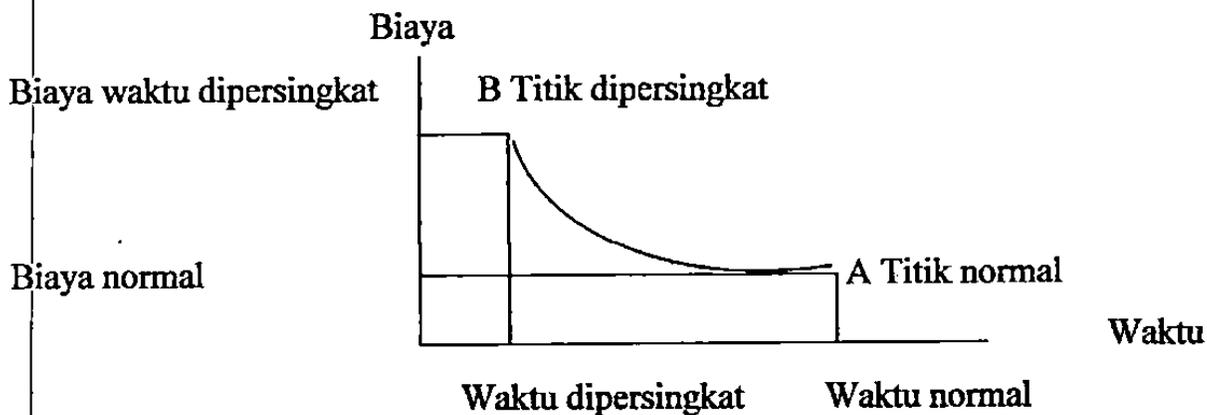
1. *Normal Cost* (Nc)

Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam waktu normal. Perkiraan biaya ini adalah pada saat perencanaan dan penjadwalan bersamaan dengan penentuan waktu normal.

2. *Crash Cost* (Cc)

Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam jangka waktu

Adapun hubungan antara biaya proyek dengan waktu yang diperlukan dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan

Hubungan antara waktu dan biaya digambarkan seperti pada Gambar 3.6. Titik A menunjukkan titik normal, sedangkan B adalah titik dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dengan B disebut kurva waktu-biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus, bila tidak (misalnya cekung) maka diadakan perhitungan persegmen yang terdiri dari beberapa garis lurus.

Dengan menggunakan variabel waktu dan biaya pada saat normal maupun dipercepat, maka didapatkan pertambahan biaya untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu yang disebut *cost slope*. Menggambarkan titik-titik dari suatu kegiatan yang dihubungkan oleh segmen-segmen garis yang dapat berfungsi untuk menganalisis kegiatan apa masih layak untuk diadakan *crashing*. Cara yang digunakan adalah meninjau *slope* (kemiringan) dari masing-masing segmen garis yang dapat memberikan identifikasi mengenai pengaruh biaya terhadap pengurangan waktu penyelesaian suatu proyek. *Cost slope* adalah perbandingan antara pertambahan biaya dengan percepatan waktu penyelesaian proyek.

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{Biaya dipersingkat} - \text{Biaya normal}}{\text{Waktu normal} - \text{Waktu dipersingkat}}$$

Dalam proses penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan (kompresi) diusahakan agar penambahan biaya yang terjadi seminimum mungkin. Kompresi dilakukan pada jalur lintasan kritis dimulai dengan aktifitas yang memiliki *cost slope* terendah. Contoh analisa *Time Cost Trade Off* dapat dilihat berdasarkan Tabel 3.1

Tabel 3.1 Data durasi dan *cost* proyek

| Activity | Normal duration (days) | Crash duration (days) | Normal cost (days) | Crash cost (days) |
|----------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| A | 120 | 100 | 12.000 | 14.000 |
| B* | 20 | 15 | 1.800 | 2.800 |
| C* | 40 | 30 | 16.000 | 22.000 |
| D* | 30 | 20 | 1.400 | 2.000 |
| E* | 50 | 40 | 3.600 | 4.800 |
| F | 60 | 45 | 13.500 | 18.000 |

* *Critical Path Activity* = kegiatan kritis

Dari 6 kegiatan tersebut dapat dihitung *cost slope* masing-masing kegiatan sebagai berikut :

$$S_A = \frac{\text{Rp. } 14.000 - \text{Rp. } 12.000}{120 - 100} = \text{Rp } 100/\text{hari.}$$

$$S_B = \frac{\text{Rp. } 2.800 - \text{Rp. } 1.800}{20 - 15} = \text{Rp } 200/\text{hari.}$$

$$S_C = \frac{\text{Rp. } 22.000 - \text{Rp. } 16.000}{40 - 30} = \text{Rp } 600/\text{hari.}$$

$$S_D = \frac{\text{Rp. } 2.000 - \text{Rp. } 1.400}{30 - 20} = \text{Rp } 60/\text{hari.}$$

$$S_E = \frac{\text{Rp. } 4.800 - \text{Rp. } 3.600}{50 - 40} = \text{Rp } 120/\text{hari.}$$

$$S_F = \frac{\text{Rp. } 18.000 - \text{Rp. } 13.500}{60 - 45} = \text{Rp } 300/\text{hari.}$$

Normal cost pekerjaan tersebut

Normal duration pekerjaan tersebut

$$= 20 + 40 + 30 + 50 = 140 \text{ hari.}$$

Jika diharuskan untuk mempercepat durasi dari kegiatan tersebut maka dilakukan pada kegiatan yang berada dalam jalur kritis dengan *cost slope* yang terkecil, yaitu SD = Rp. 60/hari, dengan waktu percepatan maksimal 10 hari (30 hari – 20 hari).

3.7.7. Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Secara umum biaya konstruksi dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu : biaya langsung dan tidak langsung.

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah seluruh biaya yang berkaitan langsung dengan fisik proyek, yaitu meliputi seluruh biaya dari kegiatan yang dilakukan di proyek (dari persiapan hingga penyelesaian) dan biaya mendatangkan seluruh sumber daya yang diperlukan oleh proyek tersebut. Biaya langsung ini dibagi menjadi lima, yaitu :

- a. Biaya bahan
- b. Biaya upah kerja
- c. Biaya alat
- d. Biaya subkontraktor
- e. Biaya lain-lain

Biaya lain-lain biasanya relatif kecil. Tetapi bila jumlahnya cukup berarti harus dirinci agar memudahkan untuk proses pengendalian.

2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung adalah seluruh biaya yang terkait secara tidak langsung, yang dibebankan kepada proyek. Biaya ini biasanya terjadi di luar proyek. Biaya ini tiap bulan besarnya relatif tetap dibanding dengan biaya langsung, oleh karena itu juga sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*). Biaya ini

3.7.8. Ringkasan Prosedur Mempersingkat Waktu

- Menghitung waktu penyelesaian proyek dan identifikasi float, memakai kurun waktu normal.
- Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
- Menentukan biaya dipercepat masing-masing kegiatan.
- Menghitung *slope* biaya masing-masing komponen kegiatan.
- Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai *slope* biaya terendah.
- Setiap kali selesai mempercepat kegiatan, teliti kemungkinan adanya float yang mungkin dapat dipakai untuk mengulur waktu kegiatan yang bersangkutan untuk memperkecil biaya.
- Bila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka percepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi *slope* biaya terendah.
- Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik proyek dipersingkat (TPD).
- Hitung biaya tidak langsung proyek, dan gambarkan pada kertas grafik di atas.
- Jumlahkan biaya langsung dan tidak langsung untuk mencari biaya total sebelum kurun waktu yang diinginkan.
- Periksa pada grafik biaya total untuk mencapai waktu optimal, yaitu kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah (Soeharto, 1995).

3.8. Program Evaluation and Review Technique (PERT)

PERT adalah suatu metode perencanaan dan pengendalian bagi proyek-proyek yang bersifat tak berulang (Soeharto, 1995). Waktu atau jadwal merupakan salah satu sasaran utama proyek. Keterlambatan akan mengakibatkan berbagai bentuk kerugian, misalnya penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasaran, dan lain-lain. Pengelolaan waktu meliputi

pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik diberi rentang (*range*), yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. Ketiga angka estimasi tersebut yaitu, a, b, dan m yang mempunyai arti sebagai berikut (Soeharto, 1995).

a. *Optimistic Estimate* (t_o) atau kurun waktu optimistik (a)

Durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya berjalan dengan baik. Dapat digambarkan disini jika seseorang melakukan suatu kegiatan berulang sebanyak 100 kali, maka dapat dipastikan durasi yang dibutuhkan.

b. *Pessimistic Estimate* (t_p) atau kurun waktu pesimistik (b)

Durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya dalam kondisi buruk (tidak mendukung).

c. *Most Likely Estimate* (t_m) atau kurun waktu paling mungkin (m)

Durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan di antara *optimistic estimate* dan *pessimistic estimate* atau dikenal dengan *median duration*.

Karena terdapat tiga buah waktu dalam setiap kegiatannya, maka diperlukan komputasi untuk mendapatkan durasi efektif dari setiap kegiatan (t_e). Formula yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$T_e = (t_o + 4 t_m + t_p)/6 \dots\dots\dots(3.8)$$

3.8.1. Waktu Tercepat Yang Diharapkan (TE)

Suatu konsep PERT yang berkenaan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan tertentu. Waktu tercepat yang diharapkan untuk suatu *event* dihitung dengan cara menghitung jalur terpanjang yang terdapat antara *event* permulaan jaringan dengan *event* yang bersangkutan, yang dapat berupa *event* akhir ataupun *event-event* lainnya. Walaupun mungkin salah satu jalurnya dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat, tetapi pada akhirnya jalur

3.8.2. Deviasi Standar dan Varians Kegiatan

Estimasi kurun waktu kegiatan metode PERT memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang relatif mudah dibayangkan. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Berapa besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk waktu optimis (a) dan waktu pesimis (b).

Soeharto, 1995, pada PERT parameter yang menjelaskan masalah ini dikenal sebagai Deviasi Standar dan Varians. Berdasarkan ilmu statistik, angka deviasi standar adalah sebesar 1/6 dari rentang distribusi (b-a) atau bila ditulis sebagai rumus menjadi sebagai berikut :

- Deviasi Standar Kegiatan

$$S = (1/6) (b-a)$$

- Varians Kegiatan

$$V (te) = S^2 = [(1/6) (b-a)]^2$$

3.8.3. Target Jadwal Penyelesaian

Pada penyelenggaraan proyek, sering dijumpai sejumlah tonggak kemajuan (*milestone*) dengan masing-masing target jadwal atau tanggal penyelesaian yang telah ditentukan menurut Soeharto, 1995. Hubungan antara waktu tercepat yang diharapkan (TE) dengan target jadwal (T(d)) pada metode PERT dinyatakan dengan z dan dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Deviasi } z = \frac{T(d) - TE}{S}$$

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi Penelitian

Metode penelitian adalah langkah-langkah atau cara-cara penelitian suatu masalah, kasus, gejala atau fenomena dengan jalan ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang rasional. Metode penelitian digunakan sebagai dasar atau perangkat untuk menarik kesimpulan.

Objek penelitian ini dilakukan pada pekerjaan pembangunan 8 Ruang Kelas Baru (RKB) SMPN 1 Tikep Tahap 1 berlokasi di Kecamatan Tidore.

4.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data atau informasi dari suatu proyek konstruksi yang sangat bermanfaat untuk evaluasi optimasi waktu dan biaya secara keseluruhan. Data yang diperlukan adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan lain-lain. Adapun data primer seperti interview konsultan guna melengkapi data sekunder yang belum lengkap.

Variabel-variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimasian waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah variabel waktu dan variabel biaya.

1. Variabel waktu

Data yang mempengaruhi variabel waktu dapat diperoleh dari kontraktor pelaksana atau dari konsultan pengawas. Data yang dibutuhkan untuk variabel waktu adalah data *cumulative progress* (kurva S) meliputi :

- Jenis kegiatan.
- Prosentase kegiatan.
- Durasi kegiatan

2. Variabel Biaya

Data-data yang diperlukan dalam variabel biaya antara lain :

• Biaya (BAB) pekerjaan meliputi :

- b. Daftar harga bahan dan upah.
- c. Gambar rencana kerja proyek.

4.3. Analisis Data

Pada penelitian ini saya menggunakan metode PERT dan CPM guna menganalisis data yang ada, sehingga diharapkan dapat diketahui optimasi biaya dan waktu pada pengerjaan proyek ini. Tentunya untuk menganalisis data yang banyak itu saya menggunakan perangkat lunak bantuan microsoft Excel. Dengan memasukkan data dan perhitungan matematika sehingga memudahkan dalam pengerjaan ini.

4.4. Tahapan Penelitian

Suatu penelitian harus dilaksanakan secara sistematis dan dengan urutan yang jelas dan teratur, sehingga akan diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Oleh karena itu, pelaksanaan penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap yaitu :

1. Persiapan

Sebelum melakukan penelitian perlu dilakukan studi literatur untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian. Kemudian menentukan rumusan masalah sampai dengan kompilasi data.

2. Penentuan Objek Penelitian

Pada tahap ini dilakukan hal-hal sebagai berikut :

- a. Observasi dan identifikasi proyek yang akan diteliti.
- b. Meminta izin untuk mengambil data proyek.

3. Pengumpulan Data

Data proyek yang diperlukan untuk meliputi :

- a. Rencana anggaran biaya (RAB)
- b. Analisa harga satuan bahan proyek
- c. *Time schedule*

4. Menentukan biaya normal dan biaya cepat
5. Analisis proyek dengan CPM
6. Menentukan data estimasi dan analisis proyek dengan PERT
7. Hasil dan kesimpulan

Kesimpulan disebut pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

7.1. Kesimpulan dan rekomendasi dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada

