Bab 2
Tinjauan Pustaka

Dalam bagian Tinjauan Pustaka ini, secara umum akan dibahas mengenai perencanaan, pengorganisasian, penjadwalan jaringan kerja dan pengendalian proyek.

2.1. Landasan Teori

Makin maju peradaban manusia yang salah satu cirinya ditandai dengan penemuan di bidang ilmu dan teknologi yang dikerjakan dengan melibatkan sumber daya dalam bentuk manusia, material, dan yang jumlahnya bertambah besar. Sejalan dengan perkembangan diatas, timbul persaingan ketat di lingkungan dunia usaha yang dilandasi oleh motif-motif ekonomi. Untuk memperoleh kesempatan berperan membangun fasilitas tersebut. Dengan demikian para kompetitor didorong untuk mencari dan menggunakan cara-cara pengelolaan, metode serta teknik yang paling baik sehingga penggunaan sumber daya benarbenar selektif dan efisien.

Tiap proyek memiliki tujuan khusus, misalnya rumah tinggal, jembatan atau instalasi pabrik. Dapat pula berupa produk hasil kerja penelitian dan pengembangan. Di dalam proses pencapaian tersebut telah ditentukan batasan yaitu besarnya biaya (anggaran) yang dialokasikan, dan jadwal serta mutu yang harus dipenuhi. Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran, jadwal proyek dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan, mutu produk harus memenuhi spesifikasi dan criteria dipersyaratkan.

2.1.1 Definisi Manajemen

Yang dimaksud dengan manajemen adalah setiap kerjasama dua orang atau lebih guna mencapai tujuan bersama dengan cara seefektif mungkin dan efisien. Inti dari manajemen itu adalah kerja sama minimal dilakukan oleh dua orang atau lebih.

Para pakar manajemen juga memberi definisi yang berbeda-beda pula dan meskipun demikian sebenarnya yang dimaksud manajemen adalah sama. Ada pakar yang

mempersempit pengertian dan tidak sedikit pula yang mengembangkan dan memperluasnya. Para pakar mempunyai sikap, dan jika sikap dan sudut pandang para pakar itu dikelompokkan sebagai berikut:

- Yang pertama manajemen dipandang sebagai suatu proses kerjasama dari dua orang atau lebih untuk mendapatkan satu tujuan
- Yang kedua memandang manajemen sebagai suatu kumpulan dua orang atau lebih untuk mencapai satu tujuan.
- Yang ketiga memandang manajemen sebagai suatu seni mencapai tujuan dari dua orang atau lebih.
- Yang keempat adalah memandang manajemen sebagai ilmu mempelajari kerjasama dua orang atau lebih untuk mencapai tujuan bersama.

Henry Fayol (TA Ratmawan, 2006) seorang industrial Perancis adalah orang pertama yang menjelaskan secara sistematis bermacam aspek pengetahuan manajemen dengan menghubungkan fungsi fungsinya. Fungsi-fungsi yang dimaksud adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan. Aliran pemikiran diatas kemudian dikenal sebagai manajemen klasik atau manajemen fungsional. H. Koontz (TA Ratmawan, 2006) memberi definisi sebagai berikut: "*Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan*". Yang dimaksud proses ialah mengerjakan sesuatu dengan pendekatan yang sistematis. Sedangkan sumber daya perusahaan terdiri dari tenaga, keahlian, peralatan, dana dan informasi.

Manajemen klasik menggolongkan kegiatan operasi perusahaan menjadi:

- Merencanakan: berarti memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan datang yang diperlukan untuk mencapai tujuan atau sasaran.
- Mengorganisir: dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang berhubungan dengan cara bagaimana mengatur dan mengalokasikan kegiatan serta sumber daya kepada para peserta kelompok (organisasi) dapat mencapai sasaran secara efisien.
- Memimpin: aspek yang penting dalam mengelola suatu usaha.

- Mengendalikan: adalah menuntun, dalam arti memantau, mengkaji, dan bila perlu mengadakan koreksi agar hasil kegiatan sesuai dengan yang telah ditentukan.
- Staffing: sering dimasukan sebagai salah satu fungsi manajemen tetapi banyak yang menganggap kegiatan ini merupakan bagian dari fungsi mengorganisir, yang meliputi pengadaan tenaga, jumlah maupun kualifikasi yang diperlukan bagi pelaksanaan kegiatan, termasuk perekrutan, pelatihan, dan penyelesaian untuk menempati posisi dalam organisasi.

Menurut Murdick (TA Ratmawan, 2006), *Manajemen didefinisikan sebagai proses atau kegiatan yang menjelaskan apa yang dilakukan manajer pada suatu kegiatan operasi yang melibatkan organisasi mereka, yaitu merencanakan, mengorganisasikan, memprakarsai, dan mengendalikan operasi".*

Pengertian manajemen secara klasik adalah merupakan proses mengkoordinasikan dan mengintegrasikan pemanfaatan segala sumber yaitu manusia, uang, bahan, dan alat didalam suatu wadah atau organisasi dalam usaha untuk mencapai tujuan, dengan mempergunakan metoda-metoda tertentu.

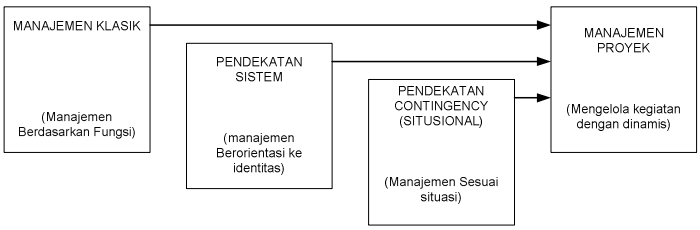
Harold Kerzner (TA Ratmawan, 2006) menjelaskan bahwa manajemen klasik merupakan suatu kegiatan yang pelaksanaannya selalu memperhatikan lima hal, yaitu:

- Perencanaan, meliputi kegiatan:
  - Pengembangan tujuan.
  - Pemecahan alokasi sumber.
  - Mendesain dan mengorganisasikan sistem-sistem kerja.
- Pengorganisasian, elemennya meliputi kegiatan membentuk satuan-satuan kegiatan dalam suatu organisasi kerja.
- Staffing, meliputi kegiatan mengatur dan menempatkan unsur-unsur organisasi dalam satu bagian.
- Pengendalian, mencakup kegiatan pengukuran hasil kerja, evaluasi hasil, tindakan koreksi.

- Pelaksanaan, meliputi kegiatan pencapaian tujuan dan rencana-rencana serta operasi dari pekerjaan dan sistem-sistem organisasi melalui sumber daya manusianya.

Banyak sekali definisi dari manajemen. Disini dapat diberikan beberapa definisi yang mungkin dapat menggambarkan atau terkait dengan inti dari manajemen, seperti:

- Proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengawasan terhadap usaha-usaha para anggota organisasi dengan menggunakan sumber daya organisasi yang telah ditetapkan.
- Proses untuk memanfaatkan sumber daya lain untuk mencapai tujuan tertentu.
- Penjabaran dari fungsi-fungsi untuk merencanakan, mengorganisasi, memimpin dan mengendalikan.
- Seni dalam menyelesaikan pekerjaan melalui orang lain.
- Suatu proses yang terdiri dari perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengawasan yang memanfaatkan ilmu pengetahuan dan seni, untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.



Gambar 2.1 Masukan dan Ketertarikan Berbagai Pemikiran Manajemen pada Manajemen Proyek.

2.1.2 Definisi Proyek

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumberdaya tertentu dan dimaksimalkan untuk melaksanakan tugas yang sasarannya telah digariskan dengan jelas. Adapun ciri-ciri pokok proyek adalah :

- Memiliki tujuan yang khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir.
- Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses pencapaian tujuan diatas telah ditentukan.

- Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
- Non rutin tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Proyek adalah suatu usaha untuk mencapai suatu tujuan tertentu yang dibatasi oleh waktu dan sumberdaya yang tersedia. *Bedworth* dan *Bailey* (TA Ratmawan, 2006) mendefinisikan: "*Proyek sebagai suatu sistem berskala besar yang meliputi beberapa tugas yang harus dikoordinasikan dan dijadwalkan untuk menyelesaikan dan mencapai tujuan proyek* . Sedang menurut *Clifford*, *Proyek adalah sebagai serangkaian aktivitas yang komplek dan tidak rutin yang harus diselesaikan dengan sejumlah sumberdaya dalam interval waktu tertentu"*.

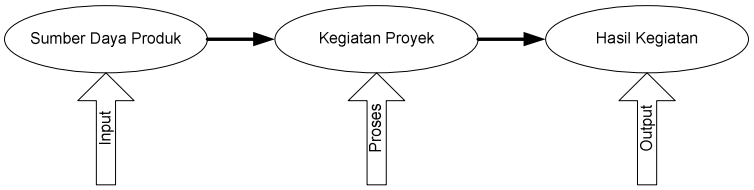
Ada juga yang menyebutkan proyek adalah suatu keseluruhan aktivitas yang menggunakan sumber-sumber untuk mendapatkan benefit atau usaha suatu aktivitas yang mengeluarkan biaya dengan harapan untuk mendapatkan hasil diwaktu mendatang, dan yang dapat direncanakan, dibiayai, dan dilaksanakan sebagai satu unit. Aktivitas proyek selalu ditunjukan untuk mencapai suatu tujuan dan mempunyai suatu titik awal dan suatu titik akhir. Baik biaya maupun hasilnya yang pokok dapat diatur. Proyek pula dapat dilihat sebagai suatu sistem terpadu yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- Bersifat kompleks dan mempunyai banyak kegiatan yang saling bergantung.
- Mempunyai jangka waktu terbatas, dalam arti mempunyai titik awal (stating point) dan titik akhir (ending point).
- Untuk mencapai suatu tujuan tertentu.
- Bukan merupakan kegiatan yang rutin.
- Memerlukan informasi yang padat dan kontinyu.
- Menggunakan banyak sumber daya.
- Memerlukan koordinasi berbagai pihak terlibat.

Suatu proyek dapat berhasil dalam pelaksanaannya, maka diperlukan serangkaian usaha untuk membentuk suatu proses, yang selanjutnya disebut sebagai langkahlangkah utama

dalam kegiatan manajemen. Dilihat dari komponen kegiatan utama maka proyek dapat dikelompokkan menjadi:

- Proyek engineering kontruksi komponen utama jenis kegiatan ini terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan dan kontruksi.
- Proyek engineering manufaktur dimaksudkan untuk menghasilkan proyek baru, jadi produk tersebut hasil usaha kegiatan proyek.
- Proyek penelitian dan pengadaan bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan suatu produk tertentu.
- Proyek kapital : umumnya meliputi pembebasan tanah, penyiapan lahan, pembelian material dan peralatan, manufaktur dan kontruksi pembangunan fasilitas produksi.



Gambar 2.2 Proyek Sebagai Suatu Sistem

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kegiatan proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang mempunyai ciri-ciri :

- Dimulai dengan awal proyek (awal rangkaian kegiatan) dan diakhiri dengan akhir proyek (akhir rangkaian proyek), serta mempunyai jangka waktu yang terbatas.
- Rangkaian kegiatan proyek hanya terjadi satu kali sehingga menghasilkan produk yang bersifat unik, jadi, tidak ada dua atau lebih proyek yang identik, yang ada adalah proyek yang sejenis.

2.1.3 Karakteristik Dasar Proyek

Dalam rangka memahami suatu proyek, ada baiknya untuk melihatnya dalam kerangka suatu organisasi yang melaksanakannya. Organisasi tersebut dapat berupa perusahaan, nirlaba atau cabang dari layanan publik. semuanya bertujuan memproduksi suatu barang atau jasa. Organisasi tersebut tentunya dirancang secara khusus untuk jenis peoduksi atau aktivitas tugas serta kewajibannya, dan harus melakukan secara berulang-ulang.

Adakalanya terdapat serangkaian tugas yang perlu dilaksanakan, namun tidak bersifat berulang. Tugas-tugas tersebut belum pernah dilaksanakan lagi dalam jangka waktu tertentu sebagai contoh, pindah ke lokasi baru, menyelenggarakan suatu perayaan tahunan, atau mendapatkan kesempatan untuk memasuki pasaran Jerman. Masing-masing tugas ini berkaitan dengan banyak orang dalam pekerjaan yang telah ada dalam organisasi tersebut. Dalam hal seperti ini, proyek menjadi relevan. Oleh karena, itu kita menjumpai definisi bentuk mengenai sebuah proyek dalam hampir sebuah buku teks manajemen proyek:

- Tugas bersifat unik dan tidak berulang.
- Dirancang untuk mencapai hasil khusus.
- Memerlukan beragam sumber yang memerlukan koordinasi.
- Dibatasi oleh waktu, karenanya memiliki usia hidup (*life time*).
- Memiliki tanggal awal dan akhir.
- Memiliki sesuatu rencana atau perkiraan biaya.
- Peranan dan hubungan antar tim mengalami perubahan dan perlu dikembangkan dan dimantapkan.

Fenomena dan perilaku kegiatan proyek

- Bersifat dinamis intensitas dan jenis kegiatan berubah dalam waktu yang relatif pendek.
- Non rutin, belum dikenal, tetapi sasaran telah digariskan dan jelas dalam waktu terbatas.
- Kegiatan bermacam ragam meliputi bermacam keahlian dan keterampilan.
- Bersifat multi komplek, melibatkan banyak peserta dari luar maupun dari dalam organisasi.
- Kegiatan berlangsung sekali lewat, dengan resiko relatif tinggi.
- Pelaksanaan kegiatan oleh banyak pihak, bidang atau organisasi.
- Organisasi peserta proyek sering mempunyai sasaran yang sama dan berbeda pada waktu yang bersamaan.

Proyek adalah kegiatan sekali lewat, dengan waktu dan sumber daya yang terbatas untuk mencapai hasil akhir yang telah ditentukan, misalnya produk atau fasilitas.

Dalam proses mencapai hasil akhir kegiatan proyek dibatasi oleh anggaran, jadwal dan mutu. Kegiatan proyek dibedakan dari kegiatan operasional, antara lain dari sifatnya yang dinamis, non rutin, multi kegiatan dengan intensitas yang berubahubah, dan memiliki siklus yang pendek. Meskipun banyak ragam proyek, tetapi semuanya mengikuti pola tertentu yang menandai dinamika sepanjang siklus proyek.

2.1.4 Proyek Kontruksi

Proyek kontruksi adalah suatu upaya untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan atau infrastuktur suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka pendek. Dalam rangkaian tersebut, ada suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam kegiatan tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak. Hubungan pihakpihak yang terlibat dalam suatu proyek dibedakan atas hubungan fungsional dan hubungan kerja. Proyek kontruksi mempunyai tiga karakteristik yang dapat dipandang secara tiga dimensi. Tiga karakteristik tersebut adalah:

- Bersifat unik, keunikan dari proyek kontruksi adalah: tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis (tidak ada proyek yang identik, yang ada adalah proyek sejenis), proyek bersifat sementara, dan selalu terlibat grup pekerja yang berbeda-beda.
- Dibutuhkan sumber daya (*resource*), setiap proyek kontruksi membutuhkan sumber daya, yaitu pekerja dan sesuatu (uang, mesin, metoda, material), pengorganisasian semua sumber daya dilakukan oleh manajer proyek. Pengetahuan tentang teori kepemimpinan secara tidak langsung dibutuhkan oleh manajer proyek dan harus dipelajari sendiri.
- Organisasi, setiap orang mempunyai keragaman tujuan dimana didalamnya terlibat sejumlah individu dengan keahlian yang bervariasi, perbedaan ketertarikan, kepribadian yang bervariasi, dan ketidakpastian.

Proses penyelesaian proyek kontruksi harus berpegang pada tiga kendala (*triple constain*), sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan sesuai dengan *time schedule*, dan sesuai dengan biaya yang direncanakan, yang ketiga disesuaikan dengan simultan. Suatu rangkaian kegiatan dalam proyek kontruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kegiatan rutin dan kegiatan proyek. Kegiatan rutin adalah suatu rangkaian kegiatan yang terus menerus, berulang dan berlangsung lama, sedangkan kegiatan proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berlangsung dalam waktu yang pendek. Oleh karena itu, suatu kegiatan yang jelas serta hasil kegiatan yang bersifat unik. Proyek kontruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis kelompok, yaitu:

1. Bangunan gedung: rumah, kantin, pabrik, dan lain-lain

   Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini adalah

   - Proyek kontruksi menghasilkan tempat orang bekerja atau tinggal.
   - Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang relatif sempit dan kondisi pondasi umumnya sudah disesuaikan.
   - Dibutuhkan manajemen terutama untuk *progressing* pekerjaan.

2. Bangunan sipil: jalan, jembatan, bendungan dan insfrastuktur lainnya.

   Ciri dari kelompok ini adalah

   - Proyek kontruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar berguna untuk kepentingan manusia.
   - Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang dan kondisi pondasi sangat berbeda satu sama lain dalam proyek.
   - Manajemen dibutuhkan untuk memecahkan masalah.

Kedua kelompok bangunan tersebut sebenarnya saling tumpang tindih, tetapi pada umumnya, kedua kelompok bangunan tersebut direncanakan oleh disiplin ilmu perencanaan dan pelaksanaan yang berbeda.

2.1.5 Riwayat Singkat Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan salah satu teknik manajemen yang bersifat khusus (berupa karakteristik proyek) untuk merencanakan dan mengontrol proyek. Suatu proyek disebut berhasil apabila memenuhi sasaran yang telah ditentukan oleh klien (pemberi tugas),

melaksanakan tugas-tugas yang dimaksud untuk dikerjakan, atau memecahkan suatu masalah yang diberikan dengan restriksi tentang waktu, biaya dan kualitas. Untuk mencapai sasaran tersebut, manajer proyek menggunakan cara-cara khusus untuk merencanakan dan mengendalikan proyek.

Pada umumnya teknik-teknik perencanaan dan pengendalian yang digunakan saat ini, sebagai contoh: *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation Review Tehnique* (PERT), dikembangkan untuk menjawab tantangan proyek berskala besar yang melibatkan sebuah capital (investasi) yang besar pula. Sejak itu, penerapannya semakin meluas, dan sering kali didorong oleh inisiatif dan pemberi tugas.

Sejarah proyek-proyek besar sering kali merujuk pada piramida di Mesir dan tembok besar di Cina (atau bahkan Candi Borobudur), yang merupakan proyek yang cukup rumit, dengan standar mutu yang tinggi, dan memerlukan biaya dan sumber daya yang sangat besar. Sayang sekali tidak terdapat catatan mengenai sistem manajemen proyek yang digunakan untuk mencapai hasil seperti itu. Sementara itu, riwayat teknik perencanaan proyek bisa ditunjukan berasal dari jaman PD (Perang Dunia) pertama, ketika seorang Amerika Serikat, H. Gantt, merancang *Barchart* sebagai suatu alat Bantu visual untuk merencanakan dan mengontrol proyeknya. Untuk menghormatinya, maka grafik batang untuk merencanakan proyek tersebut disebut dengan nama *Gantt*.

Ketika ukuran proyek cukup besar dan rumit, diagram *Gantt* tidak lagi memadai, karena tidak menunjukan adanya hubungan suatu keterkaitan, (*logical Relationship*) antara setiap aktivitas. Padahal, hubungan tersebut diperlukan untuk menentukan efek perbedaan jadwal suatu kegiatan terhadap kemungkinan gagalnya keseluruhan proyek.

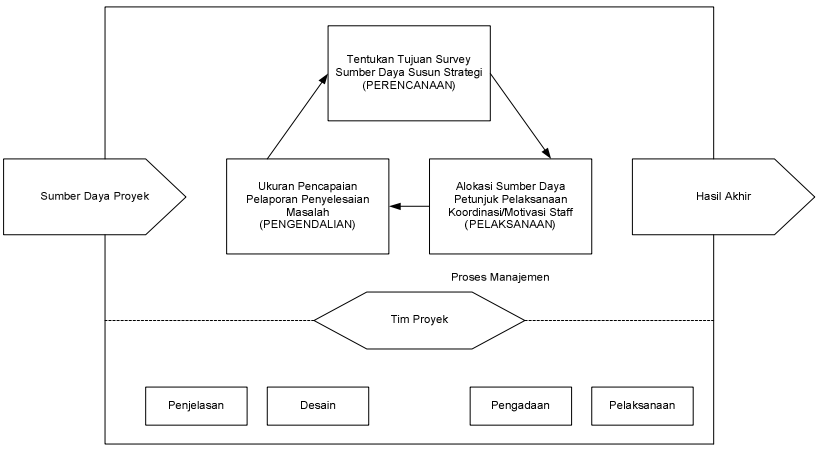
Sekitar tahun 1950 kalangan industri mengamati bahwa biaya dan waktu proyek sering kali meleset dari perkiraan antara lain karena perkiraan waktu cenderung terlalu optimistik : mengimplikasikan bahwa teknik yang digunakan tidak lagi memadai.

Bertolak dari problem tersebut, *Flagle dari US Navy and Remington Rard Univac*, menerbitkan suatu makalah pada tahun 1956 bertajuk Toleransi Berdasarkan Kemungkinan Dalam Peramalan Perencanaan . Makalah tersebut dianggap merupakan cikal bakal dari metode PERT dan CPM dari US Navy. Perbedaan utama dibandingkan diagram Gantt disini adalah aktivitas diagram dalam bentuk kotak, dan urutan aktivitas digambarkan dari kiri ke kanan untuk menunjukan logika pelaksanaan proyek. Sementara perbedaan mendasar antara PERT dan CPM adalah bahwa CPM menggunakan pendekatan deterministik, satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, sehingga sesuai dengan suatu proyek dimana waktu pelaksanaan bisa ditentukan, misalkan kontruksi. Sementara itu, PERT menggunakan metode peluang yang lebih cocok untuk proyek yang masa pelaksanaannya bervariasi menurut berbagai kemungkinan misalnya untuk satu proyek riset. Jadi intinya adalah PERT lebih berorientasi ke terjadinya peristiwa 16 (*event oriented*) sedangkan CPM condong ke orientasi kegiatan (*activity oriented*).

2.1.6 Definisi Manajemen Proyek

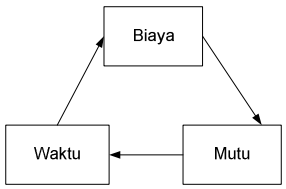
Definisi manajemen proyek adalah semua perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) sampai selesainya proyek untuk menjamin bahwa proyek dilaksanakan tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu. Sebagai ilmu manajemen, profesi manajemen proyek berkaitan erat dengan fungsi merencanakan, memimpin, mengorganisir dan mengendalikan berbagai kegiatan proyek yang sering kali sarat dengan kandungan disiplin ilmu arsitektur, engineering, akuntansi, keuangan, dan lainlain.

Manajemen proyek dapat diartikan juga sebagai rangkaian kegiatan perencanaan, penjadwalan, dan pengawasan untuk semua tahapan dalam proyek, hingga tujuan utama dari proyek dapat tercapai dengan biaya serendah mungkin, waktu secepat mungkin, dan kualitas semaksimal mungkin. Keberhasilan manajemen proyek dapat dilihat dari pencapaian proyek terhadap waktu, ongkos atau tingkat kerja, teknologi, dan tingkat penggunaan sumber yang efektif dan efisien.



Gambar 2.3 Sistem Manajemen Proyek

Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolan lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan penyelenggaraan proyek. Waktu, biaya dan mutu dalam konteks kegiatan proyek merupakan sasaran yang harus dicapai.



Gambar 2.4 Kinerja Proyek

Dengan demikian, jadwal, biaya, dan mutu memiliki kedudukan ganda, yaitu sebagai sasaran dan juga sebagai fungsi dasar pengelolaan.

- Lingkup proyek adalah jumlah kegiatan atau pekerjaan yang harus dilakukan untuk menghasilkan produk yang diinginkan oleh proyek tersebut.
- Pengelolaan waktu atau jadwal merupakan salah satu sasaran utama proyek. Keterlambatan akan mengakibatkan berbagai bentuk kerugian, misalnya penambahan biaya, kesempatan produk memasuki pasaran, dan lain-lain.
- Pengelolaan biaya meliputi segala aspek yang berkaitan dengan hubungan antara dana dan kegitan proyek. Mulai dari proses memperkirakan jumlah keperluan dana, mencari dan memilih sumber serta macam pembiayaan, perencanaan serta pengendalian alokasi pemakaian biaya sampai kepada akuntansi dan administrasi pinjaman keuangan.

- Mengelola kualitas dan mutu dalam kaitannya dengan proyek, diartikan sebagai memenuhi syarat untuk penggunaan yang telah ditentukan.

Untuk sebuah proyek yang berskala besar (mega proyek) yang melibatkan unsurunsur berjumlah sangat besar, seperti ribuan pekerja, dana triliunan rupiah, waktu pelaksanaan tahunan, dan lain-lain maka harus menggunakan manajemen yang berkelas mega dalam lingkup demikian, strategi yang digunakan umumnya adalah:

- Pemilihan tugas-tugas menjadi unit-unit kecil yang lebih mudah dikelola, tentu saja dengan memperhitungkan efisiensinya.
- Penjadwalan pelaksanaan seoptimal mungkin dengan mempertimbangkan sumber daya yang ada seperti pekerja, waktu, peralatan, dana, material, sistem operasi peralatan maupun lingkup-lingkup yang ada.
- Penelusuran pelaksanaan pekerjaan dengan pengukuran dalam selang waktu dan periode tertentu.

Secara sederhana, manajemen proyek bisa disusun dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

- Apa yang harus dikerjakan ?
- Apa dan siapa yang harus menyelesaikan tugas-tugas yang ada ?
- Sampai kapan waktu yang tersedia ?
- Bagaimana pembiayaannya ?
- Apa yang akan terjadi jika proyek terlambat selesai atau bahkan gagal ?

Secara bertahap, manajemen proyek dapat dipilih menjadi beberapa fase proses,
yaitu :

- Perencanaan dan penyusunan jadwal. Ini adalah tahap penting karena didalamnya terdapat proses penentuan tugas dan durasinya serta penentuan hubungan dengan tugas-tugas lainnya. Tahap lainnya sangat tergantung pada data yang terdapat pada tahap awal ini.
- Pengelolaan perubahan. Selama melaksanakan proyek, sering kali diperlukan penyelesaian antara rencana dengan kenyataan yang ada. Hal ini bisa terjadi

karena ada faktor yang tidak bisa diperkirakan sebelumnya, untuk itu diperlukan suatu cadangan sumber daya untuk mengatasinya.

- Publikasi informasi proyek. Semua bagian yang terkait dengan proyek, baik diluar apalagi didalam tubuh organisasi proyek mutlak harus atau informasi tentang proyek. Untuk itu diperlukan sarana publikasi yang beragam, misalnya laporan kemajuan, rapat dan regular, rapat lapangan dan sebagainya.

2.1.7 Proses dalam Manajemen Proyek

Seorang manajer proyek memiliki seperangkat sumber daya yang tersedia untuk melaksanakan proyek yang dilaksanakan. Sumber daya tersebut memiliki berbagai peran dalam tanggung jawab yang berbeda mencakup analisis system perancangan, atau konsultan perencanaan, manajemen proyek, surveyor, kontraktor, subkontraktor, pemasok (*supplier*), dan vendor dalam suatu proyek yang lebih umum.

Informasi utama yang diperlukan guna merencanakan rangkaian proses dalam menyelesaikan proyek antara lain meliputi :

- Tugas-tugas (proses, aktivitas/ fungsi-fungsi) dan detail sub tugas dan waktu penyelesaian.
- Hasil yang diharapkan (*deliverables*) ketika tugas-tugas tersebut selesai dilaksanakan.
- Keterkaitan antara tugas dan aktivitas (atau urutan antara tugas-tugas)
- Sumber yang tersedia serta peran masing-masing.

Pendekatan tradisional terhadap definisi proses lazimnya menggunakan metode analisis dan perencanaan sistem dari Yourdon. Pendekatan ini menggunakan diagram seperti diagram aliran data (*Data Flow Diagram*) atau transisi keadaan masing-masing berupaya mendefinisikan :

- Proses-proses dan sub prosesnya.
- Keterkaitan antara prosesnya.
- Input (bahan baku, sumber daya) yang diperlukan oleh proses yang bersangkutan serta outputnya.

Metoda tradisional tersebut kerap dikenal sebagai metoda berbasis aktivitas (*Activity Based Method*) karena memfokuskan pada pendefinisian pekerjaan yang perlu dilaksanakan selama proses tersebut. Metoda berbasis aktivitas umum digunakan dalam produk komersial. Sementara itu, notasi proses yang digunakan oleh produk yang berbeda dapat cukup bervariasi. Sejumlah kecil *vendor* telah mengadopsi suatu pendekatan alternatif yang didasarkan pada kontrak yang dimantapkan diantara partisipan yang berbeda yang terkait dengan *workflow* tersebut. Hal ini dikenal sebagai pendekatan berbasis komunikasi (*communication based approach*) dan dikenal terutama melalui produk-produk *action technologies*.

Manajemen proyek juga kerap disebut sebagai suatu cara untuk membangun struktur kedalam situasi yang rumit, dimana variabel independen meliputi waktu, biaya, sumber daya dan perilaku manusia saling mempengaruhi secara bersamasama. Perencanaan dan kontrol yang efektif memerlukan pandangan menyeluruh, perkiraan logis, perencanaan detail, kemampuan komunikasi yang baik dan komitmen untuk menjawab segala tantangan hingga sasaran tercapai.

2.2 Perencanaan

Perencanaan adalah proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya. Salah satu lingkup perencanaan adalah pengambilan keputusan, karena hal tersebut diperlukan dalam proses memiliki dan menentukan langkah yang akan datang. Sebaliknya suatu perencanaan yang tidak tepat, tidak sistematis dan tidak logis akan diikuti adanya tumpang tindih dan kebingungan dalam implementasinya.

Tidak pernah dijumpai suatu proyek yang semua kegiatannya berjalan sesuai dengan perencanaan dasar, terutama bagi proyek besar dan kompleks. Hal ini disebabkan antara lain pada waktu penyusunan perencanaan dasar belum cukup tersedia data dan informasi yang diperlukan sehingga bahan perencanaan sebagian besar berdasarkan atas perkiraan dan asumsi keadaan yang akan datang. Perencanaan strategis adalah perencanaan yang meliputi pengambilan keputusan tentang kebijakan untuk mencapai sasaran dalam usaha

untuk memenuhi tujuan perusahaan, sedangkan perencanaan operasional adalah perencanaan terinci yang dimaksudkan untuk menjabarkan segala sesuatu yang telah digariskan dalam perencanaan strategis.

Lingkup dari suatu upaya perencanaan sangat dipengaruhi oleh besarnya proyek. Adapun tujuan dasar dari perencanaan adalah :

- Mencapai pengertian bersama mengenai tugas-tugas yang dikerjakan.
- Mendapatkan suatu pandangan menyeluruh dari pekerjaan yang dilaksanakan.
- Meletakan dasar-dasar untuk mengalokasikan dan menetapkan sumber daya.
- Memungkinkan dibentuknya orgasisasi yang sesuai untuk pekerjaan bersangkutan.

Sementara itu beberapa hal berikut yang dapat menyebabkan kegagalan perencanaan :

- Tingkat perencanaan bersifat seragam, rencana memuat terlampau banyak detail untuk beberapa pengguna, atau terlalu sedikit untuk yang lain.
- Peranti perencanaan sulit digunakan.
- Jangkauan perencanaan secara psikologis tidak kokoh.
- Taksiran perencanaan atas waktu dan biaya terlampau optimistik (bukan jarang terjadi, khususnya untuk proyek berdurasi cukup lama, misalnya lebih dari satu tahun, dimana perubahan harga dapat menjadi cukup signifikan terhadap biaya keseluruhan).
- Perencanaan sumber daya melampaui kompetensi serta kapasitas sumber daya tersebut.
- Kalender proyek mengabaikan waktu yang hilang, libur nasional, dan lainlain.
- Proses perencanaan mengabaikan beberapa aktivitas dalam rangkaian proyek.

Menurut Anderson et al. (TA Ratmawan, 2006) perencanaan dapat dibedakan menjadi milestone dan perencanaan aktivitas. Perencanaan milestone bertujuan mendefinisikan dengan tepat dan cermat apa saja yang hendak dicapai melalui proyek tersebut (*deliverables*) dan kemudian patokan waktu penting yang ditentukan untuk mendapatkan hasil tersebut. Sementara itu dianjurkan untuk memberikan rencana aktivitas yang

bersifat rinci, tepat menjelang proses atau pekerjaan tersebut hendak dilaksanakan. Hal ini untuk menghindarkan perencanaan yang terlalu rinci namun pada pelaksanaannya ternyata kondisi-kondisi telah berubah dari rencana semula. Dan hal ini kerap terjadi. Andersen et al. (1995) juga menyarankan apa yang disebut sebagai perencanaan motivasional, yang berarti perencanaan hanya akan menjadi efektif apabila keseluruhan tim dilibatkan sejak dari proses perencanaan (metoda partisipatif).

Perencanaan juga harus dibedakan antara yang menentukan apa yang hendak dikerjakan dan perencanaan mengenai bagaimana hal tersebut. Perencanaan mengenai apa (*what-planning : goal directed planning*) semestinya telah dilaksanakan sebelum perencanaan mengenai bagaimana (*how-planning : activity planning*) bisa dikerjakan.

Dalam pelaksanaan proyek, tentunya menjadi titik praktis untuk bergerak hanya berdasarkan sasaran akhir, karena itu diperlukan *milestone* atau tolok-waktu adalah lebih baik lagi apabila pada setiap *milestone* tersebut ditentukan pula apa yang seharusnya telah dihasilkan sehingga tolok-waktu tersebut menjadi menjadi penanda mengenai kemajuan yang dicapai secara nyata. Suatu rencana tolakwaktu (*milestone*) yang baik adalah yang didefinisikan secara jelas, meliputi beberapa faktor berikut :

- Suatu kalimat pertanyaan tolok-waktu harus terdiri atas keadaan yang hendak dicapai, serta kondisi-kondisi yang diperlukan untuk mencapainya.
- Suatu tolok-waktu harus bisa diukur.
- Saat-saat pengambilan keputusan yang penting dalam proyek seharusnya adalah tolok-waktu tersebut (mempercepat proyek melakukan re-orientasi aktivitas dan seterusnya).

Fungsi perencanaan merupakan salah satu fungsi yang penting dari konsep manajemen proyek yang mencoba meletakan dasar tujuan dan menyusun urutan langkah-langkah untuk mencapai tujuan tersebut. Dalam hal ini, pengendalian berusaha memantau dan menentukan agar pelaksanaan kegiatan berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Disini terlihat eratnya hubungan antara perencanaan dan pengendalian. Sistematika proses perencanaan adalah penentuan tujuan, penentuan sasaran, pengkajian posisi awal,

pemilihan alternatif, dan penyusunan rangkaian langkah untuk mencapai tujuan atau sasaran. Setelah menetukan tujuan, maka hirarki perencanaan adalah perencanaan strategis dan perencanaan operasional proyek. Perencanaan strategis meliputi keputusan-keputusan yang akan besar pengaruhnya terhadap penyelenggaraan proyek.

Dalam usaha meningkatkan kualitas perencanaan proyek telah diperkenalkan berbagai teknik dan metode perencanaan dalam penyusunan jadwal antara lain bagan balok (*Bar-Chart*), analisis jaringan kerja (CPM, PERT, PDM, GERT dan lain-lain). Langkah selanjutnya adalah memecah lebih lanjut menjadi komponenkomponen kegiatan dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti fungsi, lokasi, sifat dan jenis pekerjaan, ukuran dan lain-lain menjadi paket kerja.

Pada garis besarnya perangkat yang lazim digunakan untuk mengontrol pelaksanaan pekerjaan tersebut meliputi antara lain sebagai berikut :

- ***Bart-Chart*** adalah merupakan deskripsi grafis atas sekumpulan tugastugas atau aktivitas yang ditandai awal dan akhir. Suatu aktivitas adalah suatu tugas atas sekumpulan tugas yang berkontribusi pada keseluruhan penyelesaian proyek.
- ***S - Curve*** (Kurva Progres) adalah merupakan suatu plot grafis dari kemajuan komulatif proyek sebagai sumbu vertikal terhadap waktu sebagai sumbu horizontal. Kemajuan tersebut bisa dinyatakan dalam biaya, kualitas pekerjaan yang dilaksanakan, jumlah jam kerja atau cara pengukuran lain. Jika uang merupakan cara pengukuran kemajuan tersebut, maka hal ini lazimnya dinyatakan dalam bentuk cash-flow, yakni plot dua grafik yang masing-masing menyatakan biaya yang dikeluarkan (ekpenditures) dan pendapatan.
- **CPM** (*Network Planning*) : metode CPM (*Critical Path Method*) memungkinkan perencana dan menejer untuk menganalisis secara menyeluruh aspek waktu dan logika sequensial dan seluruh proyek yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek bahkan sebelum proyek dimulai. Perencanaan dengan metode CPM memfokuskan perhatian para ahli pada kemungkinan munculnya masalah dan mengidentifikasi upaya tambahan yang harus diterapkan untuk mereduksi biaya dan *delay* tanpa memboroskan sumber daya. CPM merupakan suatu cara yang

andal pada tahap pelaksanaan proyek. Elemen-elemen pokok dari CPM adalah aktivitas, durasi, dan kaitan logis (*relationship*).

- **PERT** (*Program Evaluation and Review Tehnique*) : dikembangkan sejak tahun 1950 sebagai suatu versi sistem skedul berbasis komputer. Sebagai tambahan dari kemampuan untuk merencanakan berbasis peristiwa (*Event Oriented*), metode ini memungkinkan perkiraan tiga jenis waktu untuk setiap aktivitas, yaitu waktu optimistik, pesimistik, dan yang paling banyak mungkin. Hal ini tentunya memungkinkan penjadwalan yang lebih realistis berdasarkan peluang terjadinya.
- **Grafis** : karena skedul berbasis jaringan CPM sangat mengandalkan teknik revresebtasi visual, penggunaan garafik *calluser interface* dan kemampuan pelaporan adalah sangat penting.
- Skedul sumber daya (*Resource Planning*) lazimnya berkaitan dengan skedul proyek keseluruhan (*Bart Chart*) serta perencanaan CPM. Perencanaan sumber daya diperlukan untuk menetapkan pada waktu mana diperlukan material atau jenis keahlian apa, dalam jumlah berapa, untuk jangka waktu berapakah.

2.2.1 Jaringan Kerja

Jaringan kerja dimaksudkan sebagai penyajian secara grafis atau perencanaan, model tersebut menyajikan suatu informasi, mengkaji, dan mengidentifikasi kegitan-kegiatan lingkup proyek, menguraikan menjadi komponen-komponen sampai menyusun kembali menjadi urutan-urutan yang didasarkan atas logikalogika ketergantungan.

Sampai diperkenalkannya metoda bagan balok oleh H. L. Gantt pada tahun 1917, dianggap belum ada prosedur yang sistematis dan analisa dalam aspek perencanaan dan pengendalian proyek. Bagan balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan didalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian, dan pada saat pelaporan. Penyusunan aktivitas-aktivitas beserta logika hubungannya dilakukan oleh penjadwalan berdasarkan oleh pengalaman-pengalaman sebelumnya atau dengan mendiskusikannya bersama orang lain, atau dapat pula dengan memperkirakannya berdasarkan pengalaman yang ada.

Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dipandang sebagai satu langkah penyempurnaan metoda bagan balok karena dapat memberikan jawaban atas pertanyaan yang belum terpecahkan oleh metode tersebut seperti :

- Berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.
- Kegiatan mana yang bersifat kritis dalam hubungan dengan penyelesaian proyek.
- Bila terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu bagaimana pengarahannya terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh.

Disamping itu jaringan kerja berguna untuk :

- Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan yang komplek.
- Membuat perkiraan jadwal proyek yang ekonomis.
- Mengusahakan fluktuasi penggunaan sumber daya.

Diantara berbagai versi analisa jaringan kerja yang amat luas pemakaiannya adalah :

- Metoda Jalur Kritis (*Critical Path Method - CPM*)
- Teknik Evaluasi dan Review Proyek (*Project Evaluation and Review Tehnique - PERT*)
- Metoda Perseden Diagram (*Preceden Diagram Method*)

2.2.2 Inventarisasi Kegiatan

Inventarisasi kegiatan dilakukan dengan memecah satu proyek menjadi beberapa komponen proyek. Selanjutnya komponen-komponen utama proyek ini dipecah menjadi beberapa komponen lagi dan pada tahap terakhir akan didapat paketpaket pekerjaan.

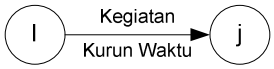
Lingkup proyek terdiri dari sejumlah besar pekerjaan. Ini semua perlu diidentifikasi dan diklasifikasi untuk mengetahui berapa besar volume, macam dan jenisnya dalam rangka mengetahui sumber daya dan jadwal yang diperlukan sebelum diserahkan kepada individu atau kelompok yang akan menanganinya. Setelah melakukan identifikasi dan klasifikasi, dilanjutkan dengan pengelompokkan pekerjaan kedalam unit atau paket yang masing-masing telah diidentifikasi.

Proses inventarisasi kegiatan juga berguna sebagai dasar untuk membuat struktur organisasi proyek. Selanjutnya proses inventarisasi kegiatan juga merupakan pengontrol pekerjaan sesuai dengan struktur orgasisasi yang dibuat.

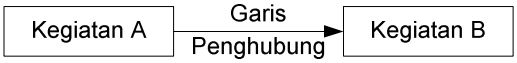
2.2.3 Logika Ketergantungan Kegiatan

Menyusun urutan atau hubungan suatu dengan yang lain dalam proses membuat jaringan kerja, didasarkan atas logika ketergantungan. Hal ini merupakan salah satu aturan dasar dalam penyusunan jaringan kerja, yang mendorong perencanaan melakukan pendekatan sistematis dan berfikir secara analisis. Dibawah ini menjelaskan secara grafis dan simbol yang digunakan dalam membuat jaringan kerja.

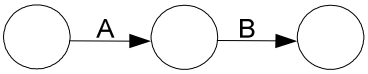
- Hubungan peristiwa dan kegiatan pada anak panah



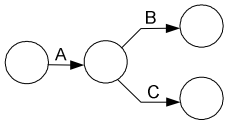
- Hubungan peristiwa antar kegiatan-kegiatan pada kotak



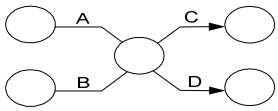
- Kegiatan B dimulai setelah A



- Kegiatan B dan C dimulai setelah kegiatan A selesai



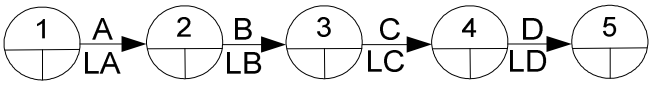
- Kegiatan C dan D dapat dimulai setelah kedua kegiatan A dan B selesai



Bentuk dari jaringan kerja dapat dikategorikan menjadi dua macam jaringan kerja, yaitu jaringan kerja hubungan seri, dan jaringan kerja hubungan paralel. Hubungan seri ada dua macam yaitu hubungan seri langsung dan hubungan seri tidak langsung, sedangkan hubungan paralel hanya ada satu macam pengertian.

a. Hubungan Seri

Antara dua kegiatan terdapat hubungan seri bila sebuah kegiatan tidak dapat mulai dikerjakan apabila kegiatan lainnya belum selesai dikerjakan.

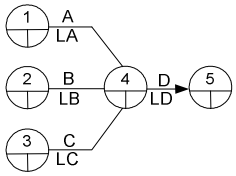


Penjelasan :

1. Dari gambar dikatakan bahwa pekerjaan B tidak dapat dikerjakan sebelum pekerjaan A selesai dan peristiwa 2 belum terjadi atau dapat selesai dikerjakan. Begitu pula pada pekerjaan kegiatan dan peristiwa selanjutnya. Kalau pekerjaan A selesai, maka peristiwa 2 terjadi, maka kegiatan C dapat dimulai. Hubungan kegiatan B dengan kegiatan A adalah seri langsung.
2. Kegiatan C tidak dapat dikerjakan bila kegiatan A belum selesai dikerjakan. Sedangkan bila kegiatan A sudah selesai, belum tentu kegiatan C bisa dimulai. Hubungan kegiatan A dengan C adalah hubungan seri tidak langsung.

b. Hubungan Paralel

Selain jaringan kerja seri, juga bentuk jaringan kerja paralel. Dimana pekerjaan aktivitas A, B dan C dapat dikerjakan secara bersamaan dan pekerjaan baru dapat dikerjakan setelah ketiga kegiatan A, B dan C telah selesai dikerjakan.



Gambar 2.5 Jaringan Kerja Paralel

2.2.4 Menggambar Jaringan Kerja

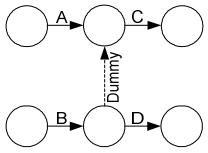
Untuk membentuk gambar jaringan kerja digunakan gambar-gambar jaringan kerja :

1. ⟶ Anak panah (*Arrow*) : kegiatan atau *activity*, adalah kegiatan yang memerlukan durasi tertentu.
2. ◯ Lingkaran kecil (*Node*) : kejadian atau kegiatan (*Event*).

3. ⟶ Anak panah terputus-putus : kegiatan semu atau dummy.

   - Dummy

     Agar terlihat adanya hubungan ketergantungan antara dua peristiwa (*Event*) maka diadakan kegiatan fiktif . Dammy digunakan untuk menunjukkan ketergantungan suatu aktivitas yang tidak membutuhkan waktu dan sumber-sumber lainnya. Aktivitas dammy diberikan apabila diantara dua *event* dilakukan dua aktivitas dummy digambarkan bila suatu kegiatan mempunyai lebih dari satu kegiatan-kegiatan terdahulu dan kegiatan terdahulu tersebut juga merupakan kegiatan terdahulu dari kegiatan lain, maka dammy diperlukan untuk memperlihatkan hubungan ketergantungan yang ada diantaranya.



Gambar 2.6 Dummy

4. 

Keterangan :

1. Ruang pertama (1) : nomor petunjuk lingkaran (n = 1,2,3 ,m)
2. Ruang kedua (2) : saat kejadian paling awal (Ci)
3. Ruang ketiga (3) : Saat kejadian paling lambat (Li) Dimana i = 1,2,3, m yang menyatakan jumlah hubungan kegiatankegiatan yang mendahuluinya.

2.2.5 Perkiraan Waktu

Setelah selesai menyusun rangkaian kegiatan menjadi jaringan kerja, maka sampai batas tertentu dapat dikatakan bahwa tahap perencanaan proyek telah selesai. Langkah berikutnya, memberikan unsur kurun waktu kedalam masing-masing kegiatan. Yang dimaksud kurun waktu kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. Kurun waktu ini lazimnya dinyatakan dengan jam, hari atau minggu.

Perkiraan waktu adalah jangka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan. Waktu mempunyai hubungan yang sangat erat dengan biaya, semakin lama

waktu penyelesaian kegiatan semakin besar biaya yang dipakai. Hal ini banyak disebabkan oleh biaya *over head* yang besarnya sangat tergantung pada waktu pelaksanaannya.

Untuk dapat memperkirakan waktu pelaksanaan proyek, dibutuhkan pengalaman yang cukup lama dibidang kontruksi. Disamping itu juga harus mempunyai gambaran yang jelas dan menyeluruh terhadap langkah-langkah pelaksanaan proyek tersebut. Ada beberapa faktor yang menentukan lamanya kegiatan, yaitu :

1. Volume Pekerjaan

   Suatu kegiatan yang kualitas atau volumenya besar membutuhkan waktu penyelesaian yang volume pekerjaannya lebih kecil. Untuk mempercepat waktu pelaksanaan biasanya dipakai tenaga kerja yang peralatan lebih banyak untuk pekerjaan tersebut.

   Yang dimaksud dengan volume suatu pekerjaan, ialah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukan merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume sebagian pekerjaan dalam suatu kesatuan. Dibawah ini beberapa contoh volume pekerjaan :

   - Volume pondasi batu kali = 25 m^3
   - Volume atap = 140 m^2
   - Volume listplank = 28 m
   - Volume angker pasir = 40 Kg
   - Volume kunci taman = 17 buah

   Dari contoh diatas dapat diketahui dengan jelas bahwa satuan masing-masing volume pekerjaan, seperti volume batu kali 25 m^3, atap 140 m^2, listplank 28 m, angker besi beton 40 kg, dan kunci taman 17 buah, bukanlah arti volume dari sesungguhnya melainkan volume dalam satuan, kecuali volume pondasi batu kali 25 m^3 yang merupakan volume sesungguhnya.

- Volume pondasi batu kali dihitung berdasarkan isi, yaitu panjang x luas penampang yang sama.
- Volume atap dihitung berdasarkan luas, yaitu jumlah luas bidang-bidang atap, seperti segitiga, persegi panjang dan lain sebagainya.
- Volume listplank dihitung berdasarkan panjang atau luas.
- Volume angker besi dihitung berdasarkan berat, yaitu jumlah panjang angker x berat/m
- Volume kunci dihitung berdasarkan jumlah banyaknya kunci.

Yang dimaksud dengan uraian volume pekerjaan, ialah menguraikan secara rinci besar volume atau kubikasi suatu pekerjaan.

2. Tenaga Kerja

Salah satu unsur perencanaan proyek adalah membuat proyeksi keperluan tenaga kerja, material dan peralatan. Terutama tenaga kerja, merupakan sumber daya yang seringkali tidak mudah didapat, mahal dan menimbulkan banyak persoalan. Untuk itu diperlukan perencanaan dengan masak mulai dari memperkirakan tenaga kerja, jenis dan jumlah masing-masing disiplin dan keahlian, jumlah pada masing-masing tahap kemajuan proyek dan lain sebagainya. Adapun perencanaan material dan peralatan meliputi aspek-aspek yang erat kaitannya dengan ketepatan jadwal penyerahan dilokasi proyek dan diusahakan jangan terlalu awal ataupun terlambat.

Untuk menyelenggarakan proyek, salah satu sumber daya yang menjadi factor penentu keberhasilan adalah tenaga kerja. Jenis dan intensitas kegiatan proyek berubah cepat sepanjang siklusnya, sehingga penyediaan jumlah tenaga, jenis keterampilan dan keahlian harus mengikuti tuntutan perubahan kegiatan yang sedang berlangsung. Persoalan utama dalam masalah tenaga kerja bagi kontraktor dan perusahaan-perusahaan sejenis yang volume usahanya naik turun secara tajam, adalah bagaimana membuat seimbang antara jumlah kebutuhan tenaga kerja dengan jumlah pekerjaan yang tersedia dari waktu ke waktu. Dilihat dari bentuk hubungan kerja

antara pihak yang bersangkutan, maka tenaga kerja proyek kontruksi dibedakan menjadi :

- Tenaga kerja langsung atau direct hire adalah tenaga kerja uang direkrut dan menandatangani ikatan kerja perorangan dengan perusahaan kontraktor.
- Tenaga kerja borongan adalah tenaga kerja yang bekerja berdasarkan ikatan kerja yang ada antara perusahaan penyedia tenaga kerja dengan kontraktor, untuk jangka waktu tertentu.

Tenaga kerja kontruksi merupakan posisi terbesar dari proyek engineering manufaktur kontruksi. Kontraktor mempunyai ikatan tenaga kerja dengan mereka berdasarkan borongan dan atau langsung. Produktivitas tenaga kerja sangat menentukan waktu pelaksanaan tiap kegiatan. Produktivitas tenaga kerja ini dipengaruhi oleh faktor-faktor :

- Kondisi fisik lapangan dan sarana Bantu
- Supervisi, perencanaan dan koordinasi
- Kondisi kelompok kerja
- Ukuran besar proyek
- Kurva pengalaman (*learning curve*)
- Pekerjaan langsung versus sub kontrak
- Kepadatan tenaga kerja.

Tenaga kerja terdidik, terampil dan berpengalaman akan mempunyai produktivitas yang tinggi sehingga dapat menyelesaikan pekerjaan dengan cepat dan dengan mutu lebih baik.

3. Cuaca

Cuaca atau musim mempengaruhi suatu jadwal kerja, terutama jenis pekerjaan yang berada diluar bangunan atau lapangan terbuka. Tingkat ketergantungan suatu jadwal kerja terhadap cuaca atau musim dapat berupa penurunan kapasitas produksi dan mungkin jadwal pekerjaan tersebut akan berhenti sama sekali jika hujan lebat.

Pengaruh cuaca merupakan salah satu persoalan yang sulit diduga, dan oleh karenanya memerlukan perhatian yang khusus. Dikenal berikut dalam masalah ini.

- Tidak memasukan faktor cuaca kedalam kurun waktu masing-masing kegiatan, tetapi memperhitungkan kedalam kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- Memasukan faktor cuaca kedalam masing-masing kegiatan, kegiatankegiatan tersebut dikaji sejauh mana kepekaannya terhadap pengaruh cuaca selama proyek berlangsung.

Pendekatan kedua secara potensial akan memberikan angka dengan akurasi yang lebih baik, tetapi juga memerlukan usaha yang lebih besar.

4. Lokasi Proyek

   Kondisi fisik geografis lokasi proyek berhubungan erat dengan tingkat kesulitan dalam perolehan sumber daya material berupa material, tenaga kerja dan peralatan serta transfortasi. Tingkat kesulitan ini secara langsung mempengaruhi waktu pengerjaan proyek, maka perlu adanya survei lokasi, meliputi penyediaan air, aspek sosial ekonomi (misalnya berkaitan dengan penyediaan tenaga kerja), keadaan tanah (tanah liat, tanah berbatu, rawa), dan bagaimana mentransfort material, peralatan dan tenaga kerja ke lokasi tersebut pada saat diperlukan, baik untuk trasfort darat, laut maupun udara, dengan demikian akan menghemat waktu pengerjaan proyek.

2.3 Metode Perencanaan dan Penjadwalan *Cricital Path Method (CPM)*

Metode jalur kritis diperkenalkan menjelang akhir dekade 50-an oleh suatu tim *engineer* dan ahli matematik, pada tahun 1957, U.S *Engineering Department of E.I DuPont de Nemours Inc*, bersama *Remington Rand* mengadakan studi pembahasan dalam mengembangkan metode baru yang bertujuan untuk mengembangkan dan mengkoordinasikan hubungan informasi dalam perencanaan dan pemrograman satu proyek rekayasa. Tujuan utamanya adalah mengoptimalisasikan waktu dan biaya, hasil studi atau kajian ini disebut *Critical Path Method* (CPM). Metode ini merupakan perhitungan matematis durasi waktu yang mendasarkan pada durasi masing-masing kegiatan berikut ketergantungannya serta menentukan kegiatan-kegiatan yang bersifat

kritis dan sudah dapat mengatasi kelemahan-kelemahan yang ada pada *Gantt-Chart* atau *Bar-Chart*.

CPM (*Critical Path Method*) merupakan suatu teknik perencanaan dengan analisa jaringan kerja (*network*) berdasarkan logika ketergantungan antara aktifitasaktifitas yang ada dalam proyek. Pada CPM dapat terjawab hal-hal yang belum bisa digunakan pada bagan balok, seperti berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek, kegiatan mana yang bersifat kritis, jika terjadi kelambatan, bagaimana pengaruhnya bagi kegiatan kegiatan yang lain. Pada jaringan kerja ini dikenal jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian yang tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada bagian terakhir proyek yang tidak mempunyai kelonggaran total maupun kelonggaran bebas.

CPM adalah metode yang berorientasi pada elemen waktu maupun elemen biaya (*Cost Oriented*) sehingga dapat digunakan sebagai alat pengendalian waktu maupun biaya. Perkiraan waktu yang digunakan oleh CPM adalah deterministik. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

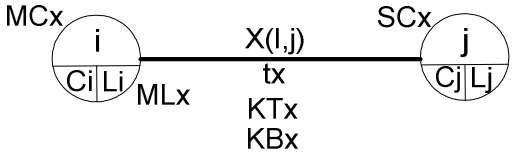
- Menentukan atau mengidentifikasi logika ketergantungan (kegiatan atau aktifitas pendahulu) antar kegiatan yang merupakan kegiatan proyek.
- Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
- Menggambarkan jaringan kerja sesuai dengan logika ketergantungan yang telah disusun sebelumnya.
- Menghitung total waktu penyelesaian proyek, perhitungan waktu maju dan perhitungan waktu mundur.
- Menghitung dan menganalisis perhitungan waktu antara lain *total float*, *free float* dan *independent float*.

2.3.1. Perhitungan Waktu

Terdapat dua perhitungan :

1. Perhitungan Maju.
2. Perhitungan Mundur.

Notasi yang digunakan.



Gambar 2.7 Notasi yang Digunakan

Keterangan :

Tx : Waktu penyelesaian aktivitas X

MCx : Mulai paling cepat aktivitas X

Ci : Waktu paling cepat terjadinya peristiwa i

SCx : Waktu paling cepat dari aktivitas X

Cj : Waktu paling cepat terjadinya peristiwa j

Li : waktu paling lambat terjadinya peristiwa i

MLx : Waktu mulai paling lambat aktvitas X

Lj : Waktu paling lambat terjadinya peristiwa j

SLx : Waktu selesai paling lambat dari aktivitas X

KBx : Kelonggaran bebas dari aktivitas X

KTx : Kelonggaran total dari aktivitas X

T : Waktu penyelesaian proyek

a. Perhitungan Maju

Perhitungan maju adalah menentukan saat-saat (waktu) paling lambat dimulai dan selesainya setiap aktivitas. Serta paling lambat terjadinya setiap kejadian dalam suatu proyek.

- Waktu paling cepat terjadinya peristiwa i (i = awal) atau waktu mulai paling cepat aktivitas X

  Ci = MCx , i = 0 Co = 0 ……...…(1)

- Waktu selesai paling cepat dari aktivitas X yaitu waktu paling cepat terjadinya peristiwa i atau waktu mulai paling cepat aktivitas X ditambah waktu penyelesaian aktivitas X

  SCx = Ci + cx ……..……...…(2)
- Waktu paling cepat terjadinya peristiwa j yaitu maksimum dari waktu selesai paling cepat dari aktivitas X yang berujung (berakhir) pada peristiwa j

  Cj = Max (SCx) ……...……...…(3)

b. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur adalah saat-saat (waktu) paling lambat dimulai dan selesainya setiap aktivitas. Serta paling lambat terjadinya setiap kejadian dalam suatu proyek.

- Waktu paling lambat terjadinya peristiwa j (j = akhir) atau waktu selesai paling lambat aktivitas X = waktu paling cepat terjadinya peristiwa j (peristiwa tersebut).

  Lj = Cj ……..……...…(4)
- Waktu paling lambat dimulainya aktivitas X, yaitu waktu paling lambat terjadinya peristiwa j atau waktu selesai paling lambat aktivitas X dikurangi waktu penyelesaian aktivitas X

  MLx = Lj-tx ……..……...…(5)
- Waktu paling lambat terjadinya peristiwa j yaitu minimum dari waktu paling lambat dimulainya aktivitas X yang berpangkal dari peristiwa j

  Li = Min (MLx) ……...……...…(6)

c. Kelonggaran bebas dari aktivitas X (KBx)

Yaitu selang waktu dimana aktivitas X itu bisa ditunda tanpa menyebabkan tertundanya terjadinya peristiwa. Kelonggaran bebas dari suatu aktivitas X adalah selisih dari waktu paling cepat terjadinya peristiwa j dengan waktu selesai paling cepat dari aktivitas X

KBx = Cj SCx ……...……...…(7)

1. Kelonggaran total dari aktivitas (KTx)

   Yaitu selang waktu dimana aktivitas X itu bisa ditunda tanpa menyebabkan tertundanya penyelesaian proyek secara keseluruhan. Kelonggaran total dari suatu

aktivitas X adalah selisih dari waktu paling lambat terjadinya peristiwa j dengan waktu selesai paling cepat dari aktivitas X.

KTX = Lj SCx ……..……...…(8)

Apabila KT = 0, maka KB = 0

Lj > Cj, maka KT > KB

2. Lintasan kritis

   Adalah rangkaian aktivitas-aktivitas kritis yang menghubungkan peristiwa awal dengan akhir. Aktivitas kritis adalah aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran (KB = 0 dan KT = 0). Lintasan kritis merupakan lintasan yang mempunyai umur pelaksanaan yang paling lama dibanding dengan lintasan lainnya dalam pelaksanaan proyek, dan umur pelaksanaannya sama dengan umur proyek. Karena sifat diatas maka pelaksanaan kegiatankegiatan akan sangat sensitif terhadap keterlambatan, karena akan mempengaruhi umur proyek secara keseluruhan, atau dengan kata lain kegiatan-kegiatan dalam lintasan kritis tidak boleh terlambat dalam pelaksanaannya, karena akan mengakibatkan proyek terlambat juga.

2.4 Pengendalian Proyek

Suatu sistem pemantauan dan pengendalian disamping memerlukan perencanaan yang realistis sebagai tolak ukur pencapaian sasaran, juga harus dilengkapi dengan teknik dan metode yang dapat segera mengungkapkan tanda-tanda terjadinya penyimpangan. Untuk pengendalian biaya dan jadwal terdapat dua macam teknik dan luas pemakaiannya, yaitu identifikasi varians dan konsep nilai hasil. Identifikasi dilakukan dengan membandingkan jumlah uang yang sesungguhnya dikeluarkan dengan anggaran. Sedangkan untuk jadwal, dianalisis kurun waktu yang telah dipakai dibanding dengan perencanaan. Dengan demikian akan terlihat bila terjadi penyimpangan antara rencana dan kenyataan, serta mendorong untuk mencari sebab-sebabnya.

2.4.1 Identifikasi Varians

Pada setiap membicarakan aspek pengendalian biaya dan jadwal akan selalu ditanyakan bagaimana kemajuan pelaksanaan kegiatan terakhir, apakah pengeluaran melebihi anggaran atau kemajuan sesuai jadwal. Untuk itu, menjelang saat pelaporan dikumpulkan informasi mengenai status akhir kemajuan proyek dengan menghitung jumlah unit yang diselesaikan kemudian membandingkan dengan perencanaan, atau melihat catatan penggunaan sumber daya, misalnya jam orang dan membandingkan dengan anggaran. Teknik demikian dikenal sebagai analisis varians. Teknik varians akan membandingkan hal-hal sebagai berikut :

- Biaya pelaksanaan dengan anggaran.
- Waktu pelaksanaan dengan jadwal.
- Tanggal mulai pelaksanaan dengan rencana.
- Tanggal akhir pekerjaan dengan rencana.
- Angka kenyataan pemakaian tenaga kerja dengan anggaran.
- Jumlah penyelesaian pekerjaan dengan rencana.

Disamping menunjukkan angka perbedaan komulatif antara rencana dan pelaksanaan pada saat pelaporan, analisis varians mendorong untuk melacak dan mengkaji dimana dan kapan telah terjadi varians yang paling dominan dan kemudian mencari penyebabnya untuk diadakan koreksi. Terjadinya varians biaya yang relatif besar dapat ditimbulkan oleh berbagai sebab. Misalnya oleh perencanaan penggunaan ataupun jumlah anggaran yang tidak tepat atau karena kemajuan pelaksanaan pekerjaan lebih cepat, dan lain-lain. Pendekatan diatas, disamping dapat digunakan sampai batas tertentu untuk memantau kemajuan pelaksanaan proyek, diperlukan pula untuk kegiatan akuntansi dan audit proyek yang berfungi antara lain untuk meyakinkan apakah pembebanan biaya telah sesuai dengan prosedur dan alokasi, termasuk verifikasi dan dan penelitian kebenaran apakah pekerjaan telah dilaksanakan sesuai dengan rencana dan anggaran. Jadi pendekatan dengan cara ini akan memberikan gambaran hasil kerja masa lalu dan menunjukkan perbandingan antara hasil pelaksanaan dan perencanaan.

2.4.2 Varians dengan Grafik S

Cara lain untuk memperagakan adanya varians adalah dengan menggunakan grafik S. Grafik dibuat dengan sumbu X sebagai nilai komulatif biaya atau jam orang yang telah digunakan atau persentase (%) penyelesaian pekerjaan, sedangkan sumbu Y menunjukkan parameter waktu. Ini berarti menggambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang siklus proyek. Bila grafik tersebut dibanding dengan grafik serupa yang disusun berdasarkan perencanaan dasar (komulatif pengeluaran berdasarkan anggaran uang/jam orang) maka akan segera terlihat jika terjadi penyimpangan.

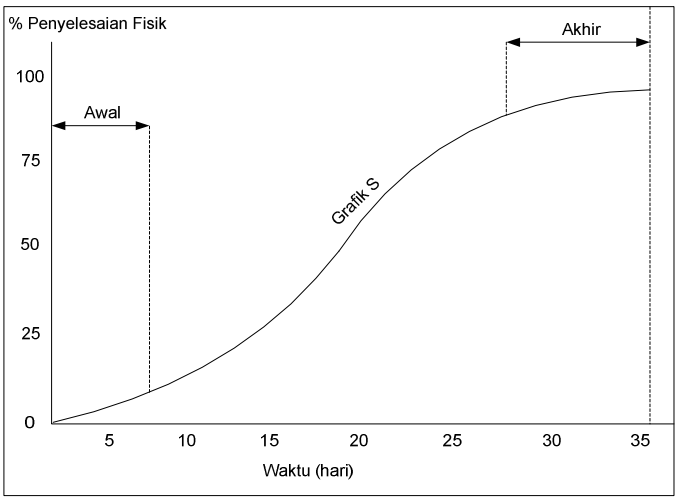
Dengan memiliki sifat seperti tersebut dan pembuatannya relatif cepat dan mudah, maka metode penyajian dengan grafik S dijumpai secara luas dalam penyelenggaraan proyek. Grafik yang dibuat dengan dengan sumbu vertical sebagai nilai komulatif biaya atau jam orang atau penyelesaian pekerjaan dan sumbu horizontal sebagai waktu kalender masing-masing dari angka 0 sampai waktu selesai pekerjaan, umumnya akan berbentuk huruf S. Ini disebabkan kegiatan proyek berlangsung sebagai berikut :

- Kemajuan pada awal bergerak lambat.
- Diikuti oleh kegiatan yang bergerak cepat.
- Akhirnya kemajuan menurun dan berhenti pada titik akhir.

Penggunaan grafik S dijumpai dalam hal-hal berikut :

- Pada analisis kemajuan proyek secara keseluruhan.
- Pada analisis kemajuan proyek untuk satuan unit pekerjaan atau elemenelemennya.
- Pada kegiatan engineering dan pembelian untuk menganalisis persentase penyelesaian pekerjaan misalnya jam orang untuk menyiapkan rancangan, produksi gambar, menyusun pengajuan pembelian, terhadap waktu.
- Pada kegiatan konstruksi, yaitu untuk menganalisis pemakaian tenaga kerja atau jam orang dan untuk menganalisis persentase penyelesaian serta pekerjaan-pekerjaan lain yang diukur dalam unit versus waktu.

Grafik S sangat berguna untuk dipakai sebagai laporan kepada pimpinan proyek maupun pimpinan perusahaan karena grafik ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek dalam bentuk yang mudah dipahami.



Gambar 2.8 Grafik S (Kurva S)

Konsep nilai hasil sebelumnya telah disebutkan bahwa angka-angka yang dihasilkan analisis varians menunjukkan perbedaan hasil kerja pada waktu pelaporan dibanding dengan anggaran atau jadwal. Dengan kata lain, metode ini menjawab pertanyaan apakah proyek pada saat ini masih sesuai dengan anggaran dan jadwal. Kelemahan metode ini, yang menganalisis varians biaya dan jadwal masing-masing secara terpisah, adalah tidak mengungkapkan masalah kinerja kegiatan yang sedang dilakukan. Misalnya, walaupun suatu kegiatan tertentu pada saat pelaporan dinyatakan memiliki kemajuan yang melampaui jadwal yang direncanakan, tetapi belum tentu kegiatan tersebut sesuai dengan anggaran yang dialokasikan untuknya. Bila kegiatan tersebut dikerjakan secara tidak efisien sehingga biaya per unit melebihi anggaran, maka pada suatu saat kegiatan tersebut dapat berhenti karena kekurangan biaya meskipun pada mulanya lebih cepat dari jadwal.

Fungsi dari kurva S adalah :

- Mengontrol Pelaksanaan Pekerjaan setiap saat, sehingga perubahan yang terjadi tidak mengganggu waktu pekerjaan secara keseluruhan.
- Untuk memudahkan direksi dalam pemeriksaan, apakah pekerjaan kontraktor lebih atau kurang bila dibanding dengan rencana.

- Untuk mengontrol waktu pembayaran angsuran menurut perjanjian yang telah ditetapkan harus diperiksa pada perincian volume pekerjaan yang telah diselesaikan.

Penggunaan grafik S dijumpai dalam hal-hal berikut :

- Pada analisis kemajuan proyek secara keseluruhan.
- Penggunaan sama dengan butir diatas tetapi untuk satuan unit pekerjaan atau elemen-elemennya.
- Pada kegiatan *engineering* dan pembelian untuk menganalisis persentase (%) penyelesaian pekerjaan, misalnya jam-orang untuk menyiapkan rancangan, produksi gambar, menyusun pengajuan pembelian terhadap waktu.
- Pada kegiatan konstruksi, yaitu untuk menganalisis pemakaian tenaga kerja jam-orang dan untuk menganalisis persentase (%) penyelesaian serta pekerjaan-pekerjaan lain yang diukur (dinyatakan dalam unit versus waktu).

2.4.3 Konsep Nilai Hasil *(Earned Value)*

Untuk meningkatkan efektivitas dalam memantau dan mengendalikan kegiatan proyek, perlu dipakai metode selain yang telah dibicarakan diatas yang juga mampu menunjukkan kinerja kegiatan. Salah satu metode yang memenuhi tujuan ini adalah konsep nilai hasil *(earned value concept)*. Dengan memakai dasar asumsi tertentu, metode tersebut dapat dikembangkan untuk membuat prakiraan atau proyeksi keadaan masa depan proyek, misalnya untuk menjawab pertanyaan berikut :

- Dapatkah proyek diselesaikan dengan dana sisa yang ada ?
- Berapa besar perkiraan biaya untuk menyelesaikan proyek ?
- Berapa besar proyeksi keterlambatan pada akhir proyek, bila kondisi masih seperti saat pelaporan ?

Asumsi yang digunakan konsep nilai hasil adalah bahwa kecenderungan yang ada dan terungkap pada saat pelaporan akan terus berlangsung. Keterangan yang memberitahukan proyeksi masa depan penyelenggaraan proyek merupakan masukan yang sangat berguna bagi pengelola maupun pemilik, karena dengan demikian mereka memiliki cukup waktu untuk memikirkan cara-cara menghadapi segala persoalan dimasa yang akan datang.

2.4.4 Biaya Pekerjaan Berdasarkan Anggaran

Konsep nilai hasil adalah kosep menghitung besarnya biaya yang menurut anggaran sesuai dengan pekerjaan yang telah diselesaikan atau dilaksanakan *(budgeted cost of works performed)*. Bila ditinjau dari jumlah pekerjaan yang diselesaikan maka berarti konsep ini mengukur besarnya unit pekerjaan yang telah diselesaikan, pada suatu waktu bila dinilai berdasarkan jumlah anggaran yang disediakan untuk pekerjaan tersebut. Dengan perhitungan ini diketahui hubungan antara apa yang sesungguhnya telah dicapai secara fisik terhadap jumlah anggaran yang telah dikeluarkan.

Maka dari penjelasan diatas, rumus untuk mencari nilai hasil sebagai berikut :

Nilai Hasil = (%Penyelesaian) x (anggaran) ……...…(9)

Indikator-indikator ACWP, BCWP dan BCWS

Konsep dasar nilai hasil dapat digunakan untuk menganalisis kinerja dan membuat prakiraan pencapaian sasaran. Untuk itu digunakan 3 indikator, yaitu :

- ACWP *(Actual Cost of Work performed)*

  ACWP adalah sejumlah biaya aktual dari pekerjaan yang telah dilaksanakan. Biaya ini diperoleh dari data-data akuntansi atau keuangan proyek pada tanggal pelaporan (misalnya akhir bulan), yaitu catatan segala pengeluaran biaya aktual dari paket kerja atau kode akuntansi termasuk perhitungan overhead dan lain lain. Jadi, ACWP merupakan jumlah actual dari pengeluaran atau dana yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan pada kurun waktu tertentu.
- BCWP *(Budgeted Cost of Work Performed)*

  Indikator ini menunjukkan nilai hasil dari sudut pandang nilai pekerjaan yang telah diselesaikan terhadap anggaran yang disediakan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut. Bila angka ACWP dibanding dengan BCWP, akan terlihat perbandingan antara biaya yang telah dikeluarkan untuk pekerjaan yang telah terlaksana terhadap biaya yang seharusnya dikeluarkan untuk pekerjaan tersebut.
- BCWS *(Budgeted Cost of Work Scheduled)*

  BCWS sama dengan anggaran untuk suatu paket pekerjaan, tetapi disusun dan dikaitkan dengan jadwal pelaksanaan. Jadi disini terjadi perpaduan antara biaya, jadwal dan lingkup kerja, dimana pada setiap elemen pekerjaan telah diberi

alokasi biaya dan jadwal yang dapat menjadi tolok ukur dalam pelaksanaan pekerjaan.

Dengan menggunakan 3 indikator diatas, dapat dihitung berbagai faktor yang menunjukkan kemajuan dan kinerja pelaksanaan proyek seperti :

- Varians biaya (CV) dan varians jadwal (SV) terpadu.
- Memantau perubahan varians terhadap angka standar.
- Indeks produktivitas dan kinerja.
- Prakiraan biaya penyelesaian proyek.

2.4.5 Varians Biaya dan Jadwal Terpadu

Telah disebutkan sebelumnya bahwa menganalisis kemajuan proyek dengan memakai metode varians sederhana dianggap kurang mencukupi, karena analisis varians tidak mengintegrasikan aspek biaya dan jadwal. Untuk mengatasi digunakan metode nilai hasil dengan indikator BCWS, ACWP, dan BCWP. Varians yang dihasilkan disebut varians biaya terpadu (CV) dan varians jadwal terpadu (SV).

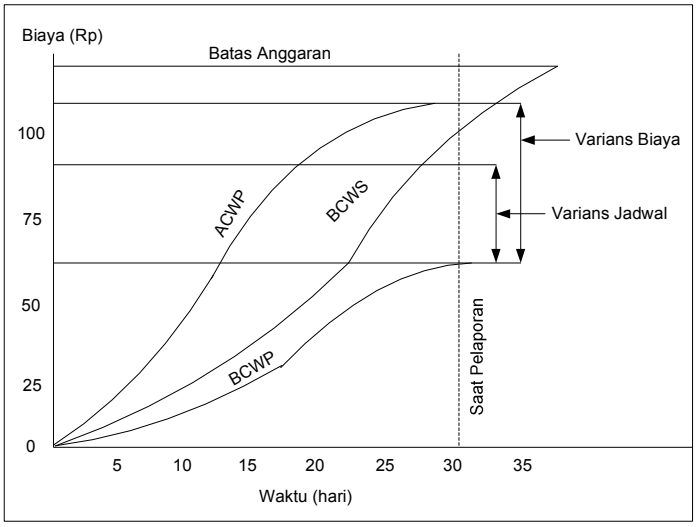
Rumus yang digunakan untuk menghitung varians biaya dan jadwal terpadu adalah sebagai berikut :

1. Varians biaya, (CV) = BCWP - ACWP ……..…(10)
2. Varians jadwal, (SV) = BCWP - BCWS ……..……...…(11)

Angka negatif varians biaya terpadu yang menunjukkan bahwa biaya lebih tinggi dari anggaran, disebut *cost overrun.* Angka nol menunjukkan pekerjaan terlaksana sesuai dengan rencana. Sementara angka positif berarti pekerjaan terlaksana dengan biaya kurang dari anggaran, yang disebut *cost underrun.* Demikian juga halnya dengan jadwal, angka negatif berarti terlambat, angka nol berarti tepat, dan angka positif berarti lebih cepat dari rencana, Berikut berbagai kombinasi antara varians jadwal dan varians biaya :

Tabel 2.1 Tabel Kombinasi Analisis Varians Terpadu.

Varians Jadwal SV = BCWP - BCWS	Varians Biaya CV = BCWP - ACWP	Keterangan
Positif	Positif	Pekerjaan terlaksana lebih cepat daripada jadwal dengan biaya lebih kecil daripada anggaran
Nol	Positif	Pekerjaan terlaksana tepat sesuai jadwal dengan biaya lebih rendah daripada anggaran
Positif	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai dengan anggaran dan selesai lebih cepat daripada jadwal
Nol	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dan anggaran
Negatif	Negatif	Pekerjaan selesai terlambat dan mengeluarkan biaya lebih tinggi daripada anggaran
Nol	Negatif	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan mengeluarkan biaya lebih besar daripada anggaran
Negatif	Nol	Pekerjaan selesai terlambat dan mengeluarkan biaya sesuai anggaran
Positif	Negatif	Pekerjaan selesai cepat daripada rencana dan mengeluarkan biaya lebih besar daripada anggaran



Gambar 2.9 Grafik (BCWP – BCWS) dan (BCWP - ACWP)

2.4.6 Indeks Produktivitas dan Kinerja

Pengelola proyek sering kali ingin mengetahui efisiensi penggunaan sumber daya. Ini dinyatakan sebagai indeks produktivitas atau indeks kinerja. Adapun rumus rumusnya sebagai berikut :

1. Indeks kinerja biaya (CPI) = BCWP / ACWP
2. Indeks kinerja jadwal (SPI) = BCWP / BCWS

Bila angka indeks kinerja ditinjau lebih lanjut, akan terlihat hal-hal sebagi berikut:

- Angka indeks kinerja kurang dari 1 berarti pengeluaran lebih besar dari anggaran atau waktu pelaksanaan lebih lama dari jadwal yang telah direncanakan. Bila anggaran dan jadwal sudah dibuat secara realistis, maka berarti ada sesuatu yang tidak benar dalam pelaksanaan pekerjaan.
- Sejalan dengan pemikiran demikian diatas, bila angka indeks kinerja lebih dari 1, maka kinerja penyelenggaraan proyek lebih baik dari perencanaan, dalam arti pengeluaran lebih kecil dari anggaran atau jadwal lebih cepat dari rencana.
- Makin besar perbedaan dari angka 1 maka makin besar penyimpangannya dari perencanaan dasar atau anggaran. Bahkan bila didapat angka yang terlalu tinggi, yang berarti prestasi pelaksanaan pekerjaan baik, perlu diadakan pengkajian apakah mungkin perencanaannya atau anggarannya justru yang tidak realistis.

Dalam memantau pelaksanaan proyek, terutama pada tahap konstruksi yang menggunakan sejumlah besar tenaga kerja, angka produktivitas tenaga kerja perlu diteliti secara periodik dan diikuti perkembangannya, karena angka ini berpengaruh besar terhadap penyediaan jumlah tenaga kerja. Angka produktivitas yang bergerak kebawah memberikan petunjuk bertambah besarnya jumlah keperluan tenaga kerja untuk jumlah pekerjaan tertentu.