

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 PENGERTIAN UMUM PROYEK KONSTRUKSI**

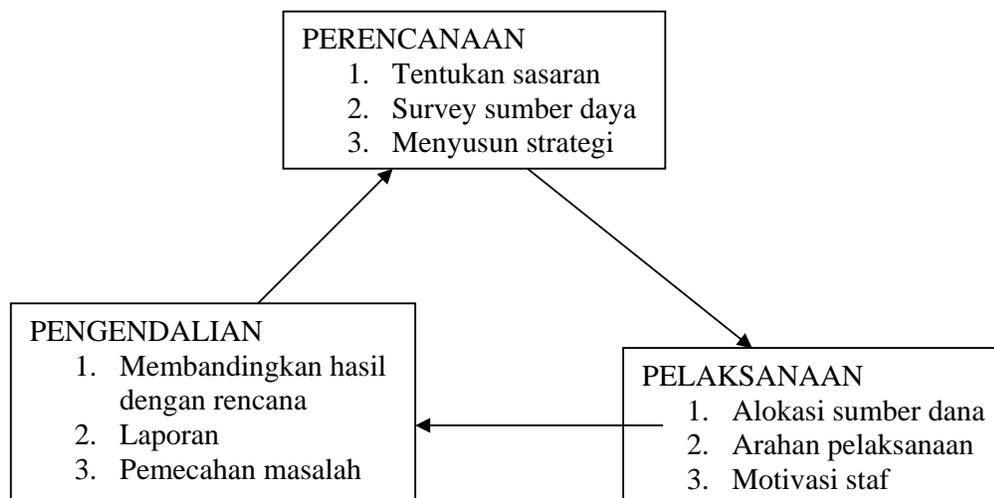
Dalam setiap proyek konstruksi, perencanaan dan pengendalian merupakan aspek yang harus dipersiapkan dan dilaksanakan dengan sebaik-baiknya. Kebutuhan akan hal di atas semakin dirasakan jika proyek semakin besar, semakin kompleks dan pihak yang terlibat semakin banyak. Tanpa kedua hal di atas koordinasi tidak dapat dilaksanakan dan sasaran mustahil akan dapat tercapai.

Pada dasarnya yang dimaksud dengan proyek adalah suatu usaha untuk mencapai suatu tujuan tertentu yang dibatasi oleh waktu dan sumber daya yang terbatas. Sehingga pengertian proyek konstruksi adalah suatu upaya untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk bangunan/infrastruktur. Bangunan ini pada umumnya mencakup pekerjaan pokok yang termasuk didalamnya bidang teknik sipil dan arsitektur, juga tidak jarang melibatkan disiplin lain seperti ; teknik industri, teknik mesin, teknik elektro dan sebagainya. Adapun bentuk bangunan tersebut dapat berupa perumahan, gedung perkantoran, jalan, bendungan terowongan, bangunan industri dan bangunan pendukung yang banyak digunakan untuk kepentingan masyarakat banyak.

Suatu pekerjaan konstruksi tidak selalu dapat dikategorikan sebagai proyek konstruksi, tetapi harus memiliki criteria-kriteria tertentu seperti dibawah ini:

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

Menurut Prijono, 1994, daur kegiatan untuk mencapai tujuan proyek tampak dalam gambar 2.1 yang menyajikan langkah berkesinambungan dengan tujuan untuk mencapai hasil yang baik.



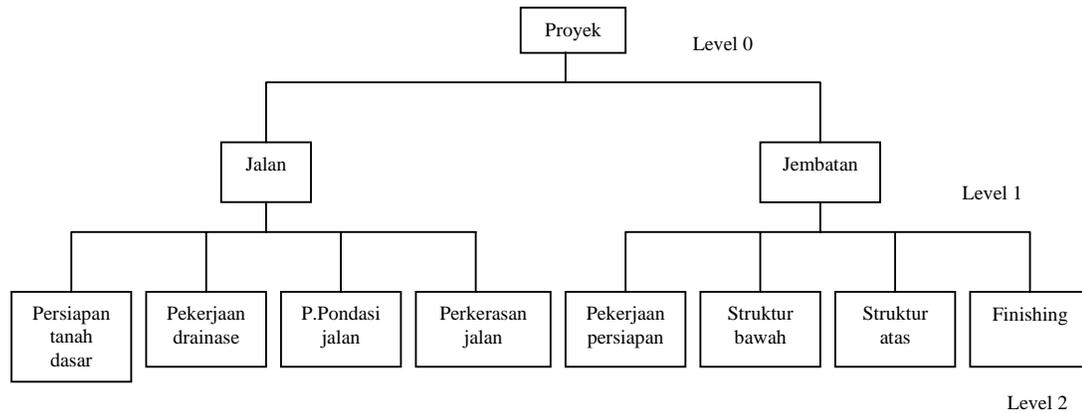
**Gambar 2.1. Langkah Berkesinambungan dengan Tujuan Untuk Mencapai Hasil yang Baik.**

## 2.2 PENGELOMPOKAN PEKERJAAN (*WORK BREAKDOWN STRUCTURE*)

Pengelompokan pekerjaan (WBS) merupakan metode yang dapat memecah suatu proyek secara logis dan sistematis menjadi bagian-bagian proyek. Pengelompokan dilakukan bertingkat seperti membuat silsilah, dimana tingkat 0 adalah proyeknya sendiri dan tingkat terendah merupakan suatu paket pekerjaan. Jumlah tingkat ditetapkan sesuai dengan kebutuhan sedemikian rupa sehingga unit terendah merupakan satuan kerja yang dapat dikelola dengan baik (*managable unit*) dan dapat ditetapkan berada di bawah tanggung jawab individu tertentu dalam organisasi. Umumnya penyusunan WBS mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut:

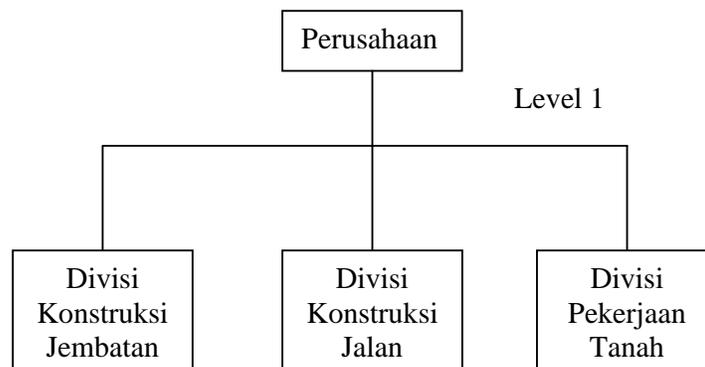
- a. Keahlian; proyek dipecah berdasarkan keahlian karena akan direncanakan, dilaksanakan dan diawasi oleh suatu bidang keahlian yang sama.
- b. Lokasi (letak); proyek dipecah berdasarkan lokasi karena proyek berada di beberapa lokasi (*multisite*), dimana lokasi yang berbeda akan menyulitkan pengendalian.
- c. Tahapan pekerjaan (waktu); proyek dipecah berdasarkan tahapan, untuk memudahkan proses pengendalian (perhitungan kemajuan dan pembayaran).

Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan WBS (*Work Breakdown Structure*) dari suatu proyek.



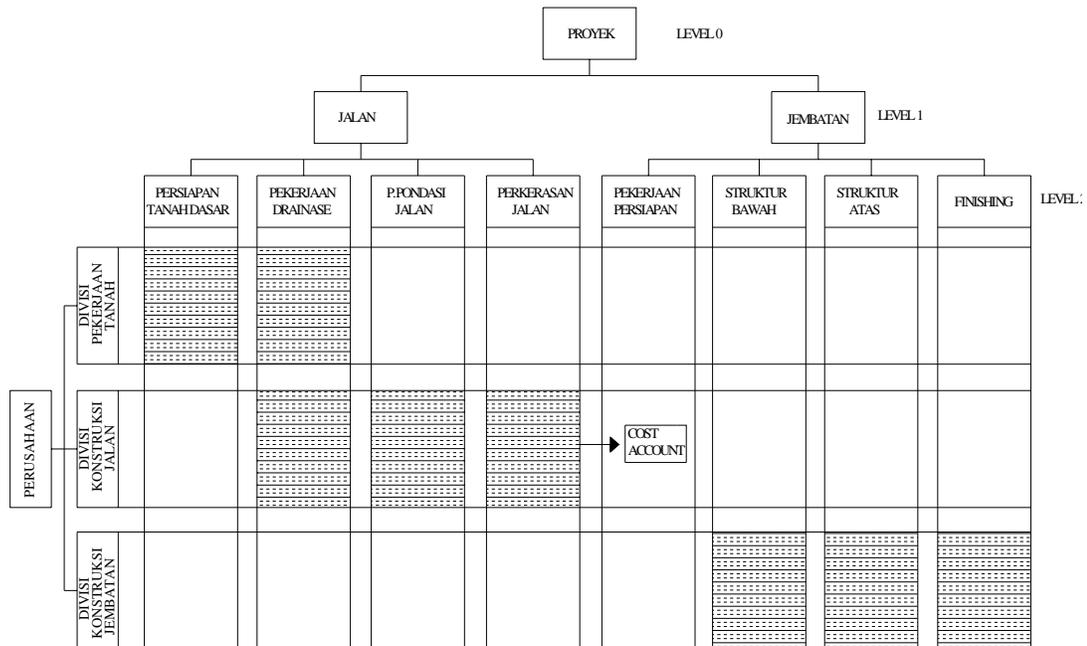
**Gambar 2.2. Work Breakdown Structure**

Pengembangan *WBS* harus dilakukan bersamaan dengan pengembangan *OBS* (*Organization Breakdown Structure*). Kegunaannya untuk menentukan dan melokalisasi tanggung jawab setiap unit kegiatan



**Gambar.2.3. Organization Breakdown Structure**

Jumlah tingkat pada *WBS* dan *OBS* tidak harus sama dan integrasi antara keduanya terjadi pada tingkat dimana pekerjaan dilaksanakan. Pekerjaan dipecah secara vertikal menjadi bagian-bagian pekerjaan dan elemen pekerjaan diintegrasikan secara horizontal terhadap *OBS* proyek. Setiap unit pekerjaan secara umum dapat disebut *cost account*. *Cost account* ini dapat dianggap sebagai suatu paket kecil yang mempunyai kegiatan, dana, tenaga kerja tertentu yang berada di bawah pengelolaan.



**Gambar 2.4. Integrasi WBS dan OBS menghasilkan *Cost Account***

(Ervianto, 2004)

Dalam pengelolaan suatu proyek besar diperlukan suatu sistem proyek manajemen yang terintegrasi untuk dapat menyatukan pekerjaan yang akan dilaksanakan, mengatur struktur organisasi, menyusun rencana biaya dan pelaksanaan, melaksanakan kontrol, mengolah dan mengevaluasi informasi serta membuat laporan.

*Cost account* sebagai hasil integrasi *WBS* dan *OBS* merupakan unit logis dan tepat untuk mengakomodasi seluruh kebutuhan di atas. *Cost account* juga mempunyai tingkatan dimana pada setiap tingkat dapat ditunjuk organisasi atau sub-organisasi penanggung jawabnya. Tingkat paling tinggi dari *cost account* adalah proyeknya sendiri jika ditinjau secara vertikal. Sementara tingkat paling rendah disebut dengan *basic cost account*. Suatu *basic cost account* biasanya mempunyai beberapa paket pekerjaan.

Kemajuan pekerjaan, penyerapan biaya dan analisis kinerja akan dilakukan pada tingkat *basic cost account*. Besar setiap *basic cost account* ditetapkan sesuai dengan jenis pekerjaan dan *WBS* yang dibuat, tetapi diusahakan agar pelaksanaan setiap *cost account* tersebut tidak terlalu panjang yaitu maksimum 9 sampai 12 bulan agar tidak mempunyai resiko kehilangan kontrol terhadap waktu pelaksanaan dan penyerapan dana.

Ke tingkat yang lebih tinggi, *cost account* mempunyai hirarki yang disesuaikan dengan *WBS* secara vertikal dan *OBS* secara horizontal, di mana suatu *cost account* yang berada pada level lebih atas adalah merupakan penjumlahan dari *cost account-cost account* yang berada pada level di bawahnya.

Dengan struktur yang sistematis ini suatu proyek besar dapat dianggap sebagai gabungan dari beberapa proyek kecil dan kontrol terhadap setiap tingkat atau *cost account* oleh organisasi penanggung jawabnya dapat dilakukan secara efektif. Selain itu melalui pengkodean yang tepat, bantuan komputer dapat digunakan untuk mempermudah serta mempercepat pengolahan dan analisis dari setiap *cost account*.

Konsep di atas memungkinkan pengelolaan suatu proyek dengan skala besar dimana volume pekerjaan yang dikontrol dinyatakan dengan *cost account*, bukan beribu-ribu kegiatan. Konsep *cost account* ini juga sejalan dengan konsep perencanaan bertingkat yang biasa diterapkan pada suatu proyek besar agar proyek dapat dikelola dengan baik.

### **2.3 ESTIMASI BIAYA**

Dalam proyek konstruksi terdapat dua jenis estimasi biaya yang sangat bergantung pada jenis pekerjaan dan tipe kontrak yang digunakan, yaitu estimasi biaya pekerjaan lumpsom dan estimasi biaya untuk pekerjaan *unit price*. Sedangkan komponen-komponen yang menjadi penyusun dalam estimasi biaya adalah harga satuan dan volume pekerjaan.

Selanjutnya dalam melakukan estimasi biaya, perlu diidentifikasi dulu komponen-komponen biaya konstruksi yang dibagi menjadi 3 kategori sebagai berikut:

1. Biaya Langsung (*direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan untuk segala sesuatu yang menjadi komponen permanen hasil proyek. Beberapa komponen biaya langsung antara lain: biaya material, peralatan, pembayaran upah buruh dan mandor.

2. Biaya tidak langsung

Biaya tidak langsung adalah biaya yang diperlukan untuk keperluan kelangsungan manajemen, pengawasan mutu, serta jasa untuk pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi produk permanen, tapi dibutuhkan dalam

rangka proses pelaksanaan proyek. Biaya tidak langsung dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Biaya Overhead

Merupakan bagian dari biaya tidak langsung yang dipergunakan untuk biaya operasi lapangan dan perusahaan secara keseluruhan. Beberapa contoh biaya overhead, antara lain:

- Biaya tender
- Biaya asuransi
- Gaji direksi, dll

b. Biaya Kontingensi

Merupakan biaya yang dialokasikan untuk menutup hal-hal yang tidak terduga atau belum pasti, meliputi:

- a. kecelakaan kerja
- b. Kesalahan pemilihan metode pelaksanaan
- c. Kegagalan pelaksanaan pekerjaan, dll

3. Biaya lain-lain

- a. *Mark-Up*, yaitu penambahan nilai penawaran terhadap hasil perhitungan estimasi, untuk memperoleh tambahan keuntungan atau cadangan biaya overhead dan kontingensi.
- b. Keuntungan, merupakan biaya untuk membayar jasa kontraktor yang melakukan pekerjaan konstruksi. Umumnya persentase keuntungan adalah 10-15% dari pekerjaan konstruksi.
- c. Biaya Perizinan
- d. Pajak (PPN 10% nilai keseluruhan biaya)

Selanjutnya untuk mengestimasi biaya pekerjaan dilakukan proses sebagai berikut:

1. Harga satuan pekerjaan

Harga satuan pekerjaan lumpsum merupakan gabungan dari biaya material, biaya buruh dan biaya peralatan, yang masing-masing dihitung per satuan pekerjaan, misal: harga satuan untuk pekerjaan batu kali biasanya dihitung per 1 m<sup>3</sup>. Rumus perhitungan harga satuan untuk pekerjaan lumpsum adalah sebagai berikut:

$$HS = BM + BB + BP + BK$$

Keterangan:

HS : Harga Satuan pekerjaan Lumpsum

BM : Biaya Material

BB : Biaya Buruh/tenaga kerja

BK : Biaya bahan bakar

BP : Biaya Peralatan

## 2. Estimasi biaya pekerjaan

Setelah dihitung harga satuan selanjutnya dihitung biaya setiap item pekerjaan dengan mengalikan harga satuan dengan volume pekerjaannya. Biaya total pelaksanaan konstruksi dapat dihitung dari biaya seluruh item pekerjaan. Rumus perhitungan biaya total adalah sebagai berikut:

$$HT = \sum^n (H_i * V_{pi})$$

(Soeharto,1995)

Keterangan:

HT = Harga total proyek

Hi = Harga satuan untuk setiap pekerjaan i

Vpi = Volume pekerjaan untuk setiap pekerjaan i

n = jumlah seluruh item pekerjaan

## 3. Rekapitulasi Biaya Konstruksi

Perhitungan rekapitulasi biaya untuk proyek dengan pekerjaan *lumpsum* dilakukan dengan menyusun biaya total proyek ditambah keuntungan ( $\pm 10\%$ ), biaya overhead dan kontingensi ( $\pm 5\%$ ), dan pajak PPN sebesar 10% dari total biaya konstruksi.

## 2.4 PENJADUALAN PEKERJAAN

Setelah melakukan pengelompokan pekerjaan (*Work Breakdown Structure*) dan dilaksanakan oleh siapa, tahapan selanjutnya adalah menentukan waktu pelaksanaan pekerjaan secara detail. Penjadualan pekerjaan meliputi penentuan durasi masing-masing paket pekerjaan, kapan suatu paket pekerjaan dimulai dan kapan waktu

selesainya, yang nantinya ketika semuanya diakumulasikan akan menghasilkan durasi keseluruhan dari proyek. Penjadualan pekerjaan bukanlah pekerjaan yang mudah, karena dalam menentukan durasi suatu paket pekerjaan biasanya digunakan formulasi sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \text{Volume Pekerjaan} / \text{Produktifitas}$$

Dari formulasi atas dapat dilihat bahwa ada dua faktor utama, yaitu volume dan produktifitas. Kedua faktor utama di atas juga sangat dipengaruhi oleh banyak faktor lain. Salah satunya kapabilitas dan kemampuan sumber daya (*resources*) yang dimiliki. Oleh karena itu penjadualan pekerjaan harus dilakukan dengan sangat teliti dan sejalan dengan pengalokasian *resources*.

Hasil dari penjadualan (*schedulling*) ini akan digunakan sebagai dasar/informasi serta acuan bagi pengendalian yang akan dilakukan. Dimana penjadualan yang dilakukan akan memberikan informasi sebagai berikut:

- Waktu mulai proyek dan waktu selesai proyek.
- Kapan suatu paket pekerjaan harus dimulai dan kapan suatu paket pekerjaan harus selesai.
- Urutan kegiatan (kegiatan sebelum dan sesudah).

Nilai estimasi biaya (*budget*) yang dilakukan juga didasari oleh durasi waktu pada penjadualan (*schedulling*), dimana adanya perubahan dari penjadualan semula akan berimplikasi terhadap biaya yang dikeluarkan. Hal ini semakin mempertegas tingkat urgensi penjadualan (*schedulling*) terhadap pengendalian suatu proyek sebagai suatu acuan yang harus diperhatikan.

Berikut ini akan dijabarkan beberapa metode yang biasa dipakai dalam penjadualan pekerjaan:

#### 1. *Critical Path Method (CPM)*

CPM adalah salah satu metode penjadualan yang dapat memperlihatkan secara logis logika ketergantungan antara suatu pekerjaan (aktifitas) dengan aktifitas yang lain. Dalam CPM dikenal dua terminologi dasar, yaitu *activity time* dan *event time*. Suatu proyek besar akan terdiri dari banyak event, yang akan membutuhkan ketelitian yang tinggi dalam penyusunan CPM. Selain itu suatu

proyek besar kemungkinan akan mempunyai beberapa CPM dari tiap-tiap *cost account* atau *work package*. Untuk hal ini dibutuhkan kemampuan untuk menganalisis proyek tersebut sebagai *subnetwork-subnetwork* yang kemudian jika diintegrasikan akan membentuk network yang utuh, yang adalah merupakan proyek itu sendiri. Hal ini akan dibahas pada sub-bab setelah ini.

## 2. Barchart

*Barchart* biasa digunakan untuk *barchart* penjadualan dalam konstruksi karena kesederhanaan dan kemudahannya untuk dimengerti. Kesederhanaan dari *barchart* membuat metode ini berguna untuk *analisis milestone* dan *summary schedules*, yang digunakan untuk kontrol global dalam manajemen proyek dan pada level eksekutif. Waktu mulai dan tanggal penyelesaian dari masing-masing aktifitas digambarkan sebagai *horizontal bar*.

Panjang dari bar tersebut mewakili durasi dari aktifitas yang ada. Langkah pertama dalam menyiapkan sebuah adalah dengan mengidentifikasi daftar aktivitas yang ingin ditampilkan dalam *schedule*. Setelah durasi setiap aktifitas diestimasi dan ditentukan, plot pada sumbu horizontal, tentukan skala waktu yang tepat, bisa dalam hari, minggu, bulan atau hari kalender, sesuai dengan yang dibutuhkan. Berikut ini adalah contoh dari *barchart*:

**Tabel 2.1. Contoh *barchart***

No.	Kegiatan	Durasi (minggu)	Minggu													
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	Pembebasan lahan	4	■	■	■	■										
2	Perataan tanah	1					■									
3	Pondasi bangunan	2					■	■								
4	Galian + pasang bata, septic tank	2					■	■								
5	Pompa air	1					■									
6	Dinding bangunan	1							■							
7	Atap bangunan	1								■						
8	Lantai bangunan	1									■					
9	Beton tutup septic tank	3								■	■	■				
10	Saluran penghubung	1											■			

## 3. Kurva S Rencana

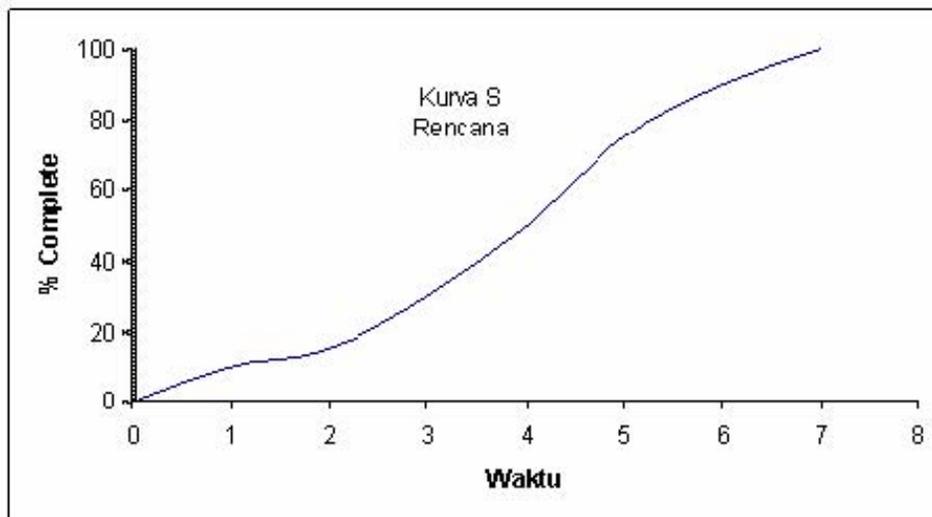
Kurva S menggambarkan hubungan antara item pekerjaan dengan waktu/jadual pelaksanaan dan biaya kumulatif pekerjaan. Kurva S dapat memberikan gambaran kemajuan pekerjaan terhadap waktu, dimana kemajuan pekerjaan

direfleksikan terhadap bobot penyerapan biaya.

Kurva S dapat digunakan pada tahap perencanaan dan pengendalian proyek. Pada tahap perencanaan terdapat kurva S rencana sebagai pedoman/acuan pelaksanaan proyek. Sementara pada tahap pengendalian, dapat digunakan kurva S aktual sebagai pembandingan dengan kurva S rencana.

Berikut ini adalah prosedur pembuatan kurva S rencana:

- Tentukan jadwal dari setiap item pekerjaan dalam proyek
- Hitung bobot setiap item pekerjaan dengan membandingkan biaya tiap-tiap pekerjaan dengan biaya total proyek
- Distribusikan bobot setiap kegiatan tersebut secara merata dengan membagi bobot dengan durasinya, sehingga diperoleh bobot pekerjaan persatuan waktu.
- Jumlahkan bobot seluruh pekerjaan yang terdistribusi untuk setiap satuan waktu, kemudian jumlahkan secara kumulatif dari awal hingga akhir proyek.
- Plotkan dalam suatu grafik untuk nilai-nilai hasil penjumlahan kumulatif di atas sebagai sumbu y terhadap waktu/durasi proyek sebagai sumbu x, sehingga diperoleh kurva S.



**Gambar 2.5 Kurva S Rencana**

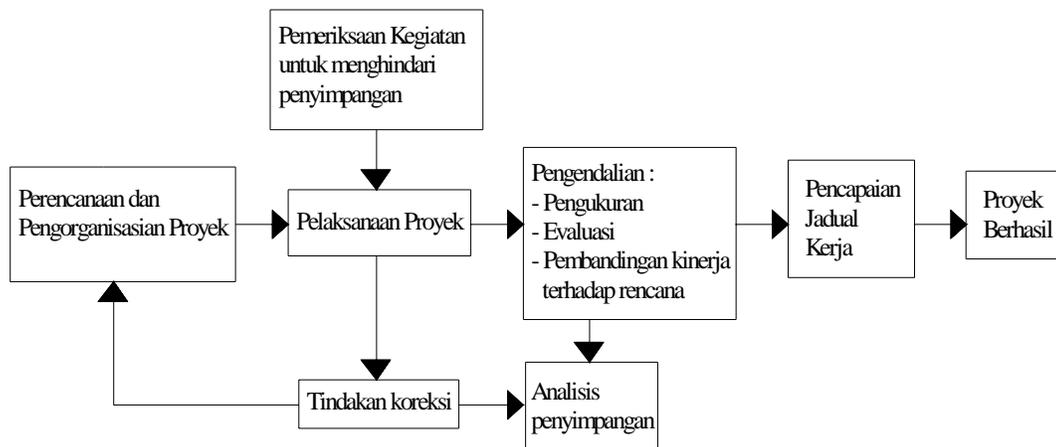
## **2.5 PENGENDALIAN PROYEK**

Selain melakukan perencanaan yang baik dan matang terhadap *resources*, perencanaan sistem pengendalian proyek harus mendapatkan perhatian yang sama

besarnya. Hal ini dikarenakan pengendalian proyek adalah suatu tahap dimana dilakukan kontrol terhadap pelaksanaan, apakah pelaksanaan proyek sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Syarat penting untuk mencapai keberhasilan suatu proyek adalah proses pengendalian yang efektif terhadap biaya, waktu dan mutu.

Proses pengendalian proyek dalam setiap kegiatan konstruksi terdiri dari tiga langkah pokok [Dipohusodo,1996] :

1. Menetapkan standar kinerja
2. Mengukur kinerja terhadap standar
3. Memperbaiki penyimpangan terhadap standar bila terjadi penyimpangan



**Gambar 2.6 Langkah-Langkah Proses Pengendalian**

*Sumber : Istimawan Dipohusodo "Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid 2", 1996*

Pada prinsipnya setiap pelaksanaan pekerjaan selalu diawali dengan perencanaan, kemudian selama pelaksanaan pekerjaan, dilakukan pengendalian agar hasil pekerjaan yang dicapai sesuai dengan yang direncanakan.

### **2.5.1 Pengendalian Waktu**

Pengendalian waktu ditujukan agar waktu pelaksanaan konstruksi dapat berlangsung seperti yang direncanakan. Keterlambatan akan merupakan kerugian baik bagi pemilik pekerjaan maupun bagi kontraktor.

Bagi pemilik, keterlambatan berarti mundurnya waktu pemanfaatan bangunan, sedangkan bagi kontraktor akan berakibat bertambahnya biaya tidak langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan konstruksi.

Teknik pengendalian waktu yang biasa digunakan antara lain:

1. Metode jaringan kerja :
  - Metode Jalur Kritis (CPM)
  - Metode *Precedence* Diagram
  - PERT ( *Program Evaluation and Review Technique* )
2. *Bar Chart/Gantt Chart*
3. *Linear Scheduling*

### **2.5.2 Pengendalian Mutu Pekerjaan**

Pengendalian mutu proses konstruksi harus diarahkan pada upaya untuk memenuhi persyaratan yang dinyatakan dalam bentuk kriteria perencanaan dan penyusunan spesifikasi teknis pekerjaan. Pada prinsipnya usaha pengendalian mutu pekerjaan mempunyai tujuan, yaitu:

1. Mengarahkan agar pelaksanaan konstruksi sesuai dengan spesifikasi teknis dan dokumen kontrak.
2. Mencakup pertimbangan ekonomi dalam penetapan jenis material dan metoda konstruksi yang dipakai dengan memastikan bahwa perencanaannya telah memenuhi syarat peraturan bangunan.

Singkatnya pengendalian mutu pekerjaan dilakukan melalui pengawasan pelaksanaan pekerjaan yang harus dilakukan sesuai dengan gambar konstruksi, persyaratan teknis dan peraturan-peraturan yang berlaku.

### **Pengendalian Biaya**

Posisi biaya proyek pada saat monitoring tidak terlepas dari status (kemajuan) pada saat monitoring. Dengan kata lain, biaya proyek pada saat monitoring diperoleh dengan membandingkan total pengeluaran biaya (berdasarkan laporan keuangan) dengan rencana anggaran pada tingkat kemajuan tercapai pada saat yang sama (berdasarkan laporan *progress*). Dari sini akan dapat disimpulkan apakah biaya proyek pada tingkat *progress* tersebut lebih besar, sama atau lebih kecil dari proyeksi anggaran biaya yang telah direncanakan.

#### **2.5.3.1 Anggaran Biaya Proyek**

Acuan yang digunakan sebagai tolok ukur di dalam pengendalian biaya proyek adalah rencana anggaran biaya. Anggaran biaya

merupakan perencanaan terperinci perkiraan biaya seluruh item pekerjaan, yang di distribusikan sesuai dengan *time schedule* yang telah ditetapkan. Bahan-bahan yang diperlukan didalam penyusunan rencana anggaran biaya antara lain berupa gambar rencana, spesifikasi teknis, analisa sumber daya dan analisa harga satuan. Contoh rencana anggaran biaya dan pendistribusiannya dapat disajikan dalam tabel 2.2 dan 2.3 berikut ini :

**Tabel 2.2. Rencana Anggaran Biaya Proyek**

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Harga
			<b>Total Harga =</b>		

( Soekirno,1995)

**Tabel 2.3. Rencana Alokasi Anggaran Biaya Proyek**

No	Uraian Pekerjaan	Harga	Alokasi Anggaran Biaya							
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst
<b>Total</b>										

( Soekirno,1995)

### 2.5.3.2 Anggaran Kas Proyek

Setelah anggaran biaya dan pendistribusian anggaran biaya berdasarkan *time schedule* dibuat, maka langkah selanjutnya dibuat anggaran kas proyek (*Project Cashflow*). *Project Cashflow* merupakan taksiran penerimaan dan pengeluaran yang akan atau sedang dikerjakan..

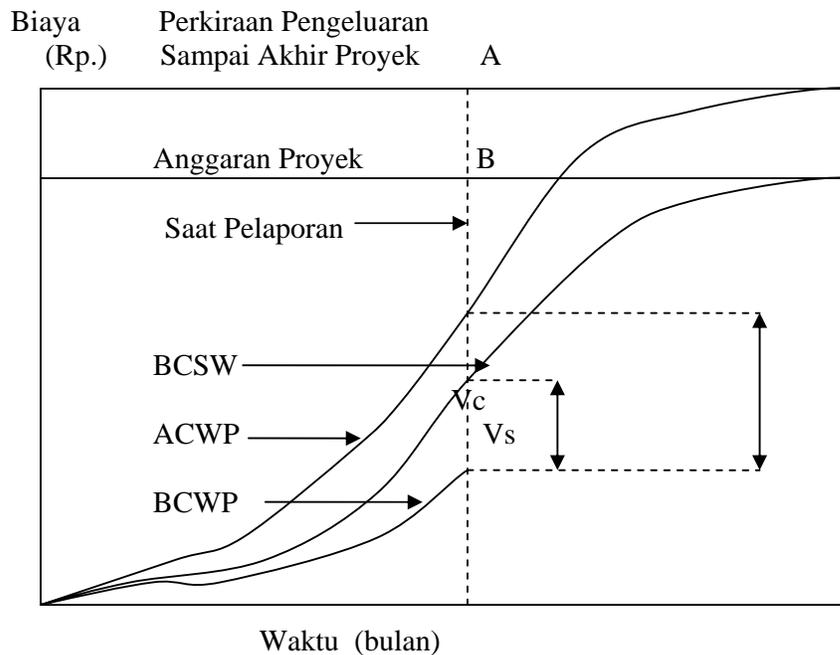
Adapun kegunaan *Project Cashflow* yaitu dalam hal :

1. Mengetahui kemungkinan posisi kas pada masa yang akan datang.
2. Mengetahui terlebih dahulu kapan akan terjadi kekurangan kas,

serta kapan akan terjadi kelebihan kas.

3. Menetapkan jumlah pinjaman yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek.
4. Mengetahui jumlah bunga pinjaman modal kerja.
5. Memperkirakan posisi biaya pada akhir proyek.

Penyusunan *Project Cashflow* pada saat dimulainya suatu proyek sampai dengan proyek selesai (termasuk masa pemeliharaan). Skala waktu penyusunan *Project Cashflow* adalah bulanan dan setiap bulan dilakukan penyesuaian. Hal ini dilakukan mengingat realisasi umumnya tidak sesuai dengan yang direncanakan dengan dapat mengikuti penerimaan maupun pengeluaran yang sebenarnya. Setiap kali dilakukan penyesuaian sekaligus dilakukan perkiraan rencana anggaran dari sisa pekerjaan yang belum dilaksanakan. Sama halnya dengan laporan kemajuan pekerjaan, maka laporan biaya proyek dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti dalam gambar 2.5



**Gambar 2.7. Perkiraan Biaya Akhir Proyek**

(Soeharto, 1995)

Keterangan :

Vc = varians biaya

Vs = varians jadwal

AB = kenaikan biaya diatas anggaran

### **2.5.3.3 Laporan Biaya Proyek**

Untuk mengetahui status biaya pada saat pengukuran kemajuan pekerjaan, dilakukan dengan cara membandingkan rencana anggaran biaya pada saat kemajuan tercapai dengan laporan pengeluaran biaya sampai dengan saat monitoring.

Dengan adanya laporan pengeluaran biaya baik laporan harian, mingguan maupun bulanan, manajer proyek selaku pimpinan proyek beserta personil inti lainnya secara terus-menerus mengendalikan segala macam sumber daya (material, tenaga kerja, dan peralatan) serta faktor penunjang lain yang akan mempengaruhi besar kecilnya biaya proyek.

Isi laporan bulanan pembiayaan proyek meliputi :

1. Biaya umum (*overhead*).
2. Biaya konstruksi dilapangan, biaya ini dikelompokkan menjadi biaya langsung dan biaya tidak langsung.
3. Pembelian material, pembayaran upah tenaga kerja dan pembelian atau sewa peralatan.
4. Laporan penggunaan dana, meliputi rencana penggunaan dana bulan yang akan datang dan rencana arus kas (*cashflow*).

## **2.6 KONSEP PENGENDALIAN BIAYA DAN JADUAL TERINTEGRASI/ EARNED VALUE**

Pada suatu proyek konstruksi perencanaan dan pengendalian proyek harus dipandang sebagai suatu kesatuan yang terintegrasi dalam sistem pengelolaan proyek. Terlebih untuk proyek besar dan kompleks seperti yang telah disebutkan sebelumnya, dimana akan terdapat banyak sekali kegiatan dan logika ketergantungan yang akan melibatkan banyak pihak.

Dalam kasus ini adalah sangat penting untuk merencanakan suatu sistem pengendalian proyek yang sistematis dan komprehensif. Sistem pengendalian diciptakan

untuk memastikan agar perencanaan dapat mendorong pelaksanaan berjalan dengan lancar dan menciptakan sistem pengendalian yang efektif dan efisien dalam mengontrol 3 aspek utama: biaya, waktu dan mutu.

Suatu konsep pengendalian terintegrasi yang dapat menganalisis penyimpangan biaya dan jadwal pertama kali diperkenalkan oleh Departemen Pertahanan AS pada tahun 1967. Konsep ini dikenal dengan *C/SCSC (Cost/Schedule Control System Criteria)* atau *earned value*. Konsep ini telah berkembang pesat dan mulai diterapkan dalam manajemen proyek konstruksi. Konsep ini dipadukan dengan konsep perencanaan bertingkat yang membagi proyek menjadi sub-sub proyek. Walaupun konsep ini dikatakan sangat bermanfaat untuk proyek besar dan kompleks, namun dapat juga diterapkan pada proyek dengan skala relatif kecil karena sifatnya yang komprehensif dan umum.

### **2.6.1 Analisis Kinerja Pelaksanaan Pekerjaan**

Analisis kinerja pelaksanaan pekerjaan umumnya dilakukan terhadap 3 pusat kontrol, yaitu: paket pekerjaan, *cost account*, dan *overheads*.

#### **1. Paket Pekerjaan (*Work Package*)**

Kontrol terhadap *work package* umumnya dilakukan secara langsung dengan meninjau variasi antara anggaran dengan kenyataan. Ini dimungkinkan karena paket pekerjaan tersebut direncanakan sedemikian rupa sehingga volumenya tidak terlalu besar dan waktunya tidak terlalu panjang seperti sudah diuraikan sebelumnya. Suatu paket pekerjaan adalah suatu satuan pekerjaan yang cukup besar untuk mengkuantifisir biaya yang diperlukan tetapi juga harus cukup kecil sehingga setiap penyimpangan yang terjadi dapat diidentifikasi dengan segera sebelum menjadi berbahaya. Biasanya waktu pelaksanaan paket pekerjaan adalah antara 4 sampai 8 minggu. Dengan waktu yang singkat tersebut maka kemajuan pekerjaan dan analisa biaya dapat dilakukan berdasarkan paket pekerjaan yang telah diselesaikan. Estimasi yang bersifat subjektif dibatasi untuk paket pekerjaan yang sudah dimulai tetapi belum selesai. Biasanya kontrol dilakukan berdasarkan laporan bulanan. Suatu estimasi optimis yang dilakukan pada bulan pertama dengan segera dapat diselesaikan pada bulan berikutnya.

## 2. *Cost Account*

Analisis kinerja pada unit pekerjaan/*cost account* yang lebih besar dapat dilakukan dengan pendekatan yang sama. Biasanya kemajuan pekerjaan secara total merupakan estimasi subjektif yang digambarkan pada kurva S proyek. Metoda yang dianjurkan menginginkan agar faktor subjektifitas ini dapat dikurangi sebanyak mungkin. Untuk proyek kecil, kinerja biasanya diukur untuk keseluruhan proyek. Jika proyek semakin besar informasi kemajuan proyek secara global dinilai tidak cukup sensitif untuk dapat memberikan reaksi atas setiap deviasi yang terjadi. Untuk itu proyek harus dipecah dan setiap bagian atau tingkatan dari *WBS* dapat dijadikan *cost account* terhadap mana kinerja akan dinilai. Konsep yang sistematis ini memungkinkan analisa kinerja dapat dilakukan pada setiap tingkat dari *WBS*.

## 3. *Overheads*

Untuk menganalisa biaya harus dibedakan antara biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung seperti tenaga kerja, material dan peralatan dapat dengan mudah dialokasikan pada setiap paket pekerjaan. Sementara itu biaya tidak langsung (*overheads*) dapat dikategorikan atas dua bagian:

- *Direct overheads* yang dapat dialokasikan proporsional terhadap paket pekerjaan, misalnya: *overheads* unit perancangan.
- *Indirect overheads* seperti administrasi kantor pusat, gaji direksi, dll yang tidak dapat didistribusikan ke dalam paket pekerjaan. *Overhead* ini harus dianalisa tersendiri dan biasanya dibuat linear terhadap waktu.

### 2.6.2 *Metoda Analisis*

Saat ini ada banyak metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengendalian terhadap proyek. Secara tradisional kemajuan pekerjaan (kontrol waktu) dan biaya direfleksikan oleh parameter yang sama, yaitu bobot penyerapan dana pada suatu saat tertentu. Untuk proyek dengan skala besar tinjauan di atas diperkirakan kurang memadai untuk dapat menganalisis dan mengetahui dengan tepat kemajuan pekerjaan (*schedule*) dan kondisi keuangan (pengeluaran dan *earned value*).

Suatu konsep pengendalian yang dapat menganalisis penyimpangan

biaya dan jadwal pertama kali diperkenalkan oleh Kementerian Pertahanan Amerika Serikat pada tahun 1967. Konsep ini dikenal dengan sebagai C/SCSC (*Cost/Schedule Control System Criteria*) atau juga dikenal dengan konsep *Earned Value*. Metode analisis yang akan digunakan untuk setiap *cost account* dan unit WBS yang lebih tinggi pada tugas akhir ini adalah berdasarkan konsep *Earned Value*.

Menurut *Department of Defense and General Accounting Office, USA* (1997), *earned value* adalah " ... sebuah alat untuk mengukur nilai pekerjaan yang telah dikerjakan kemudian dibandingkan dengan biaya aktual yang harus dikeluarkan untuk pekerjaan tersebut." Sedangkan menurut CMS Information System (1999), *earned value* adalah " .... teknik manajemen yang menggunakan data (mengenai kemajuan pekerjaan) yang sedang dilaksanakan untuk mengetahui apa yang akan terjadi pada pekerjaan tersebut di masa yang akan datang." dan menurut Abba (1999), *earned value* adalah " .... teknik manajemen yang menghubungkan perencanaan sumber daya dengan jadwal (pelaksanaan proyek) dan kebutuhan akan *technical performance* (yang telah disepakati)."

Dari ketiga definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa *earned value* adalah konsep mengukur kemajuan suatu pekerjaan berdasarkan sumber daya yang telah diserapnya pada suatu saat dengan membandingkan nilai yang telah dicapai pada saat itu (*earned value*) dengan biaya aktual (*actual costs*) yang dikeluarkan untuk mengerjakan pekerjaan itu sampai pada saat tersebut dan menggunakan data variansi yang telah terjadi untuk memperkirakan biaya yang akan diperlukan sampai pekerjaan tersebut selesai.

Tujuan utama dari penerapan konsep *earned value* pada suatu proyek adalah untuk mengontrol kemajuan proyek (waktu) dan mengefektifkan pengeluaran biaya agar sesuai dengan *budget* yang telah direncanakan (GES Solutions, 1999). Selama tahap konstruksi *earned value* juga menyediakan informasi mengenai:

- 1 Biaya aktual yang telah diserap suatu pekerjaan, berdasarkan penyerapan dana dari sumber daya yang telah dipergunakan oleh pekerjaan tersebut.
- 2 Nilai pekerjaan tersebut, berdasarkan kemajuan yang telah dicapainya.
- 3 Variansi biaya dan jadwal yang mencerminkan adanya *underrun*

(lebih cepat atau lebih murah) atau overrun (lebih lambat atau lebih mahal).

- 4 kecenderungan penyelesaian pekerjaan tersebut berdasarkan data-data variansi yang telah dialami. Berdasarkan penelitian, proyek-proyek baru menyelesaikan 15% pekerjaannya namun telah *over-budget* biasanya mengalami *overrun* (lebih mahal dari yang direncanakan) pada saat penyelesaiannya (*CMS Information System, 1999*).

### 2.6.3 Terminologi Dasar

Dalam konsep *earned value* dikenal beberapa parameter untuk mengendalikan biaya proyek antara lain:

- a. *BCWS (Budgeted Cost Work Schedule)*

*BCWS* adalah merupakan anggaran biaya yang dialokasikan berdasarkan rencana kerja yang telah disusun terhadap waktu. *BCWS* dihitung dari akumulasi anggaran biaya yang direncanakan untuk pekerjaan dalam periode waktu tertentu. *BCWS* pada akhir proyek (penyelesaian 100 %) disebut *Budget at Completion (BAC)*. *BCWS* juga menjadi tolak ukur kinerja waktu dari pelaksanaan proyek. *BCWS* merefleksikan penyerapan biaya rencana secara kumulatif untuk setiap paket-paket pekerjaan berdasarkan urutannya sesuai jadwal yang direncanakan. Penyerapan biaya ini direncanakan untuk setiap *cost account* dan dapat dijumlahkan untuk mendapat rencana biaya bagi setiap tingkat *WBS* atau *OBS* yang lebih tinggi. *BCWS<sub>cum</sub>* adalah rencana kumulatif penyerapan biaya sampai pada periode tertentu.

- b. *BCWP (Budgeted Cost Work Performed)*

*BCWP* yaitu kemajuan yang telah dicapai berdasarkan nilai uang dari pekerjaan-pekerjaan yang telah diselesaikan pada periode waktu tertentu. *BCWP* inilah yang disebut *earned value*. *BCWP* ini dihitung berdasarkan akumulasi dari pekerjaan-pekerjaan yang telah diselesaikan. Ada beberapa cara untuk menghitung *BCWP* diantaranya adalah: *Fixed formula, Milestone weights, Milestone weights with percent complete, Unit complete, Percent complete, Level of effort*.

*BCWP* ini dapat disajikan per periode atau kumulatif, dan dihitung mulai dari *basic cost account* dan dijumlahkan untuk elemen *WBS* dan *OBS* yang

lebih tinggi. Kesulitan utama dalam mengestimasi *BCWP* adalah untuk mengestimasi kemajuan suatu paket pekerjaan yang telah dimulai tetapi belum selesai. Namun faktor subjektif ini telah dibatasi jika setiap paket pekerjaan ditetapkan tidak terlalu besar/lama.

c. *ACWP (Actual Cost Work Performed)*

*ACWP* adalah biaya aktual yang dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan sampai pada periode tertentu. *ACWP* dapat disajikan per perioda atau kumulatif.

d. *BAC (Budget at Completion)*

*BAC* adalah budget rencana yang akan diserap oleh keseluruhan proyek atau keseluruhan pekerjaan. Nilainya adalah nilai proyek tersebut atau nilai kontrak yang harus diselesaikan atau nilai keseluruhan pekerjaan.

#### 2.6.4 Variansi

a. *SV (Schedule Variance)*

Yaitu variansi atau perbedaan antara kemajuan pekerjaan yang dicapai dengan yang direncanakan pada periode tertentu yang menunjukkan posisi kemajuan pekerjaan tersebut pada periode tersebut.  $SV_{cum}$  kumulatif adalah variansi antara kemajuan pekerjaan yang telah dicapai dengan yang direncanakan.

$$SV = BCWP - BCWS$$

b. *CV (Cost Variance)*

Yaitu variansi atau perbedaan antara biaya yang harus dikeluarkan untuk mengerjakan suatu pekerjaan pada periode tertentu dengan kemajuan pekerjaan yang dicapai pada periode tersebut yang menggambarkan posisi keuangan pekerjaan pada periode yang bersangkutan.  $CV_{cum}$  adalah kumulatif variansi antara biaya yang telah dikeluarkan dengan kemajuan aktual kumulatif.

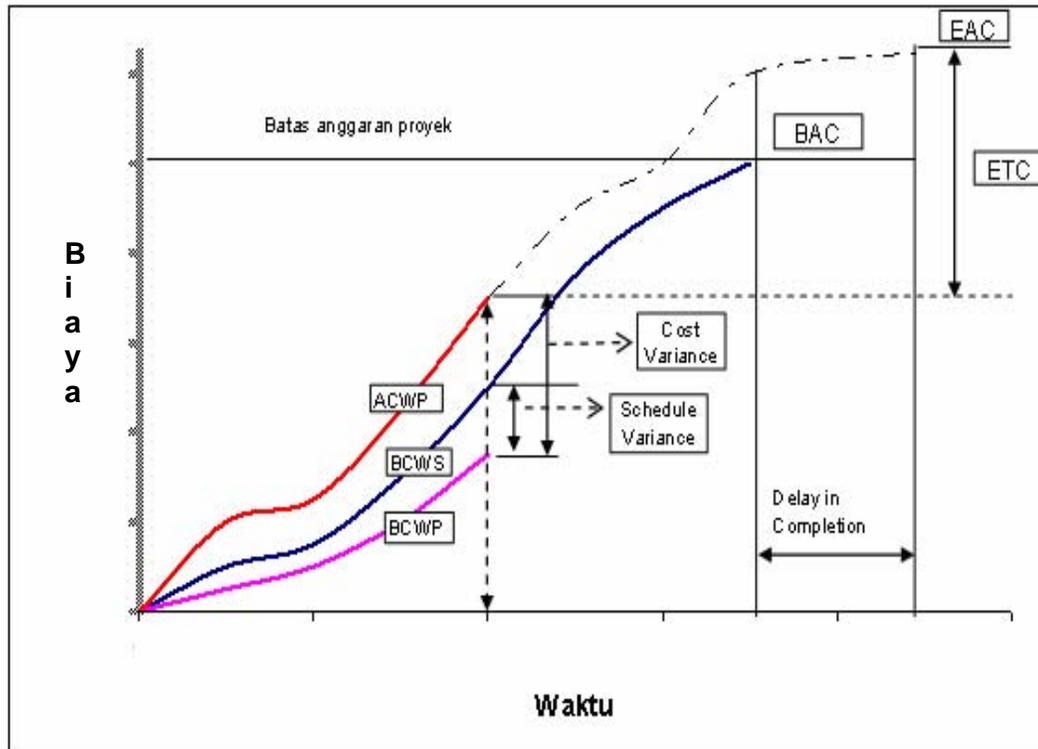
c. *VAC (Variance at Completion)*

Yaitu variansi biaya yang diperkirakan akan terjadi pada saat proyek telah selesai berdasarkan produktivitas terakhir sedangkan  $VAC_{cum}$  berdasarkan produktivitas rata-rata.

$$VAC = BAC - EAC$$

$$VAC_{cum} = BAC - EAC_{cum}$$

Berikut ini adalah ilustrasi dari metode *earned value* secara grafis. **Gambar 2.8** menunjukkan terminologi-terminologi yang telah disebutkan di atas sebelumnya.



**Gambar 2.8. Metode *Earned Value***

(Ervianto, 2004)

### 2.6.5 Indeks Pelaksanaan Pekerjaan

#### a. *SPI* (Schedule Performance Index)

Yaitu indeks yang menunjukkan produktivitas pekerjaan (efisiensi jadwal) berdasarkan kemajuan yang dicapainya pada periode tertentu sedangkan  $SPI_{cum}$  adalah indeks produktivitas pekerjaan berdasarkan kumulatif kemajuan yang dicapainya sampai periode tertentu.

$$SPI = BCWP/BCWS$$

$$SPI_{cum} = BCWP_{cum} / BCWS_{cum}$$

b. ***CPI (Cost Performance Index)***

Yaitu indeks yang menunjukkan produktivitas keuangan (efisiensi biaya) atau keuangan berdasarkan penyerapan biaya yang sebenarnya terjadi sampai pada penyerapan biaya proyek berdasarkan penyerapan biaya yang sebenarnya terjadi pada periode tertentu.  $CPI_{cum}$  adalah indeks yang menunjukkan produktivitas periode tertentu.

$$CPI = BCWP/ACWP$$

$$CPI_{cum} = BCWP_{cum} / ACWP_{cum}$$

**2.6.6 Status Proyek Keseluruhan**

- a. *PC (Percent Complete)* yaitu persentase kemajuan pekerjaan yang telah dicapai sampai pada periode tertentu berdasarkan budget yang direncanakan.

$$PC = BCWP_{cum} / BAC$$

- b. *PS (Percent Spent)* yaitu persentase biaya yang telah diserap sampai pada periode tertentu dibandingkan dengan jumlah rencana yang dianggarkan atau perkiraan jumlah total berdasarkan perkiraan uang yang harus dikeluarkan pada saat penyelesaian proyek berdasarkan produktivitas akhir atau produktivitas rata-rata.

$$PS = ACWP_{cum} / BAC$$

$$PS_{cum} = ACWP_{cum} / EAC$$

**2.6.7 Estimasi untuk menyelesaikan proyek dan Peramalan Biaya Akhir**

- a. *ETC (Estimate to Complete)* yaitu sejumlah biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek berdasarkan data produktivitas terakhir yang dicapai.

$$ETC = (BAC - BCWP_{cum}) / CPI$$

- b. *EAC (Estimate to complete)* adalah besarnya biaya yang akan diserap secara keseluruhan oleh proyek berdasarkan data produktivitas terakhir yang dicapai. Sedangkan  $EAC_{cum}$  adalah besarnya biaya yang akan diserap secara keseluruhan oleh proyek berdasarkan data produktivitas rata-rata.

$$EAC = ACWP_{cum} + ETC$$

### 2.6.8 Analisis Penyimpangan Jadwal dan Biaya

Kondisi pelaksanaan pekerjaan ditinjau dari sisi pemanfaatan waktu dan biaya yang direpresentasikan dengan nilai *SV* dan *CV* adalah sebagai berikut:

*Schedule Variance* = 0 ; proyek tepat waktu

*Schedule Variance* > 0 ; proyek lebih cepat

*Schedule Variance* < 0 ; proyek terlambat

*Cost Variance* = 0 ; biaya proyek sesuai rencana

*Cost Variance* > 0 ; biaya lebih kecil

*Cost Variance* < 0 ; biaya lebih besar

Penyimpangan jadwal dan biaya di atas memberikan indikasi dalam bentuk rupiah besar keterlambatan atau majunya proyek dari jadwal tetapi tidak memberikan informasi secara tepat posisi kemajuan proyek terhadap *milestone*. Ini dapat diatasi dengan menyajikan *barchart* proyek secara terintegrasi.

Dalam hal terjadi penyimpangan seperti keterlambatan atau biaya yang lebih besar dari rencana, harus dapat diidentifikasi faktor penyebabnya seperti: kesalahan estimasi, kesulitan teknis akibat medan yang berat, biaya material dan kinerja pekerja tidak seperti yang diharapkan dll.

Penyimpangan jadwal dan biaya dinyatakan dalam rupiah seperti penggunaan variansi di atas tidak dapat menggambarkan kondisi keterlambatan relatif terhadap satuan unit anggaran. Keterlambatan sebesar 5 juta rupiah dari anggaran 100 juta adalah tidak begitu berarti bila dibandingkan dengan jika anggarannya 10 juta. Hal ini menunjukkan bahwa parameter variansi yang digunakan kurang dapat menggambarkan relatifitas tingkat kepentingan sebuah kemajuan atau keterlambatan jika dibandingkan dengan nilai total proyek. Untuk itu digunakan *SPI* dan *CPI* yang berupa nilai indeks yang dapat lebih menggambarkan kondisi yang diharapkan di atas. Pengertian yang diberikan *CPI* dan *SPI* adalah sebagai berikut:

*SPI* = 1 ; proyek tepat waktu

*SPI* > 1 ; proyek lebih cepat

*SPI* < 1 ; proyek terlambat

$CPI = 1$  ; biaya proyek sesuai rencana

$CPI > 1$  ; biaya lebih kecil

$CPI < 1$  ; biaya lebih besar

$CPI$  dan  $SPI$  ini dihitung untuk setiap *cost account* dan tingkat di atasnya.

Pada tingkat yang lebih tinggi perhitungan  $CPI$  atau  $SPI$  dilakukan dengan sederhana yaitu menjumlahkan parameter-parameter tingkat yang berada di bawahnya. Mungkin terjadi kasus kinerja jelek di suatu bagian ditutupi oleh kinerja yang baik di bagian lain, sehingga kinerja suatu tingkat secara rata-rata menjadi baik. Hal ini tidak perlu dikhawatirkan karena seharusnya setiap penanggung jawab suatu *cost account* akan mengetahui kondisi nyata tingkat di bawahnya dan dapat mengidentifikasi sumber penyimpangan. Sebagai parameter lain,  $CPI$  dan  $SPI$  ini dapat disajikan untuk periode yang ditinjau dan kondisi kumulatifnya.

## 2.7 KONSEP PERENCANAAN BERTAHAP

Proyek-proyek yang besar membutuhkan suatu perencanaan yang bertahap, yang biasanya disesuaikan dengan organisasi yang akan mengelolanya. Pengembangan perencanaan tersebut dilakukan sejalan dengan tahapan perencanaan (*conceptual design, basic/preliminary design, detailed design*), dimana pada awalnya sangat global sesuai dengan informasi yang tersedia dan selanjutnya bertambah detail. Adapun langkah-langkah pengembangan perencanaan bertahap adalah menggunakan metode perencanaan sebagai berikut:

### 1. Pendefinisian Proyek

Pada tahap ini terlebih dahulu dilakukan pendefinisian proyek, mengenai jenis proyek, lokasi proyek, nilai proyek, tujuan proyek serta pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk proyek.

### 2. Melakukan pemilahan pekerjaan (*WBS=Work Breakdown Structure*).

Pemilahan ini dilakukan bertingkat sampai tingkat disagregasi yang dikehendaki. Untuk proyek besar, level paling rendah dari *WBS* disebut dengan *work package*. Biasanya pemecahan dilakukan sampai unit yang cukup kecil untuk melakukan pengontrolan secara objektif dan ditandai juga dengan waktu kelola (*management time*) yang relatif singkat.

3. Menganalisis Organisasi Pelaksana (*Organization Breakdown Structure*).

Kegunaannya untuk menentukan dan melokalisasi tanggung jawab pelaksanaan dan pengelolaan proyek.

4. Pengalokasian tanggung jawab melalui integrasi *WBS* dan *OBS*.

Integrasi *WBS* dan *OBS* dapat menunjukkan dengan jelas suborganisasi mana yang bertanggung jawab pada pelaksanaan setiap sub-proyek. Irisan antara unsur *WBS* dan *OBS* dinamakan *cost account* yang juga merupakan titik kendali manajemen. Untuk setiap titik kendali ini dapat dipersiapkan perangkat pengendaliannya seperti *network*, *barchart* dan kurva S.

5. Menetapkan *Milestone Network*.

*Milestone Network* bertujuan untuk menetapkan dan mengetahui target waktu penyelesaian kegiatan yang dianggap penting.

6. Menyusun *subnetwork*.

Setiap *work package* dibuat *network*nya. *Subnetwork* dikembangkan dengan merencanakan kegiatan berdasarkan batasan-batasan dari beberapa *milestone* yang diberikan untuk *subnetwork* tersebut. Manfaat suatu proyek dibagi menjadi *subnetwork* antara lain:

- Dikembangkan oleh tim yang berbeda.
- Perubahan satu *subnetwork* tidak langsung mengubah keseluruhan proyek.
- Monitoring dan kontrol bisa lebih efektif. Dimana *subnetwork* yang merupakan subnet kritis bisa lebih diperhatikan.
- Perusahaan besar yang mengerjakan beberapa proyek:
  - a. Masing-masing proyek bisa ditinjau sebagai *subnetwork* dan dilakukan *interface* untuk menjadi seluruh kegiatan perusahaan.
  - b. Start-finish dari masing-masing proyek boleh berbeda.
  - c. Interface dapat berarti perpindahan *resources* dari satu proyek ke proyek lain atau mungkin juga suatu *target date* yang diminta dalam *master schedule*.

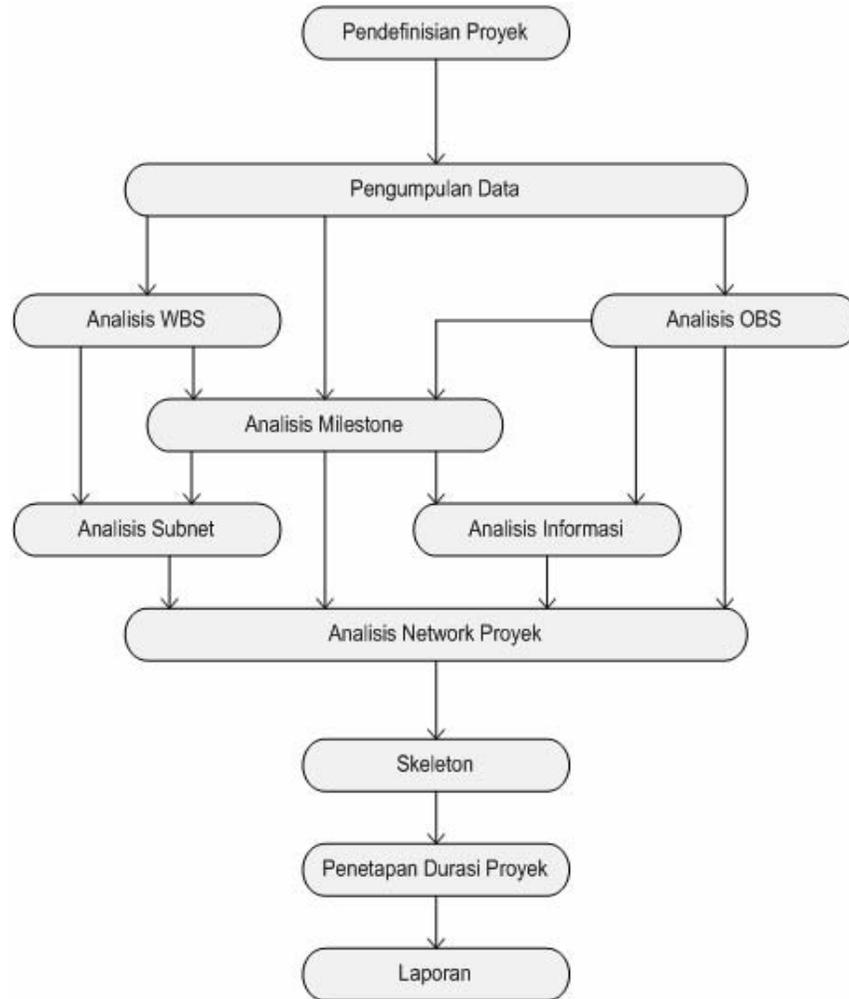
7. Integrasi *Subnetwork*

Membentuk *network* secara keseluruhan dengan melakukan integrasi dari *subnetwork-subnetwork* yang ada. Integrasi dari *subnetwork* harus memperhatikan beberapa hal berikut:

- *Event* yang penting dari *subnetwork*:
  - a. *Start*
  - b. *End*
  - c. *Milestone*
  - d. *Interface (point of contact)*
- Dalam setiap *subnetwork* harus diidentifikasi mana *interface*-nya dan dengan *subnetwork* mana.
- Pengaruh *interface* harus betul-betul dikaji.

#### 8. *Skeletonization*

Untuk menggapai keuntungan yang maksimum, adalah sangat penting untuk menguasai dengan baik *milestone-milestone* yang ada, *subnetwork*, integrasi subnet, dan kalkulasi *interface*. *Skeletonization* adalah proses menciptakan ringkasan *event-event* penting dari network pada proyek yang akan dilaksanakan. Langkah-langkah penyusunan rencana kerja mulai dari pendefinisian proyek sampai *skeleton* yang telah dijelaskan di atas dapat disimpulkan dalam bentuk diagram sebagai berikut:

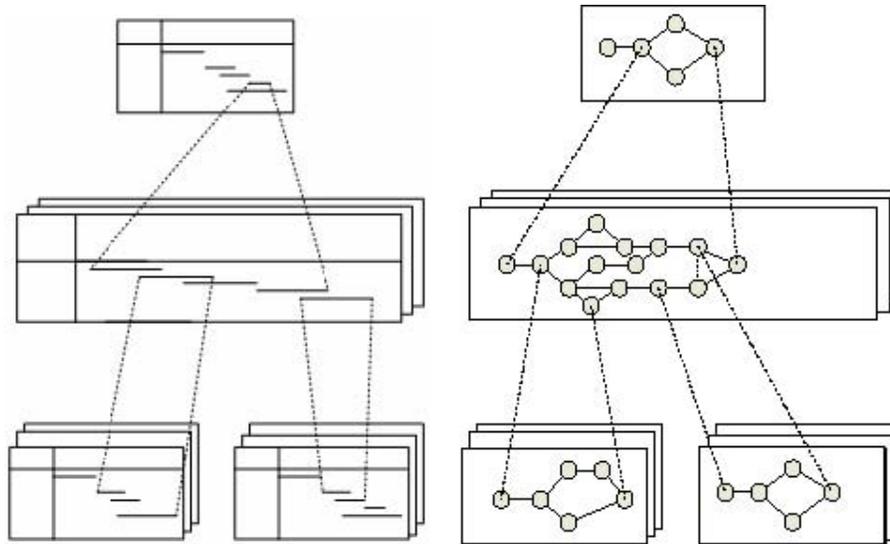


**Gambar 2.9. Metoda Perencanaan**

Penerapan konsep di atas akan dapat menghasilkan perencanaan bertingkat, dimana perencanaan dapat terdiri dari beberapa tingkat, perencanaan tingkat 1, perencanaan tingkat 2, perencanaan tingkat 3, dst.

Perencanaan bertingkat ini menggunakan prinsip *cost account* yang telah dibahas sebelumnya. Dimana tingkat perencanaan yang terendah berkaitan dengan *basic cost account*. Penanggung jawab pada level bersangkutan akan melakukan kontrol operasi hari per hari untuk mengecek kemajuan pekerjaan dan biaya yang dikeluarkan/diserap.

Gambar berikut menyajikan secara sistematis diagram perencanaan bertingkat tersebut dalam bentuk *network* dan *barchart*.



**Gambar 2.10. Perencanaan Bertingkat**

Perencanaan bertahap yang kemudian menghasilkan perencanaan bertingkat juga membutuhkan suatu sistem pengendalian yang sesuai dan dapat mengontrol setiap level dari perencanaan tersebut. Pengendalian proyek yang dibutuhkan harus mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Organisasi pengendali juga bertingkat.
2. Alat pengendali juga harus bertingkat.
3. Manajer tingkat atas mengontrol hal-hal yang bersifat makro dan makin ke bawah semakin detail.
4. Mekanisme
  - mulai arahan top down: *WBS, OBS, milestone*
  - urutan kegiatan detail mulai dari bawah.

## **2.8 PERENCANAAN JALAN RAYA**

Jalan adalah satu prasarana transportasi yang sangat banyak dibutuhkan oleh masyarakat. Hal ini dikarenakan aksesibilitas yang cukup tinggi dari moda transportasi angkutan jalan ini, dan memungkinkan pengguna untuk bergerak secara *door to door*, sementara moda transportasi, seperti kereta api, pesawat dll bergerak dari terminal ke terminal. Berdasarkan status dan wewenang pembinaannya jalan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- Jalan Nasional
- Jalan propinsi
- Jalan Kabupaten/Kotamadya
- Jalan desa
- Jalan khusus

Selanjutnya dalam perancangan jalan ada beberapa hal yang harus diperhatikan.

Adapun hal-hal tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1) Perancangan geometrik jalan

Perancangan geometrik jalan dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

- Memberikan keamanan dan kenyamanan, seperti jarak pandang, ruang yang cukup untuk manuver kendaraan, dll.
- Menjamin suatu perancangan yang ekonomis
- Memberikan suatu keseragaman geometrik jalan sehubungan dengan jenis medan.

Selanjutnya perancangan geometrik jalan meliputi elemen-elemen sebagai berikut:

- Perancangan alinyemen horizontal
- Perancangan alinyemen vertikal
- Perencanaan tikungan
- Koordinasi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal jalan yang akan menghasilkan potongan melintang jalan

#### 2) Perkerasan Jalan

Berdasarkan karakteristik menahan dan mendistribusikan beban, maka perkerasan dapat dibagi atas perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan lentur umumnya terdiri dari beberapa lapis perkerasan dan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Sedangkan perkerasan kaku umumnya hanya terdiri dari satu lapis dan menggunakan semen sebagai bahan pengikat.

Pada struktur perkerasan lentur, beban lalu lintas didistribusikan ke tanah dasar secara berjenjang dan berlapis (*layer system*). Dengan sistem ini beban lalu lintas didistribusikan dari lapis permukaan ke lapisan di bawahnya. Lapisan yang tebal akan mendistribusikan beban lebih lebar pada lapisan di bawahnya,

demikian juga dengan lapisan mutu baik. Dengan analogi yang sama, maka untuk kondisi tanah dasar yang kurang baik akan diperlukan lapisan perkerasan yang lebih tebal atau lebih bermutu tinggi.

Struktur perkerasan kaku, sebagaimana layaknya beton, memiliki kekakuan dan kekuatan tekan yang besar sehingga beban lalu lintas yang diterimanya ditahan langsung oleh struktur perkerasan itu sendiri. Dengan demikian tebal perkerasan lebih ditentukan oleh kualitas bahan dibanding dengan kondisi tanah dasar.

Konstruksi perkerasan lentur merupakan campuran aspal dan agregat. Aspal dalam campuran bersifat sebagai perekat dan pengisi sedangkan agregat berfungsi sebagai tulangan struktur perkerasan. Agak sulit untuk melakukan klasifikasi yang cukup tegas terhadap jenis-jenis campuran yang ada. Tidak sedikit jenis campuran terkait dengan jenis perkerasannya dan ada juga jenis campuran yang tergantung pada fungsinya. Beberapa jenis campuran dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Berdasarkan fungsi campuran pada struktur perkerasan:

- Lapis Pondasi
- Lapis Permukaan
- Lapisan aus
- Lapisan Penutup

Berdasarkan kemampuan mendistribusikan beban:

- Campuran yang memiliki nilai struktural
- Campuran yang tidak memiliki nilai struktural

Berdasarkan metode konstruksinya:

- Metode Segregasi
- Metode Pracampur, yang terbagi lagi atas campuran panas (*hotmix*), campuran hangat (*warm mix*) dan campuran suhu kamar (*cold mix*).

Berikut ini adalah jenis campuran yang cukup dikenal di Indonesia, antara lain:

- Laston (Lapis Aspal Beton) atau *Asphaltic Concrete, AC*
- *Hot Rolled Asphalt, HRA*
- *Stone Mastic Asphalt, SMA*
- *Hot Rolled Sheet*, dll

### 3) Kegiatan Penanganan Jalan

- Kegiatan penanganan terhadap jalan meliputi hal-hal sebagai berikut:
- Pemeliharaan rutin
- Pemeliharaan Berkala
- *Overlay*
- Rehabilitasi
- Rekonstruksi