

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

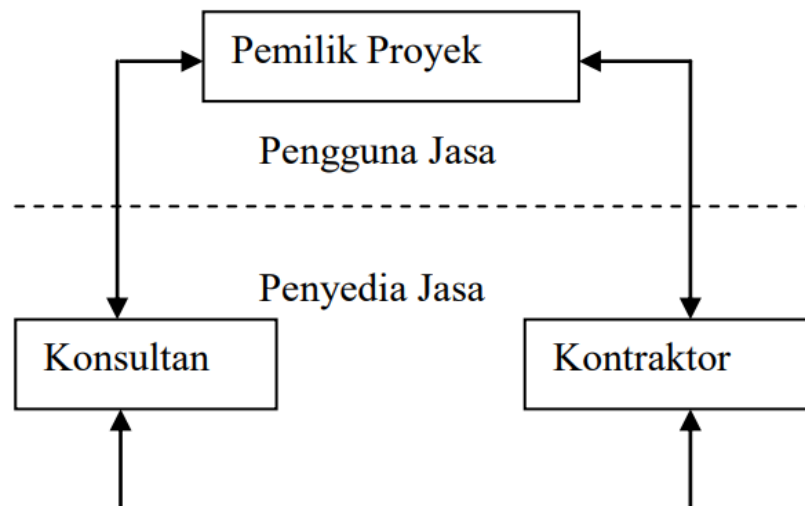
Proyek merupakan suatu kegiatan yang dilaksanakan sementara dengan alokasi sumber daya dan waktu yang terbatas, serta ditujukan untuk melaksanakan tugas dari sasaran yang telah ditetapkan dengan jelas. Proyek adalah sesuatu yang kompleks, tidak rutin atau selalu ada, memiliki batasan waktu dan biaya, penghasilan atau pendapatan dan bentuk spesifikasi desain yang berbeda – beda dalam memenuhi keinginan konsumen .Sedangkan konstruksi dapat didefinisikan sebagai tatanan atau susunan dari elemen – elemen suatu bangunan yang kedudukan setiap bagian – bagiannya sesuai dengan fungsinya. Berbicara tentang konstruksi, maka yang terbayangkan adalah gedung bertingkat, jembatan, bendungan, jalan raya, bangunan irigasi dan lain – lain.(Supriyono and Sumarman, 2020)

Proyek konstruksi merupakan sebuah kegiatan yang saling berhubungan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya dan hanya sekali dilaksanakan dan umumnya memiliki jangka waktu dan biaya yang telah direncanakan.

Karakter proyek konstruksi dapat dilihat dengan 3 dimensi yaitu bahwa konstruksi dapat bersifat unik, adanya keterlibatan sejumlah sumber daya, dan konstruksi tersebut membutuhkan adalah organisasi. Dunia konstruksi membagi dan mengklasifikasikan lima sumber daya untuk membangun suatu proyek konstruksi dan pada saat mengatur proyek dengan menerapkan kelima unsur M yaitu *man* (tenaga kerja), *machine* (alat dan peralatan), *material* (bahan bangunan), *money* (uang), dan *method* (metode). Proyek konstruksi dalam pelaksanaannya harus memperhatikan 3 hal yaitu kualitas/mutu, waktu, dan biaya yang telah dipersyaratkan dalam perencanaan sebelumnya.

## 2.2 Manajemen Proyek

Manajemen konstruksi adalah perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek konstruksi mulai dari gagasan awal sampai proyek konstruksi tersebut berakhir untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat mutu dan tepat biaya. Sehingga manajemen konstruksi di kelola oleh sekelompok orang yang memiliki tugas dan tanggung jawab yang berbeda – beda. Berikut merupakan pihak-pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi.(Chasanah and Sulistyowati, 2017)



**Gambar 2.1 Pihak-pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi**

Sumber : (Chasanah and Sulistyowati, 2017)

Adapun tahapan dalam merencanakan manajemen proyek yaitu :

a. Perencanaan (*Planning*)

Pada perencanaan tercantum adanya sasaran, tujuan yang dicapai hingga kebijakan-kebijakan lain untuk menunjang keberhasilan. Sehingga dalam perencanaan perlu dikerjakan secara, cermat, dan meminimalkan risiko kesalahan kerja, walaupun perencanaan tersebut terus disempurnakan sesuai dengan perubahan dan perkembangan yang terjadi pada proses pelaksanaan.

b. Pengorganisasian (*Organizing*)

Kegiatan ini melingkupi pengelompokan dari jenis-jenis pekerjaan (*work breakdown structure*), menentukan personil yang akan bertanggung jawab dalam pekerjaan tersebut. Sehingga perlu adanya struktur organisasi yang disesuaikan dengan kebutuhan pelaksanaan proyek dan kerangka penjabaran yang sesuai dengan keahlian dan kemampuan dari tiap personilnya.

c. Pelaksanaan (*Actuating*)

Kegiatan ini mengimplementasikan dari perencanaan yang telah ditetapkan dengan melakukan tahapan pekerjaan sesungguhnya secara fisik maupun non fisik sehingga produk akhir sesuai dengan sasaran dan tujuan yang direncanakan.

d. Pengendalian (*Controlling*)

Kegiatan ini dimaksudkan untuk memastikan mengenai proses dan aturan kerja yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan hasil yang maksimal. (Chasanah and Sulistyowati, 2017)

### **2.3 Estimasi Biaya proyek**

Estimasi adalah perkiraan mengenai nilai (*value*), jumlah (*amount*), ukuran (*size*), atau berat (*weight*) dari sesuatu. Dalam konteks konstruksi, estimasi biaya atau dalam hal ini disebut estimasi biaya pekerjaan konstruksi adalah perkiraan tentang kemungkinan biaya yang akan digunakan pada aktifitas konstruksi, umumnya didasarkan pada beberapa data yang sesuai dengan kenyataan dan dapat diterima, atau juga disebut sebuah ramalan ilmiah atau perkiraan biaya atas proyek yang akan dibangun. (Sinambela and Djaelani, 2021)

Estimasi biaya pada suatu proyek konstruksi harus disiapkan sebelum suatu proyek dilaksanakan, untuk menetapkan besarnya kemungkinan biaya pada suatu proyek. Jadi estimasi biaya merupakan suatu perkiraan yang paling mendekati pada biaya sesungguhnya. Sedangkan nilai sebenarnya dari suatu proyek tidak akan diketahui sampai suatu proyek terselesaikan secara lengkap. Estimasi biaya pekerjaan konstruksi

biasanya memberikan indikasi tertentu terhadap biaya total proyek. Estimasi biaya mempunyai peranan penting dalam suatu proyek, karena tanpa adanya estimasi biaya suatu proyek tidak akan berhasil.

### **2.3.1 Biaya Langsung**

Biaya langsung adalah semua biaya yang dikeluarkan secara langsung berhubungan erat dengan aktivitas proyek yang sedang berjalan. Biaya langsung akan bersifat sebagai biaya normal apabila dilakukan dengan metode yang efisien dan dalam waktu normal proyek. Biaya untuk durasi waktu yang dibebankan (*imposed duration date*) akan lebih besar dari biaya untuk durasi waktu yang normal sehingga pengurangan waktu akan menambah biaya dari kegiatan proyek. Total waktu dari semua paket kegiatan proyek menunjukkan total biaya langsung untuk keseluruhan proyek. (Aulia et al., 2017)

Komponen biaya langsung antara lain :

#### **a. Biaya Bahan dan Material**

Biaya bahan dan material adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian bahan dan material yang akan digunakan. Biaya material di suatu tempat mungkin akan berbeda dengan tempat lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh kelangkaan material, biaya transportasi dan stok material.

#### **b. Biaya Upah Tenaga Kerja**

Biaya upah tenaga kerja relatif bervariasi dan tergantung terhadap keahlian dan standar gaji dimana proyek tersebut berada. Upah pekerja ini termasuk jaminan kesehatan dan asuransi kecelakaan kerja.

#### **c. Biaya Alat**

Dalam penggunaan alat pada masa konstruksi perlu dilakukan pertimbangan sebelumnya untuk menyewa atau membeli alat tersebut. Karena dengan suatu analisa dan pertimbangan yang tepat dapat menekan biaya peralatan.

#### **d. Biaya Sub-Kontraktor**

Biaya Sub-kontraktor adalah biaya yang dikeluarkan bila ada pekerjaan

yang diserahkan kepada Sub-Kontraktor. Sub-Kontraktor ini bertanggung jawab dan dibayar oleh kontraktor utama.

### **2.3.2 Biaya Tidak Langsung**

Biaya tidak langsung adalah biaya yang diperlukan untuk setiap kegiatan proyek tetapi tidak berhubungan langsung dengan kegiatan yang bersangkutan dan dihitung pada awal proyek sampai akhir proyek konstruksi. Bila pelaksanaan akhir proyek mundur dari waktu yang sudah direncanakan maka biaya tidak langsung ini akan menjadi besar, sehingga keuntungan akan berkurang bahkan kondisi tertentu akan mengalami kerugian. Biaya tidak langsung tersebut meliputi:

#### **a. Biaya *Overhead***

Biaya *Overhead* adalah biaya-biaya operasional yang menunjang pelaksanaan pekerjaan selama proyek berlangsung. Biaya ini dikeluarkan untuk fasilitas sementara, operasional petugas, biaya untuk K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja).

#### **b. Biaya Tak Terduga**

Biaya tak terduga adalah biaya untuk kejadian-kejadian yang memungkinkan akan terjadi ataupun tidak terjadi.

#### **c. Keuntungan**

Keuntungan kontraktor yang direkomendasikan dalam kontrak kerja pada umumnya 10%. Selain itu juga tergantung pada besarnya resiko pekerjaan tersebut, semakin besar resikonya maka akan semakin besar pula keuntungan yang ditetapkan. Bagi kontraktor, keuntungan sangat dipengaruhi oleh seberapa besar efisiensi yang dapat dilakukan kontraktor yang bersangkutan dengan tidak mengurangi kualitas, spesifikasi dan waktu pelaksanaan proyek. (Basrin and Fahriana, 2021).

## **2.4 Penjadwalan Proyek**

Salah satu bagian perencanaan adalah penjadwalan (*scheduling*), di mana penjadwalan ini merupakan gambaran dari suatu proses penyelesaian dan pengendalian proyek. Dalam penjadwalan ini akan tampak uraian pekerjaan, durasi atau waktu penyelesaian setiap

pekerjaan, waktu mulai dan akhir setiap pekerjaan dan hubungan ketergantungan antara masing-masing kegiatan. Rencana kerja (*Time schedule*) merupakan pembagian waktu secara rinci dari masing-masing jenis kegiatan / jenis pekerjaan pada suatu proyek konstruksi, mulai dari pekerjaan awal sampai pekerjaan akhir (finishing). (Tolangi et al., 2012)

Untuk rencana kerja ini terdiri dari arah vertikal yang menunjukkan jenis pekerjaan dan arah horisontal yang menunjukkan jangka waktu yang dibutuhkan oleh tiap pekerjaan yaitu waktu mulai dan waktu akhir dengan menggunakan diagram balok. Diagram balok dilengkapi dengan bobot tiap pekerjaan dalam persen (%). Dari kurva S dapat diketahui persentase (%) pekerjaan yang harus dicapai pada waktu tertentu. Untuk menentukan bobot tiap pekerjaan maka harus dihitung dulu volume pekerjaan dan biayanya serta biaya nominal dari seluruh pekerjaan tersebut. Kurva S ini sangat efektif untuk mengevaluasi dan mengendalikan waktu dan biaya proyek.

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal proyek. Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal guna melakukan tindakan koreksi dalam proses.

## **2.5 Pengendalian Proyek**

Proyek konstruksi memiliki karakteristik unik yang tidak berulang. Proses yang terjadi pada suatu proyek tidak akan berulang pada proyek lainnya. Hal ini disebabkan oleh kondisi yang mempengaruhi satu sama lain. Misalnya kondisi alam seperti perbedaan letak geografis, hujan,

gempa, dan keadaan tanah merupakan faktor yang turut mempengaruhi keunikan proyek konstruksi. Jika kita ingin melakukan pengendalian financial terhadap suatu proyek yang sedang kita tangani, ada faktor yang menjadi perhatian utama, yaitu anggaran biaya yang sudah dikeluarkan dan kemajuan pekerjaan dalam kaitannya dengan biaya yang sudah dikeluarkan. (Boy et al., 2021)

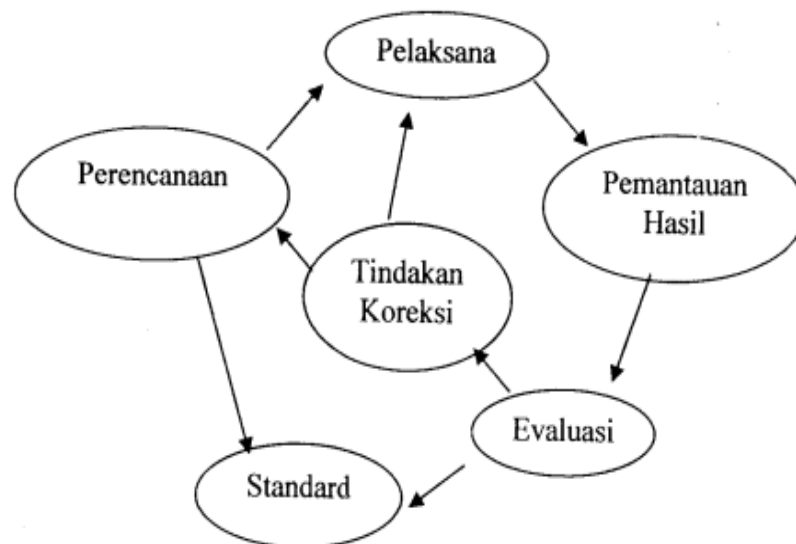
Keterlambatan proyek disebabkan oleh beberapa faktor yang berasal dari Kontraktor, Owner, dan selain kedua belah pihak.

1. Keterlambatan akibat kesalahan Kontraktor :
  - a). Terlambatnya memulai pelaksanaan proyek.
  - b). Pekerja dan pelaksana kurang berpengalaman.
  - c). Terlambat mendatangkan peralatan.
  - d). Mandor yang kurang aktif.
  - e). Rencana kerja yang kurang baik
2. Keterlambatan akibat kesalahan Owner :
  - a). Terlambatnya angsuran pembayaran oleh kontraktor
  - b). Terlambatnya penyedia lahan
  - c). Mengadakan perubahan pekerja yang besar
  - d). Pemilik menugaskan Kontraktor lain untuk mengerjakan proyek tersebut
3. Keterlambatan yang diakibatkan selain kedua belah pihak di atas, antara lain:
  - a). Akibat kebakaran yang bukan kesalahan Kontraktor, Konsultan, dan Owner.
  - b). Akibat perang, gempa, banjir, ataupun bencana lainnya.
  - c). Perubahan moneter

Proses pengendalian berjalan sepanjang daur hidup proyek guna mewujudkan performa yang baik di dalam setiap tahap. Perencanaan dibuat sebagai bahan acuan bagi pelaksanaan pekerjaan. Bahan acuan tersebut selanjutnya akan menjadi standar pelaksanaan pada proyek yang bersangkutan, meliputi spesifikasi teknik, jadwal, dan anggaran.

Pemantauan harus dilakukan selama masa pelaksanaan proyek untuk mengetahui prestasi dan kemajuan yang telah dicapai. Informasi hasil pemantauan ini berguna sebagai menjadi bahan evaluasi performa yang telah dicapai pada saat pelaporan. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan kemajuan yang dicapai berdasarkan hasil pemantauan dengan standar yang telah dibuat berdasarkan perencanaan. Hasil evaluasi berguna untuk pengambilan tindakan yang akurat terhadap permasalahan-permasalahan yang timbul selama masa pelaksanaan.

Berdasarkan hasil evaluasi ini pula tindak lanjut pelaksanaan pekerjaan dapat diputuskan dengan tepat dengan melakukan koreksi terhadap performa yang telah dicapai. Sepanjang daur hidup proyek hanya sekitar 20% kegiatan manajemen proyek berupa perencanaan, selebihnya adalah kegiatan pengendalian. Perencanaan sebagian besar dilakukan sebelum proyek dilaksanakan. Begitu proyek dimulai, fungsi manajemen didominasi oleh kegiatan pengendalian. Proses di atas diperlihatkan secara skematis pada gambar.



**Gambar 2.2 Siklus pengendalian proyek konstruksi**

(Sumber : Bahan Kuliah Manajemen Konstruksi, Ir. Mandiyo Proyo, MT, 2000).



## **2.6 Metode Nilai Hasil (*Earned Value Method*)**

Metode "Nilai Hasil" (*Eaned Value*) adalah suatu metode pengendalian yang digunakan untuk mengendalikan biaya dan jadwal proyek secara terpadu. Metode ini memberikan informasi status kinerja proyek pada suatu periode pelaporan dan memberikan informasi prediksi biaya yang dibutuhkan dan waktu untuk penyelesaian seluruh pekerjaan berdasarkan indikator kinerja saat pelaporan. (Radianto and Timur, n.d.)

### **2.6.1 Konsep Nilai Hasil**

Konsep nilai hasil adalah metode yang menghitung besarnya biaya yang menurut anggaran sesuai dengan pekerjaan yang telah diselesaikan. Bila ditinjau dari jumlah pekerjaan yang diselesaikan maka berarti konsep ini bertujuan mengukur besarnya unit pekerjaan yang telah diselesaikan pada suatu waktu bila di nilai berdasarkan jumlah anggaran yang disediakan untuk pekerjaan tersebut.

Dengan perhitungan tersebut diketahui hubungan antara apa yang sesungguhnya telah dicapai secara fisik terhadap jumlah anggaran yang telah dikeluarkan. Dengan metode ini, dapat diketahui kinerja proyek yang telah berlangsung, dengan demikian dapat dilakukan dengan langkah-langkah perbaikan bila terjadi penyimpangan dari rencana awal proyek.

Konsep nilai hasil merupakan perkembangan dari konsep analisis varians. Dalam analisis varians hanya ditunjukkan perbedaan hasil kerja pada waktu pelaporan dibandingkan dengan anggaran dan jadwalnya. Kelemahan dari metode analisis varians adalah hanya menganalisis varians biaya dan jadwal masing-masing secara terpisah sehingga tidak dapat mengungkapkan masalah kinerja kegiatan yang dilakukan. Sedangkan metode *earned value* dapat diketahui kinerja kegiatan yang sedang dilakukan serta dapat meningkatkan efektifitas dalam memantau kegiatan proyek. (Radianto and Timur, n.d.).

## 2.6.2 Indikator-indikator Yang Dipergunakan

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*), BCWP (*budgeted cost of work performed*), dan BCWS (*budgeted cost of work scheduled*).

### a). *Actual Cost of Work Performed* ACWP

ACWP (*actual cost of work performed*) adalah jumlah 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 aktual dari pengeluaran atau dana yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan pada kurun waktu tertentu.

### b). *Budgeted Cost of Work Performed* BCWP

BCWP (*budgeted cost of work performed*) adalah indikator yang menunjukkan nilai hasil dari sudut pandang nilai pekerjaan yang telah diselesaikan terhadap anggaran yang disediakan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut. Bila angka ACWP dibandingkan dengan BCWP, akan terlihat perbandingan antara biaya yang telah dikeluarkan untuk pekerjaan yang telah terlaksana terhadap biaya yang seharusnya dikeluarkan untuk *maksud tersebut*.

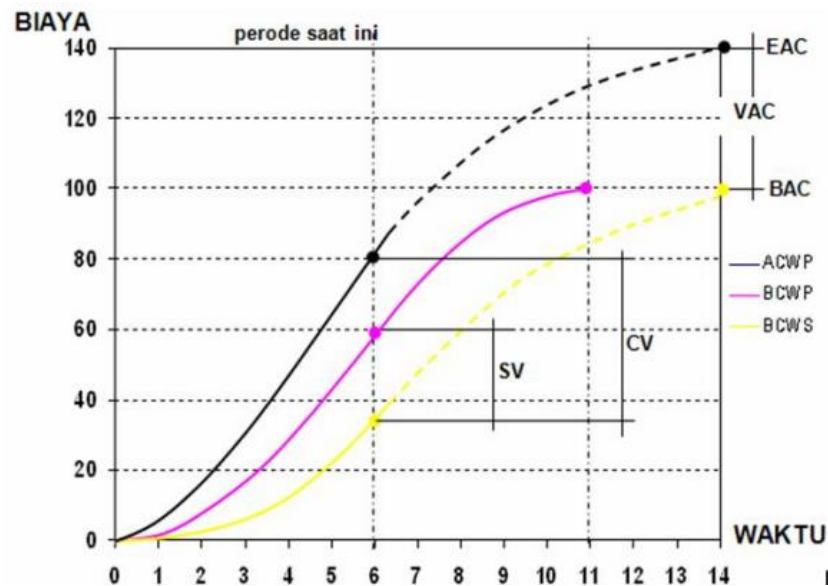
### c). *Budgeted Cost of Work Scheduled* BCWS

BCWS (*budgeted cost of work scheduled*) adalah sama dengan anggaran untuk suatu paket pekerjaan, tetapi disusun dan dikaitkan dengan jadwal pelaksanaan. Jadi di sini terjadi perpaduan antara biaya, terjadi perpaduan antara biaya, jadwal, dan lingkup kerja, di mana pada setiap elemen pekerjaan telah diberi alokasi biaya dan jadwal yang dapat menjadi tolok ukur dalam pelaksanaan pekerjaan. (Sofia and Wildan, 2022)

## 2.6.3 Penilaian Kinerja Proyek

Penilaian kinerja proyek dengan konsep earned value dapat dilihat pada Gambar 2.3. Adapun beberapa istilah yang terkait, antara lain: CV

(*Cost Variance*), *SV* (*Schedule Variance*), *CPI* (*Cost Performance Index*), *SPI* (*Schedule Performance Index*), *EAC* (*Estimate at Completion*), dan *VAC* (*Variance at Completion*).



**Gambar 2.3 Penilaian Kinerja Proyek** (Pastiarsa, 2015)

Varians biaya (CV) dan varians jadwal (SV) terpadu

Pada konsep *earned value*, nilai CV dan SV diperoleh dari nilai indikator BCWS, ACWP dan BCWP. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai CV dan SV adalah sebagai berikut:

$$CV = BCWP - ACWP$$

$$SV = BCWP - BCWS$$

**Tabel 2.1 Kombinasi antara CV dan SV dapat dilihat pada Tabel**

Sv	Cv	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

Sv	Cv	Keterangan
Positif	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai anggaran dan selesai lebih cepat daripada jadwal
Nol	Nol	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dan anggaran
Negatif	Negatif	Pekerjaan selesai terlambat dan menelan biaya lebih tinggi daripada anggaran
Nol	Negatif	Pekerjaan terlaksana sesuai jadwal dengan menelan biaya di atas anggaran
Negatif	Nol	Pekerjaan selesai terlambat dan menelan biaya sesuai anggaran
Positif	Negatif	Pekerjaan selesai lebih cepat dari pada rencana dengan menelan biaya di atas anggaran

### 1. Indeks produktivitas dan kinerja (CPI dan SPI)

Indeks produktivitas atau indeks kinerja berfungsi untuk memeriksa efisiensi penggunaan sumber daya. Adapun rumus yang digunakan antara lain sebagai berikut :

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP}$$

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS}$$

Jika indeks kinerja < 1, maka pengeluaran lebih besar daripada anggaran atau waktu pelaksanaan lebih lama dari jadwal yang direncanakan. Namun jika indeks kinerja > 1, maka penyelenggaraan proyek lebih baik dari perencanaan, dalam arti pengeluaran lebih kecil dari anggaran atau jadwal lebih cepat dari rencana. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa apabila indeks kinerja makin besar perbedaannya dari angka 1, maka makin besar penyimpangannya dari perencanaan dasar atau anggaran.

### 2. Proyeksi biaya (EAC)

EAC dibuat berdasarkan hasil analisis indikator yang diperoleh pada saat pelaporan. Prakiraan tidak dapat memberikan jawaban dengan angka yang tepat karena didasarkan atas berbagai asumsi. Oleh karena

itu sangat tergantung pada akurasi asumsi yang dipakai. Meskipun demikian, EAC sangat bermanfaat sebagai peringatan dini mengenai hal-hal yang akan terjadi pada masa yang akan datang bila kecenderungan yang ada pada saat pelaporan tidak mengalami perubahan. Nilai EAC dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$EAC = ACWP + \frac{(BAC - BCWP)}{CPI \times SPI}$$

Dari nilai EAC dapat diperkirakan selisih antara biaya rencana penyelesaian proyek (BAC) atau yang disebut dengan variance at completion (VAC).

$$VAC = BAC - EAC$$

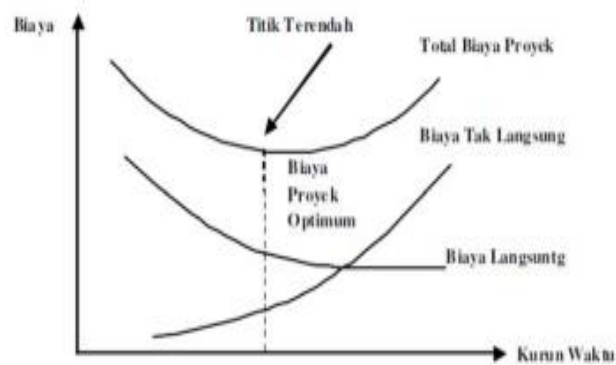
## **2.7 Analisis Time Cost Trade Off**

Perencanaan awal suatu proyek sangat tergantung dengan besarnya sumber daya pada biaya serta waktu. Biaya (cost) merupakan salah satu aspek yang penting dalam manajemen, dalam hal ini biaya yang mungkin timbul harus dikendalikan seminimal mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya proyek yang bersangkutan. Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat dari pada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimal. Berkaitan dengan itu perlu di pelajari analisa pertukaran waktu dan biaya *Time Cost Trade Off* (TCTO).

### **2.7.1 Hubungan Antara Waktu Dan Biaya**

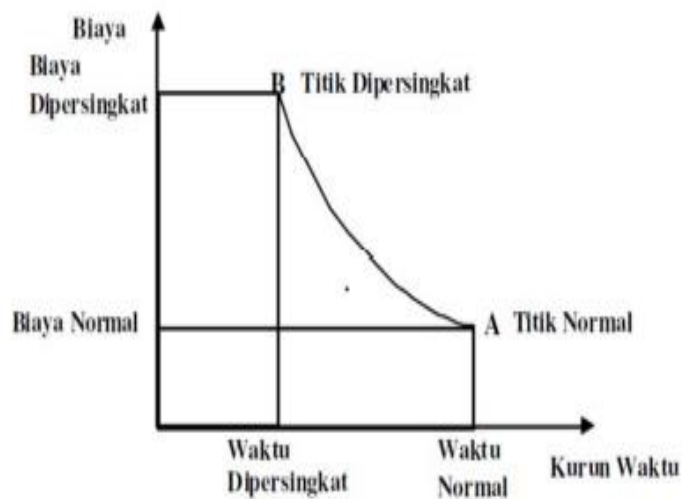
Biaya langsung dan tidak langsung dari suatu proyek berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tapi pada umumnya makin cepat proyek berjalan, maka makin rendah komulatif biaya tak langsung yang di

perlu. Sedangkan komulatif biaya langsung akan bertambah total, langsung, tidak langsung dengan optimal. (Priyo and Paridi, 2018)



**Gambar 2.4 Hubungan biaya total, langsung, tidak langsung dan optimal (Soeharto, 1995).**

Hubungan antara waktu dan biaya digambarkan seperti dalam gambar di bawah ini



**Gambar 2.5 Hubungan antara waktu dan biaya normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan (Soeharto, 1995).**

Dengan diketahui bentuk kurva hubungan waktu dan biaya pada suatu kegiatan, maka penambahan biaya langsung (*direct cost*) untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu atau slope biaya (*cost slope*) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

### 2.7.2 Pertukaran Waktu Dan Biaya

Dalam mempercepat pelaksanaan suatu proyek dengan melakukan penekanan waktu aktivitas, diusahakan agar penambahan biaya seminimal mungkin. Pengendalian biaya ditunjukkan pada biaya langsung, karena biaya inilah yang akan bertambah. Perlu diperhatikan, bahwa kompresi yang dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berperan dalam lintasan kritis. Bila kompresi dilakukan tidak pada lintasan kritis, maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan tidak akan berkurang dan biaya langsung akan bertambah. Ada 2 sistem penekanan dalam analisa *Time Cost Trade Off* yaitu system jalur kritis dan cut set. Dalam karya ilmiah ini menggunakan sistim jalur kritis.

### 2.7.3 Perhitungan TCTO Pada System Jalur Kritis

Garis besar prosedur mempersingkat waktu dengan penekanan jalur kritis adalah sebagai berikut :

1. Menghitung waktu penyelesaian proyek dan identifikasi float dengan CPM, memakai kurun waktu normal.
2. Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
3. Menentukan biaya dipercepat masing-masing kegiatan pada jalur kritis.
4. Menentukan slope biaya masing-masing komponen kegiatan pada jalur kritis.
5. Mempersingkat durasi kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai slope biaya terendah.
6. Bila mana proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka percepatan kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi slope biaya terendah.

7. Meneruskan dan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik batas maksimum waktu proyek dapat dipersingkat.
8. Buat tabulasi biaya versus waktu, gambarkan dalam titik dan hubungan titik normal (waktu dan biaya normal), titik-titik yang terbentuk setiap kali mempersingkat kegiatan, sampai titik batas maksimum waktu proyek dapat dipersingkat.
9. Hitung biaya tidak langsung proyek, dan gambarkan pada grafik di atas.
10. Jumlah biaya langsung dan tidak langsung untuk mencari biaya total sebelum durasi yang diinginkan.
11. Periksa pada grafik biaya total untuk mencapai waktu optimal, yaitu durasi penyelesaian proyek dengan biaya terendah.