

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi berbagai hal dapat terjadi yang bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan dan penyelesaian proyek menjadi terlambat. Penyebab keterlambatan yang sering terjadi adalah akibat terjadinya perbedaan kondisi lokasi, perubahan desain, pengaruh cuaca, kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, keterlambatan material atau peralatan yang datang, kesalahan perencanaan atau spesifikasi, dan pengaruh keterlibatan pemilik proyek (*owner*).

Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya, namun harus tetap memperhatikan faktor biaya. Pertambahan biaya yang dikeluarkan diharapkan seminimum mungkin dan tetap memperhatikan standar mutu. Oleh sebab itu seorang kontraktor sebagai pelaksana proyek harus memperhatikan secara teliti pekerjaan yang mana yang betul-betul memerlukan percepatan pekerjaan. Biasanya pekerjaan yang membutuhkan percepatan pekerjaan adalah pekerjaan yang dikategorikan berstatus kritis, artinya pekerjaan tersebut memang harus secepatnya diselesaikan karena berpengaruh untuk pekerjaan selanjutnya.

Percepatan waktu pelaksanaan proyek dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain :

1. Penambahan jumlah pekerja dengan penambahan jam kerja
2. Dengan menggunakan alat bantu yang lebih produktif

3. Menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya
4. Dan menggunakan metode konstruksi yang lebih cepat.

Percepatan pelaksanaan proyek harus dilakukan dengan perencanaan yang baik.

Dengan adanya keterbatasan tenaga kerja, maka alternatif yang biasa digunakan untuk menunjang percepatan aktifitas adalah dengan menambah jam kerja, sehingga berpengaruh pada biaya total proyek.

Permasalahan pada proyek pembangunan Gedung Rumah Pastoran yang berlokasi di Jl. Bunga Ester 93-B Pasar VI Padang bulan Medan, Sumatera utara, dipilih sebagai objek penelitian karena mengalami keterlambatan pada pelaksanaannya, yaitu sebesar 28,48%.

Seiring dengan berkembangnya zaman yang mempengaruhi semakin pesatnya perkembangan dunia konstruksi maka dituntut agar setiap proyek konstruksi dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Untuk itu diperlukan metode percepatan suatu proyek konstruksi dimana berhubungan terhadap analisis biaya dan waktu. Hubungan antara biaya dan waktu ini yang akan mempengaruhi ketepatan waktu penyelesaian proyek tersebut. Dalam hal ini analisis yang digunakan untuk mengatasi hal tersebut adalah CPM (*Critical Path Metode*).

Critical Path Metode bertujuan untuk mempersingkat waktu penyelesaian proyek dan mencari jadwal proyek yang optimal dengan menggunakan biaya langsung, tak langsung dan biaya total yang minimal. Analisis dilakukan pada pekerjaan struktur dimana menggunakan alternative percepatan dengan mengadakan lembur, dan menambah tenaga kerja.

Dengan adanya analisis percepatan waktu proyek ini maka diharapkan dapat melihat sejauh mana waktu dapat dipercepat, berapa biaya

optimum yang harus dikeluarkan dan memilih solusi yang tepat. Berhasilnya analisis percepatan waktu yang dilakukan ditunjukkan dengan ketepatan selesainya suatu proyek konstruksi sesuai dengan target awal karena penggunaan analisis percepatan waktu yang efektif serta ditunjang oleh pengoptimalan dana untuk memberikan hasil yang semaksimal mungkin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa jumlah waktu optimum yang dapat dipercepat setelah melakukan analisis percepatan waktu proyek ?
2. Apa saja pekerjaan-pekerjaan proyek yang membutuhkan analisis percepatan proyek ?
3. Berapa besar biaya yang dikeluarkan setelah melakukan analisis percepatan waktu proyek ?
4. Berapa perbandingan antara biaya normal proyek dan biaya proyek sesudah dilakukan analisis percepatan proyek ?

1.3 Maksud dan Tujuan

Dalam tugas akhir ini adapun maksud dan tujuan dari penulis adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui besar biaya yang dikeluarkan dalam melakukan percepatan.
2. Mengetahui perbandingan antara biaya normal dan biaya sesudah dilakukan percepatan.

3. Mengetahui pekerjaan-pekerjaan proyek yang membutuhkan percepatan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada proyek Pembangunan Gedung Rumah Pastoran yang berlokasi di Jl. Bunga Ester 93-B pasar VI Padang Bulan Medan, Sumatera Utara.
2. Penelitian ini dilakukan pada pekerjaan struktur bangunan.
3. Menggunakan *Critical Path Metode* dalam analisis percepatan proyek.

1.5 Metodologi Penulisan

Metode yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah dengan mengumpulkan data-data proyek di lapangan yang menunjang penulisan ini, teori dan rumus-rumus perhitungan dari buku-buku dan masukan-masukan yang diberikan oleh dosen pembimbing dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara garis besar setiap bab yang di bahas pada tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan dari tugas akhir ini.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas uraian tentang manajemen proyek konstruksi, organisasi proyek konstruksi, jaringan kerja, rencana anggaran biaya, rencana kerja dan rencana lapangan dan metode penjadwalan proyek.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan apa dan bagaimana metode yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas hasil penelitian dan analisa biaya dan waktu optimal pada proyek konstruksi yang dimaksudkan.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini, dan saran-saran yang diharapkan dapat dijadikan perbaikan penelitian selanjutnya.

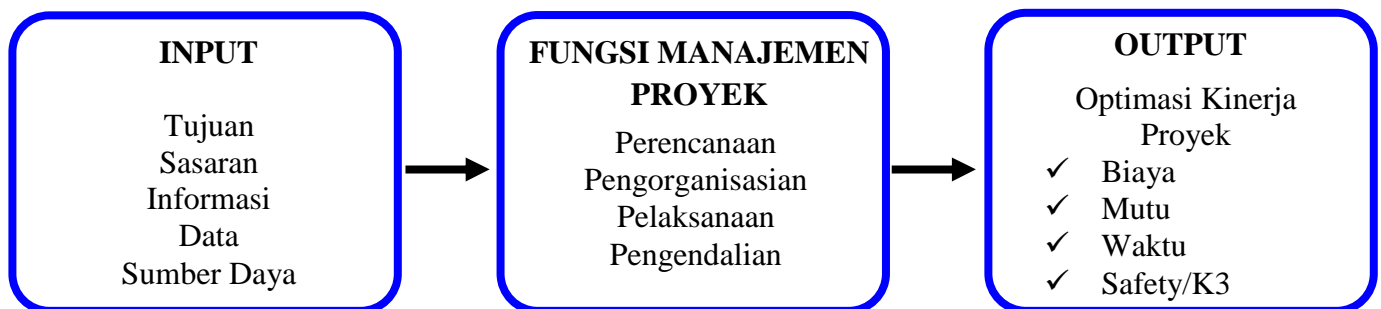
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen adalah suatu ilmu tentang tata cara pengelolaan, perencanaan, pengorganisasian suatu kegiatan untuk mencapai sasaran yang efektif dan efisien. Dalam manajemen, diperlukan juga metode dan seni kepemimpinan untuk mengelola sumber daya yang ada. Hasil akhir dari proses manajemen dapat berbeda satu sama lain karena perbedaan penerapan prinsip manajemen oleh suatu individu atau organisasi.

Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu, serta keselamatan kerja (Ir. Abrar Husen, MT, 2008). Adapun proses manajemen proyek dapat disimpulkan pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Proses Manajemen Proyek (Abrar Husen,2008)

Dari gambar diatas proses manajemen dimulai dari kegiatan perencanaan yang berdasarkan input seperti tujuan,sasaran, informasi, data, dan sumber daya yang dilaksanakan serta dikendalikan dengan baik sehingga menghasilkan output optimasi kinerja proyek.

2.1.1 Aspek-Aspek Dalam Manajemen Proyek

Dalam manajemen proyek hal perlu dipertimbangkan adalah mengidentifikasi berbagai masalah yang kemungkinan timbul ketika proyek dilaksanakan agar output proyek sesuai dengan sasaran dan tujuan yang direncanakan.

Aspek yang dapat diidentifikasi dan menjadi masalah dalam manajemen proyek serta membutuhkan penanganan dengan cermat, antara lain:

- **Aspek Keuangan**

Berkaitan dengan pembelanjaan dan pembiayaan proyek. Pembiayaan proyek menjadi sangat krusial bila proyek berskala besar dengan tingkat kompleksitas yang rumit, membutuhkan analisis keuangan yang cermat dan terencana, biasa modal berasal dari sendiri atau pinjaman dari bank, ataupun pemerintah

- **Aspek Anggaran Biaya**

Berkaitan dengan perencanaan dan pengendalian biaya selama proyek berlangsung. Perencanaan matang dan terperinci akan memudahkan proses pengendalian biaya.

- **Aspek Manajemen Sumber Daya Manusia**

Berkaitan dengan kebutuhan dan alokasi Sumber Daya Manusia selama proyek berlangsung. Untuk mengurangi masalah yang kompleks maka perencanaan SDM harus melalui proses *staffing* dan penjelasan tentang sasaran dan tujuan proyek.

- **Aspek Manajemen Produksi**

Berkaitan dengan hasil akhir proyek yang negatif dan pengendaliannya kurang baik. Untuk mengatasinya perlu dilakukan peningkatan produktivitas SDM, efisiensi produksi dan kerja, kualitas produk, dan pengendalian mutu.

- **Aspek Harga**

Kondisi eksternal dalam persaingan harga dapat merugikan perusahaan karena produk yang dihasilkan kalah bersaing dengan produk lain.

- **Aspek Efektifitas dan Efisiensi**

Hal ini dapat merugikan bila fungsi produksi yang dihasilkan tidak terpenuhi/tidak efektif.

- **Aspek Pemasaran**

Hal ini berkaitan dengan perkembangan faktor eksternal sehubungan dengan persaingan harga, strategi promosi, mutu produk, dan analisis pasar yang salah terhadap produk yang dihasilkan.

- **Aspek Mutu**

Berkaitan dengan kualitas produk akhir yang dapat meningkatkan daya saing dan memberikan kepuasan bagi pelanggan.

- **Aspek Waktu**

Masalah waktu dapat menimbulkan kerugian biaya bila terlambat dari yang direncanakan dan sebaliknya akan menguntungkan bila dapat dipercepat.

2.1.2 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan gabungan dari sumber daya dan modal/biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi untuk mencapai sasaran dan tujuan. Sumber daya yang dimaksud dalam hal ini adalah sumber daya manusia, material, dan peralatan. Hal utama dalam proyek konstruksi merupakan studi kelayakan, *design engineering*, pengadaan, dan konstruksi yang hasilnya berupa pembangunan suatu struktur dan menyerap banyak sumber daya yang dapat dinikmati oleh orang banyak.

Proyek konstruksi memiliki siklus yang menggambarkan langkah-langkah proses awal hingga proses akhir suatu proyek. Berikut ini akan dijabarkan siklus suatu proyek yang berdasarkan durasi waktu dan biaya, antara lain:

1. Tahap Konseptual Gagasan

Tahap ini terdiri atas perumusan gagasan, kerangka acuan, studi kelayakan awal, indikasi awal dimensi, biaya, dan jadwal proyek.

2. Tahap Studi Kelayakan

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan keputusan tentang kelanjutan investasi proyek yang akan dilakukan sehingga penentuan dimensi dan biaya proyek lebih akurat.

3. Tahap Detail Desain

Tahap ini terdiri atas kegiatan, pendalaman, berbagai aspek persoalan, *design engineering*, pembuatan jadwal induk, dan anggaran yang bertujuan menetapkan dokumen perencanaan lengkap dan terperinci sehingga memudahkan pencapaian sasaran dan tujuan proyek.

4. Tahap Pengadaan

Tahap ini adalah memilih kontraktor pelaksana dengan menyertakan dokumen perencanaan, aturan teknis dan administrasi yang lengkap, dan produk tahapan detail desain. Dari tahap ini didapatkan penawaran yang kompetitif dari kontraktor dengan tingkat akuntabilitas dan transparansi yang baik.

5. Tahap Implementasi

Tahap ini terdiri atas *design engineering* yang rinci, pembuatan spesifikasi dan kriteria, pembelian peralatan dan material, fabrikasi dan konstruksi, inspeksi mutu, uji coba, *start-up*, demobilisasi dan laporan penutup proyek. Dengan tujuan akhir untuk mendapatkan kinerja biaya, mutu, waktu, dan keselamatan kerja yang maksimal, dengan melakukan proses perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian yang lebih cermat dan terperinci dari proses sebelumnya.

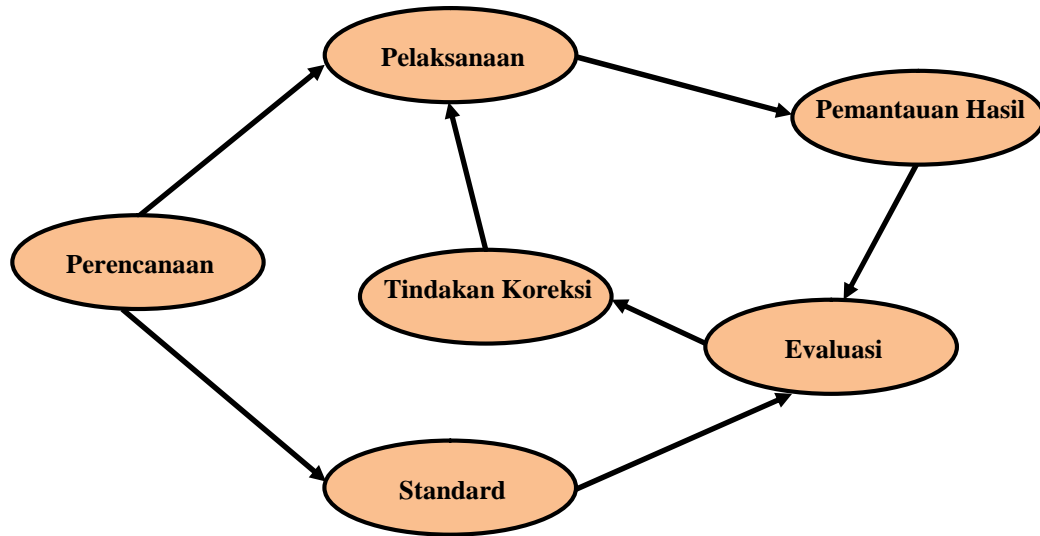
6. Tahap Operasi dan Pemeliharaan

Tahap ini terdiri atas kegiatan operasi rutin, pemeliharaan fasilitas bangunan, dan pengamatan prestasi akhir proyek. Biaya yang dikeluarkan pada tahap ini bersifat rutin dan nilainya cenderung menurun.

2.1.3 Pengendalian Proyek Konstruksi

Pengendalian diperlukan untuk menjaga kesesuaian perencanaan dengan pelaksanaan sehingga perencanaan diperlukan sebagai pedoman untuk pelaksanaan setiap pekerjaan konstruksi. Perencanaan selanjutnya digunakan sebagai standar pelaksanaan dimana meliputi spesifikasi teknik, jadwal dan anggaran.

Tiap pekerjaan yang dilaksanakan harus benar – benar diawasi dan di cek oleh pengawas lapangan agar sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan sehingga didapat progres kemajuan yang telah dicapai. Parameter proyek yang diukur merupakan bahan evaluasi yang dilakukan dengan membandingkan kemajuan yang dicapai berdasarkan hasil pemantauan standar yang berdasarkan perencanaan. Hasil evaluasi akan didapat dan diperlukan untuk pengambilan keputusan terhadap permasalahan yang terjadi di lapangan. Dari hasil evaluasi tersebut maka akan diketahui apakah pekerjaan mengalami keterlambatan sehingga dapat diputuskan tindakan yang akan dilakukan untuk mengatasi keterlambatan tersebut. Adapun siklus pengendalian dalam proyek konstruksi dapat digambarkan pada Gambar. 2.2:



Gambar 2.2 Siklus Pengendalian Proyek Konstruksi (Ervianto, W.I. 2004)

Perencanaan hanya sekitar 20% dari kegiatan manajemen proyek dan dilakukan sebelum proyek dilaksanakan. Begitu proyek dimulai, fungsi manajemen didominasi oleh kegiatan penendalian

2.1.4 Rencana Kerja dan Rencana Lapangan

2.1.4.1 Rencana Kerja

Dalam menyusun rencana kerja, perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- *Keadaan lapangan lokasi proyek*, dilakukan untuk memperkirakan hambatan yang akan timbul selama pelaksanaan pekerjaan.
- *Keamanan tenaga kerja*. Informasi kerja tentang jenis dan macam kegiatan yang berguna untuk memperkirakan jumlah dan jenis tenaga kerja yang harus dipersiapkan.
- *Pengadaan material konstruksi*. Harus diketahui dengan pasti macam, jenis, dan jumlah material yang diperlukan dalam pelaksanaan pembangunan.

- *Pengadaan alat pembangunan.* Kegiatan yang memerlukan peralatan pendukung selama pembangunan harus dapat diperkirakan dengan baik.
- *Gambar kerja.* Selain gambar rencana, pelaksanaan proyek konstruksi memerlukan gambar kerja untuk bagian-bagian tertentu.
- *Kontinuitas pelaksanaan pekerjaan.* Dalam penyusunan rencana kerja, faktor penting yang harus dijamin oleh pengelola proyek adalah kelangsungan dari susunan rencana kegiatan pada setiap item pekerjaan.

Manfaat dan kegunaan penyusunan rencana kerja:

- *Alat koordinasi bagi pimpinan.* Dengan menggunakan rencana kerja, pimpinan pelaksanaan pembangunan dapat melakukan koordinasi pada semua kegiatan yang ada dilapangan
- *Sebagai pedoman kerja para pelaksana.* Rencana kerja merupakan pedoman, terutama dalam kaitannya dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk setiap item kegiatan.
- *Sebagai penilaian kemajuan pekerjaan,* ketepatan waktu dari setiap item kegiatan dilapangan dapat dipantau dari rencana pelaksanaan dengan realisasi pelaksanaan dilapangan.
- *Sebagai Evaluasi Pekerjaan,* variasi yang ditimbulkan dari perbandingan rencana dan realisasi dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk menentukan rencana selanjutnya.

2.1.4.2 Rencana Lapangan

Yang dimaksud dengan rencana lapangan adalah suatu rencana peletakan bangunan-bangunan pembantu yang bersifat temporal yang diperlukan sebagai sarana pendukung untuk pelaksanaan pekerjaan. Kompleksitas dari pelaksanaan pembangunan menurut pengelola konstruksi adalah memperhitungkan dengan cermat segala sesuatu yang akan dihadapi dilapangan.

- *Penyelidikan Lapangan*

Tujuan *site investigation* adalah mengidentifikasi dan mencatat data yang diperlukan untuk kepentingan proses design maupun proses konstruksi.

- *Pertimbangan tata letak*

Tata letak lokasi proyek sangat berpengaruh terhadap efisiensi selama proses konstruksi.

- *Keamanan lokasi proyek*

Tujuan utama *site security* adalah sebagai berikut:

- Keamanan dari pencuri
- Keamanan dari perampokan
- Keamanan dari penyalahgunaan

- *Penerangan lokasi proyek*

Penerangan dilakukan jika hendak melakukan pekerjaan lembur pada malam hari atau jika sinar matahari tidak cukup terang sebagai pendukung untuk melakukan kegiatan konstruksi.

- *Kantor Proyek*

Pemilihan bentuk serta material untuk keperluan kantor proyek ditentukan oleh kontraktor, dan tentunya sesuai dengan spesifikasi dalam proyek.

Kebutuhan ruang biasanya dipisahkan antara manajer proyek, ruang administrasi serta ruang untuk pekerja proyek.

2.2. Rencana Anggaran Biaya

Kegiatan estimasi pada umumnya dilakukan dengan terlebih dahulu mempelajari gambar rencana dan spesifikasinya. Dalam melakukan kegiatan estimasi seorang estimator harus memahami proses konstruksi secara menyeluruh, termasuk jenis dan kebutuhan alat secara menyeluruh karena faktor tersebut dapat memengaruhi biaya konstruksi. Selain faktor-faktor tersebut di atas terdapat faktor lain yang sedikit banyak ikut memberikan kontribusi dalam pembuatan perkiraan biaya yaitu:

- Produktivitas tenaga kerja
- Ketersediaan material dan peralatan
- Iklim/ cuaca
- Jenis kontrak
- Masalah kualitas
- Etika
- Sistem pengendalian
- Kemampuan manajemen

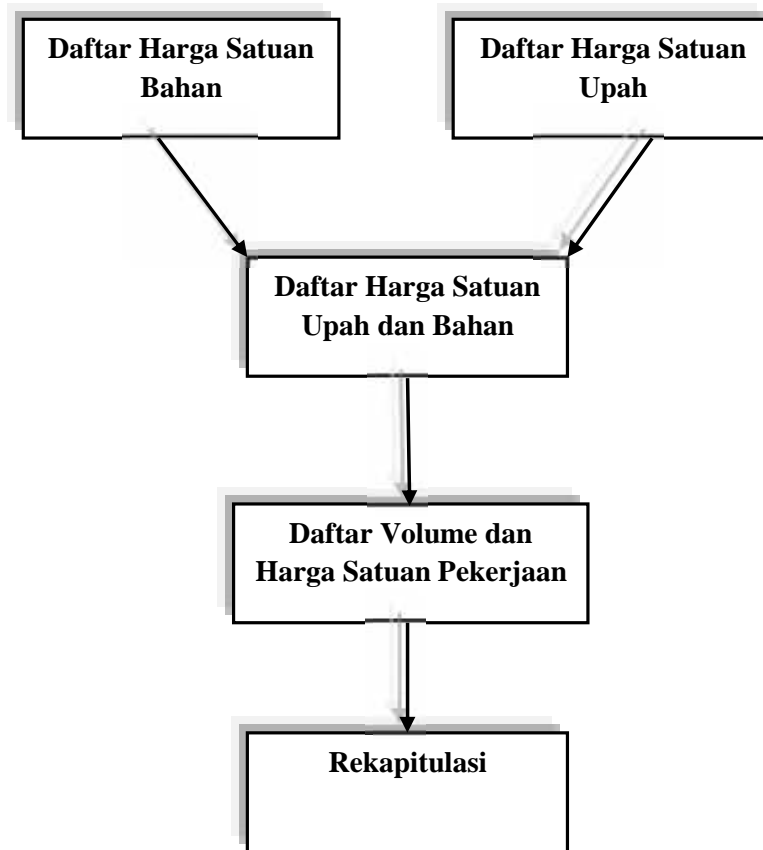
Seorang estimator tidak hanya mampu melakukan kualifikasi atas semua yang terjadi dalam gambar kerja dan spesifikasi, tetapi juga harus mampu mengantisipasi semua kegiatan konstruksi yang akan terjadi. Sebelum menentukan keputusannya, seorang estimator harus menganalisis semua faktor yang berhubungan dengan proyek.

2.2.1 Penyusunan Anggaran Biaya Proyek

Kegiatan estimasi dalam proyek konstruksi dilakukan dengan tujuan tertentu tergantung dari siapa/ pihak yang membuatnya. Pihak owner membuat estimasi dengan tujuan untuk mendapatkan informasi sejelas-jelasnya tentang biaya yang harus disediakan untuk merealisasikan proyeknya, hasil estimasi ini disebut OE (*Owner Estimate*) atau EE (*Engineer Estimate*). Pihak kontraktor membuat estimasi dengan tujuan untuk kegiatan penawaran terhadap proyek konstruksi. Kontraktor akan memenangkan tender jika penawaran yang diajukan mendekati *Owner Estimate* (OE) atau *Engineer Estimate* (EE).

Tahap-tahap yang sebaiknya dilakukan untuk menyusun anggaran biaya adalah sebagai berikut:

- Melakukan pengumpulan data tentang jenis, harga serta kemampuan pasar menyediakan bahan/ material konstruksi secara kontinu.
- Melakukan pengumpulan data tentang upah pekerja yang berlaku di daerah lokasi proyek dan atau upah pada umumnya jika pekerja didatangkan dari luar daerah lokasi proyek.
- Melakukan perhitungan analisa bahan dan upah dengan menggunakan analisa yang dianggap cukup baik oleh pembuat anggaran.
- Melakukan perhitungan harga satuan pekerjaan dengan memanfaatkan hasil analisa satuan pekerjaan dan daftar kuantitas pekerja.
- Membuat rekapitulasi



Gambar 2.3 Tahap Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (Ervianto, W.I. 2002)

2.3. Metode Penjadwalan Proyek

Dalam proyek konstruksi, tentu memerlukan penjadwan pekerjaan yang baik agar pekerjaan dapat berjalan teratur. Dengan adanya penjadwalan juga akan membantu kontraktor untuk dapat mengontrol pekerjaan dan mengetahui berapa waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut berdasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan. Berikut metode penjadwalan proyek tersebut antara lain:

1. Bagan balok (*barchart*)
2. Kurva S (*hanumm curve*)
3. Metode penjadwalan linier (diagram vektor)
4. Metode CPM (*critical path method*)
5. Metode PDM (*presedence diagram method*)
6. Metode PERT (*program evaluation review technique*)
7. LCS (*least cost scheduling*)

2.3.1. Bagan Balok (*barchart*)

Bagan balok ditemukan oleh Gannt dan Fredick W. Taylor, dengan panjang balok sebagai representasi dari durasi setiap kegiatan. Bentuk dari bagan ini lebih informatif, dapat diupdate dengan memperpendek dan memperpanjang balok sesuai dengan durasi kegiatan, mudah dibaca, dan efektif untuk komunikasi serta pengerjaannya mudah dan sederhana.

Penyajian informasi bagan ini terbatas, karena urutan kegiatan pengerjaan kurang terinci sehingga bila terjadi keterlambatan proyek, prioritas kegiatan yang akan dikoreksi menjadi sukar untuk dilakukan.

2.3.2. Kurva S (*hanumm curve*)

Kurva S merupakan grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm dengan dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Visualisasi kurva ini dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya dengan jadwal rencana sehingga dapat diketahui keterlambatan atau percepatan jadwal proyek.

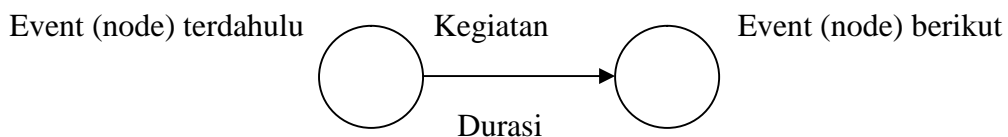
Untuk membuat kurva ini, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode di antara durasi proyek diplotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis maka akan membentuk kurva S.

2.3.3. Metode Penjadwalan Linier (diagram vektor)

Pada umumnya metode ini efektif dipakai untuk proyek dengan jumlah kegiatan relatif sedikit dan banyak digunakan untuk penjadwalan dengan kegiatan yang berulang seperti proyek konstruksi jalan raya, *runway* bandara udara, terowongan/*tunnel*, atau proyek manufaktur. Selain itu metode ini cukup efektif digunakan pada proyek bangunan gedung bertingkat karena menggunakan sumber daya manusia yang relatif lebih kecil dan variasi keterampilan pada suatu pekerjaan tidak sebanyak pada proyek konstruksi lain.

2.3.4. Metode CPM (*critical path method*)

Metode CPM (*critical path method*) adalah suatu metode dengan menggunakan diagram anak panah dalam menentukan lintasan kritis, sehingga disebut juga metode lintasan kritis. CPM menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan yang tertentu (*deterministic*). Berikut bentuk CPM:



Keterangan:

○ = Simbol peristiwa/kejadian/event

- Menunjukkan titik waktu mulainya/selesainya suatu kegiatan dan tidak mempunyai jangka waktu

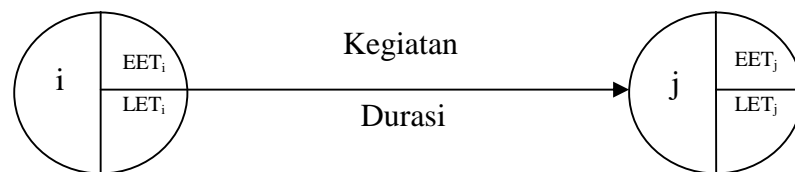
—————> = Simbol kegiatan (*Activity*)

- Kegiatan membutuhkan jangka waktu dan sumber daya

-----> = Simbol kegiatan semu

- Kegiatan berdurasi nol, tidak membutuhkan sumber daya.

Dalam CPM (*critical path method*) dikenal EET (*earliest event time*), peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari event dan LET (*last event time*), peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari event, Total Float, Free Float, dan Float Interferen.



Gambar 2.4 Hubungan EET dan LET (Husen, Abrar. 2008)

EET (*earliest event time*)

Perhitungan maju untuk mengitung EET (*earliest event time*)

$$EET_j = (EET_i + d)_{\max}$$

Prosedur menghitung EET :

- Tentukan nomor dari peristiwa dari kiri ke kanan, mulai dari peristiwa nomor satu berturut-turut sampai nomor maksimal.
- Tentukan nilai EET untuk peristiwa nomor satu (paling kiri) sama dengan nol.
- Dapat dihitung nilai EET berikutnya dengan rumus diatas.

LET (*last event time*)

Perhitungan waktu mundur untuk menghitung LET (*last event time*)

$$LET_i = (LET_j + d)_{\max}$$

Prosedur Perhitungan LET :

- Tentukan nilai LET peristiwa terakhir (paling kanan) sesuai dengan nilai EET kegiatan terakhir.
- Dapat dihitung nilai LET dari kanan ke kiri dengan rumus diatas
- Bila terdapat lebih dari satu kegiatan maka dipilih LET yang minimum.

a. Total Float (TF)

Total float adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Nilai Total Float (TF) dapat dirumuskan seperti berikut:

$$TF = LET - d - EET$$

b. Free Float (FF)

Free float adalah jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan boleh ditunda atau terlambat, tanpa mempengaruhi atau menyebabkan keterlambatan pada kegiatan berikutnya. Nilai Free Float (FF) dapat dihitung:

$$FF = EET_{\text{beriku}(j)} - d - EET_{\text{awal}(i)}$$

c. Inferent Float (IF)

Inferent float adalah suatu kegiatan yang boleh digeser atau dijadwalkan lagi yang merupakan selisih dari Total Float (TF) dengan Free Float (FF), Sedikitpun tidak sampai mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

$$IF = TF - FF$$

Dalam metode CPM kita juga akan mendapatkan lintasan kritis yaitu lintasan yang menghubungkan kegiatan-kegiatan kritis yaitu kegiatan yang tidak boleh terlambat atau ditunda pelaksanaannya karena keterlambatan kegiatan kritis akan menyebabkan keterlambatan pada waktu total penyelesaian proyek. Cara menentukan lintasan kritis dalam suatu perencanaan jaringan kerja adalah sebagai berikut:

- Lintasan kritis dapat ditentukan dengan menghubungkan kegiatan-kegiatan kritis, yaitu kegiatan yang mempunyai nilai *free float* dan *total float* sama dengan nol
- Lintasan kritis dapat pula ditentukan dengan mencari lintasan durasi total terpanjang.

2.3.5. Metode PDM (*presedence diagram method*)

Kegiatan dalam PDM (*presedence diagram method*) tidak diperlukan kegiatan fiktif sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana, hubungan *overlapping* dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

ES	Jenis Kegiatan	EF
LS		LF
No. Keg		Durasi

Gambar 2.5 Bentuk *Precedence Diagram Method* (PDM)

Perhitungan *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan hitungan maju yaitu *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF).

Jalur kritis ditandai oleh beberapa kegiatan sebagai berikut:

- *Earliest Start* (ES) = *Latest Start* (LS)
- *Earliest Finish* (EF) = *Latest Finish* (LF)
- *Latest Finish* (LF) = *Earliest Finish* (EF) = Durasi

Sedangkan Float pada *Precedence Diagram Method* (PDM) dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *Total Float* (TF), dan *Free Float* (FF).

$$\text{Total Float (TF)} = \text{Min (LS-EF)}$$

$$\text{Free Float (TF)} = \text{Min (ES-EF)}$$

2.3.6. Metode PERT (*program evaluation review technique*)

Metode PERT digunakan untuk memperkirakan durasi suatu proyek dan memungkinkan melakukan komputasi nilai probabilitas dari suatu kegiatan proyek secara keseluruhan. Metode PERT juga menggunakan teknik diagram *Activity On Arrow* (AOA) seperti halnya metode CPM dan PDM. Dalam metode PERT diketahui tiga estimasi durasi setiap kegiatan, yaitu:

- *Optimistic Estimate* (to) adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya berjalan dengan baik.

- *Pessimistic Estimate* (t_p) adalah durasi untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya dalam kondisi buruk (tidak mendukung).
- *Most Likely Estimate* (t_m) adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan diantara *Optimistic Estimate* dan *Pessimistic Estimate*.

2.3.7. LCS (*least cost schedulling*)

LCS (*least cost scheduling*), bertujuan mempersingkat waktu penyelesaian proyek dengan mencari jadwal proyek optimal yaitu jadwal dengan biaya langsung (*direct cost*), tak langsung (*indirect cost*) dan total biaya proyek. Menurut Husen (2009:160), dengan berkurangnya durasi proyek konstruksi maka biaya langsung (*direct cost*) akan meningkat sedangkan biaya tak langsung (*indirect cost*) akan menurun. Untuk mendapatkan hal tersebut dilakukan tindakan percepatan yang dilanjutkan dengan proses *least cost scheduling* pada lintasan kritis. Dalam kondisi normal, proyek akan mempunyai waktu dan biaya yang maksimum sedangkan pada kondisi kritis dibutuhkan percepatan durasi pelaksanaan pekerjaan sehingga diperoleh waktu minimum dan biaya maksimum dapat diterima.

Pada *Least Cost Scheduling* dipergunakan alternatif percepatan dengan mengadakan lembur pada pekerjaan – pekerjaan kritis. Dengan analisis ini, jaringan kerja CPM dapat digunakan untuk menganalisa masalah tersebut, yaitu dengan memperkirakan:

- Jadwal yang ekonomis didasarkan atas biaya langsung untuk mempersingkat waktu penyelesaian komponen-komponen pekerjaan.

- Jadwal yang optimal dengan melihat biaya langsung dan biaya tidak langsung.

Least cost scheduling digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan suatu keputusan untuk melakukan percepatan waktu pada suatu pekerjaan sehingga didapat biaya yang optimal.

2.3.7.1 Biaya Proyek

Komponen biaya total proyek biasanya terdiri dari dua komponen, yaitu:

a. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya Langsung (*Direct Cost*) adalah biaya tetap selama proyek berlangsung yang menjadi komponen permanen hasil proyek. Biaya langsung diperoleh dengan mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan (*Unit price*).

b. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tak langsung (*Indirect Cost*) adalah biaya tidak tetap selama proyek berlangsung yang dibutuhkan untuk penyelesaian proyek. Yang termasuk biaya tak langsung adalah biaya manajemen proyek, gaji bagi tenaga kerja administrasi, ATK, keperluan air dan listrik, keuntungan/profit. Biaya tak langsung nilainya bergantung terhadap waktu dimana semakin lama waktu pekerjaan proyek maka biaya tak langsung akan semakin besar.

2.4. Jaringan Kerja

Analisis jaringan kerja dibuat untuk merencanakan dan mengendalikan antara satu kegiatan dengan kegiatan lain yang memiliki hubungan ketergantungan dimana bertujuan untuk meminimalkan biaya dan waktu

penyelesaian suatu kegiatan. Dalam suatu proyek konstruksi terdapat suatu kombinasi kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan dimana kegiatan-kegiatan tersebut harus dilakukan dalam urutan tertentu sebelum keseluruhan kegiatan diselesaikan. Urutan kegiatan-kegiatan dilakukan secara logis dimana dimulai dari pelaksanaan satu kegiatan sampai kegiatan lainnya diselesaikan.

Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dapat memberikan penyelesaian masalah seperti lama perkiraan waktu penyelesaian proyek, kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis dalam penyelesaian proyek secara keseluruhan. Pada dasarnya penyusunan jaringan kerja merupakan salah satu teknik pengelolaan dalam manajemen proyek dan merupakan sarana operasional dalam proyek (Soeharto,1999).

2.5. Produktivitas Proyek Konstruksi

Produktivitas berkaitan dengan aspek ekonomi, kesejahteraan, teknologi, dan sumber daya. Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input* atau rasio antar hasil produksi dengan sumber daya yang digunakan. Rasio produktivitas dalam proyek konstruksi adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi dan dapat dipisah menjadi biaya tenaga kerja, material, metoda, dan alat. Keberhasilan dalam proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya.

Salah satu pendekatan manajemen yang dilakukan untuk mempelajari produktivitas pekerja adalah *work study*. Fungsi utama metode ini adalah memberikan informasi yang cukup sebagai dasar pengambilan keputusan tentang metoda yang digunakan. Untuk mencapai kondisi yang terbaik dari suatu kegiatan dapat dilakukan beberapa cara, seperti:

- Memperbaiki lokasi bekerja/lingkungan bekerja.
- Memperbaiki prosedur bekerja.
- Memperbaiki penggunaan material, alat dan pemakaian pekerja.
- Memperbaiki spesifikasi produk.

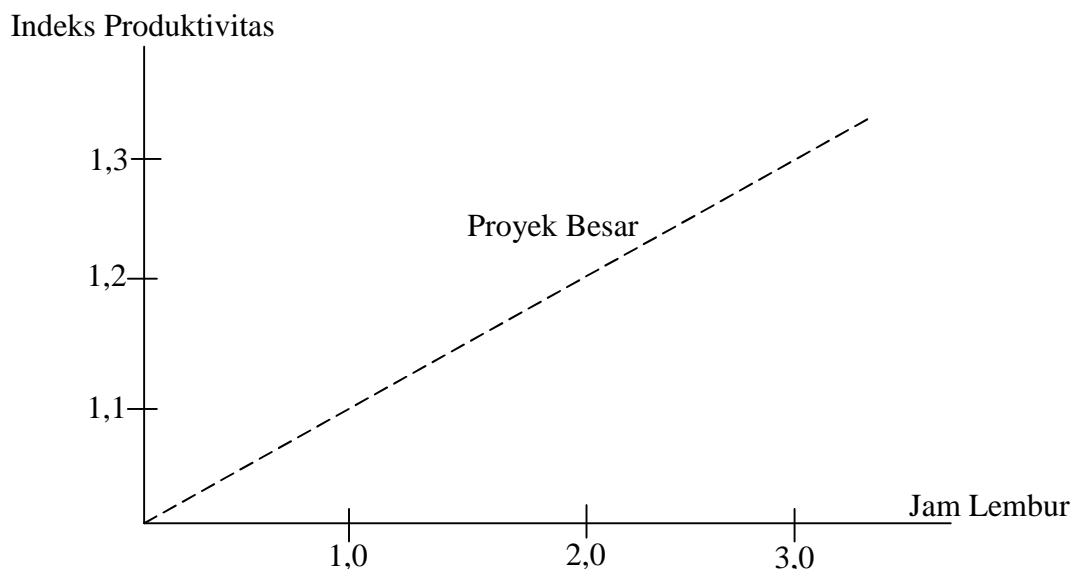
2.6. Mempercepat Waktu Proyek (*Crashing Project*)

Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dikenal dengan istilah *crashing*. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Pada prosesnya dilakukan dengan perkiraan dari variabel *cost* untuk menentukan pengurangan durasi yang maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi. *Crashing project* dilakukan apabila suatu kegiatan proyek terdapat berbagai pekerjaan dimana item kegiatan yang dilakukan mencapai puluhan ataupun ratusan kegiatan. Kegiatan suatu proyek dapat dipercepat dengan berbagai cara, yaitu:

- Dengan mengadakan *shift* pekerjaan.
- Dengan memperpanjang waktu kerja (lembur).
- Dengan menggunakan alat bantu yang lebih produktif.
- Menambah jumlah pekerja.
- Dengan menggunakan material yang dapat lebih cepat pemasangannya.
- Menggunakan metode konstruksi lain yang lebih cepat.

Salah satu strategi percepatan waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja para pekerja. Biasanya waktu kerja lembur pekerja adalah 8

jam (dimulai jam 08.00 Wib dan selesai pukul 17.00 Wib dengan waktu istirahat 1 jam), dan biasanya kerja lembur dilakukan setelah jam kerja normal. Penambahan jam kerja bisa dilakukan dengan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam penambahan sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Dengan adanya penambahan jam kerja (lembur), maka produktivitas tenaga kerja akan kurang, disebabkan karena adanya faktor kelelahan oleh para pekerja. Adapun indikasi penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja dapat dilihat pada grafik, sebagai berikut.



Gambar 2.6 Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja

(Soeharto, 1998)

Dari grafik diatas, maka perumusannya dapat ditulis sebagai berikut:

- Produktivitas Harian = $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$
- Produktivitas Tiap Jam = $\frac{\text{Produktivitas Harian}}{8 \text{ jam}}$

- Produktivitas Harian Sesudah Crash = (8 jam x produktivitas tiap jam) + (a x b x produktivitas tiap jam)

Dimana:

a = lama penambahan jam kerja

b = koefisien penurunan produktivitas penambahan jam kerja

- Crash Duration =
$$\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash}}$$

Tabel 2.1 Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1	0,1	90
2	0,2	80
3	0,3	70
4	0,4	60

2.7. Biaya Tambahan Pekerja (*Crash Cost*)

Dengan penambahan waktu kerja (lembur), maka biaya untuk pekerja konstruksi akan bertambah dari biaya normal tenaga kerja. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 menyatakan upah penambahan kerja bervariasi, untuk penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah

1,5 kali upah perjam waktu normal, dan untuk penambahan waktu kerja berikutnya pekerja mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal.

Adapun perhitungan biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut, yaitu:

1. Normal ongkos pekerja perhari = *produktivitas harian x harga satuan upah pekerja*
2. Normal ongkos pekerja perjam = *produktivitas perjam x harga satuan upah pekerja*
3. Biaya lembur pekerja = *1,5 x upah normal untuk jam kerja lembur pertama + 2 x n x upah sejam normal untuk jam kerja lembur berikutnya*

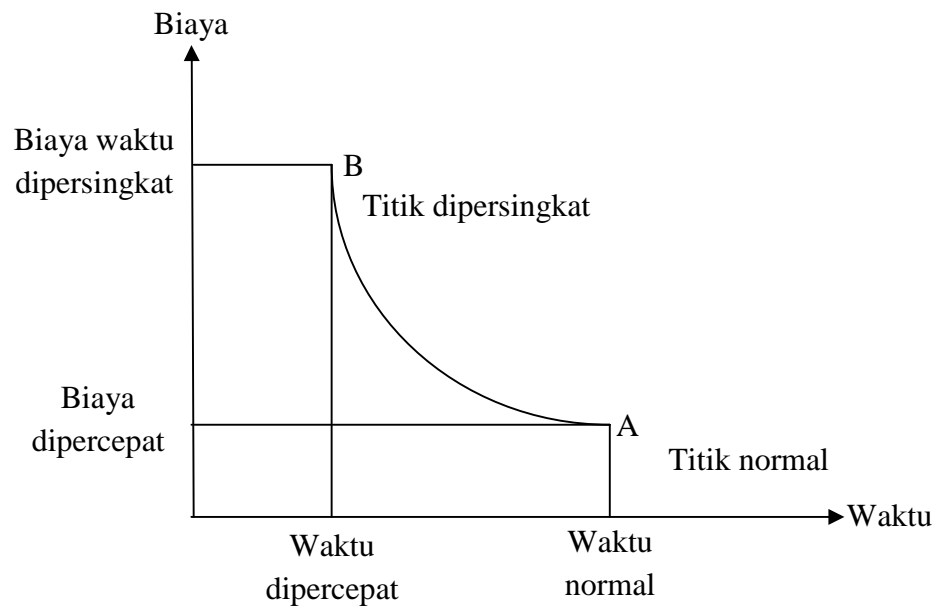
Dimana:

n = jumlah penambahan jam kerja

4. *Crash Cost* pekerja perhari = *(8 jam x normal cost pekerja) + (n x biaya lembur perjam)*
5. *Cost Slope* (Penambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktifitas persatuan waktu) =
$$\frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

2.8. Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek sama dengan jumlah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat tergantung terhadap waktu penyelesaian proyek, semakin lama proyek selesai maka biaya yang dikeluarkan akan semakin besar. Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada gambar 2.20.



Gambar 2.7 Hubungan Waktu – Biaya Normal Yang Dipersingkat Untuk Suatu Kegiatan (Soeharto, 1998)

Titik A menunjukkan titik normal, sedangkan titik B adalah titik yang dipersingkat. Garis yang menghubungkan antara titik A dan titik B disebut kurva waktu – biaya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

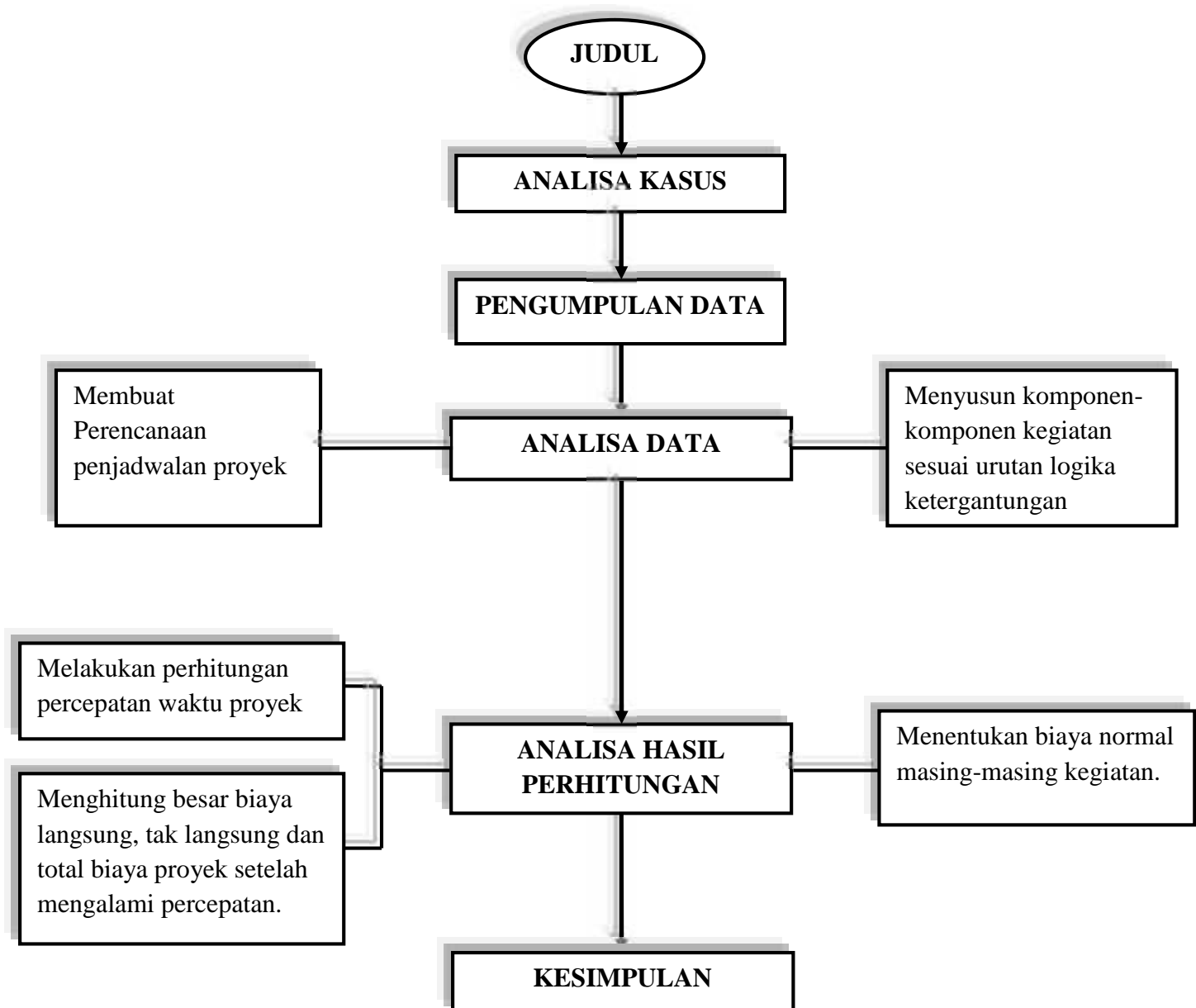
3.1 Waktu dan Lokasi Proyek

Penelitian dimulai pada Semester 11 tahun ajaran 2016-2017 dan penelitian berlokasi di JL. Bunga Ester 93- B Pasar VI Padang bulan Medan.



Gambar 3.1 Lokasi proyek pembangunan Gedung Pastoran Fransiskus Asisi Padang Bulan Medan.

3.2 Rancangan Penelitian



Gambar 3.2 Tahapan penelitian tugas akhir

Studi penelitian dilakukan sesuai urutan di bawah ini:

1. Analisa Kasus

Referensi teori yang relevan yang berupa rumusan – rumusan dan konsep – konsep dari berbagai sumber dipahami dan dipelajari dalam mengembangkan konsep penelitian tentang analisis percepatan proyek.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini merupakan data teknik perencanaan yang diperoleh dari konsultan perencana yang berupa *time schedule*, rancangan anggaran biaya (RAB) dan gambar detail struktur.

3. Pengolahan Data

Setelah data – data yang dibutuhkan tersebut diperoleh, kemudian dilakukan pengolahan data. Data – data yang diperoleh tersebut akan dihitung dengan menggunakan suatu analisis percepatan.

4. Analisis Data Hasil Perhitungan

Dalam proses pengolahan data tersebut kemudian dilakukan analisa data. Tahapan analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Membuat tabel ketergantungan item pekerjaan.
2. Membuat Diagram Jaringan kerja.
3. Menghitung percepatan waktu dan biaya proyek dengan 4 jam penambahan kerja.

3.1. Menghitung Produktivitas Harian.

Produktivitas harian dihitung dengan cara:

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Normal}}$$

3.2. Menghitung Produktivitas Perjam.

Produktivitas perjam dihitung dengan cara:

$$\text{Produktivitas Perjam} = \frac{\text{Produktivitas Perhari}}{8 \text{ jam kerja}}$$

3.3. Menghitung Produktivitas Harian Sesudah *Crash*.

Produktivitas harian sesudah *Crash* dihitung dengan cara:

Produktivitas Harian Sesudah *Crash* =

$(8 \text{ jam} \times \text{Prod. Tiap Jam}) + (t(\text{jam}) \times \text{koef. produktivitas penambahan jam} \times \text{prod. tiap jam})$

3.4. Menghitung waktu percepatan proyek (*Crash Duration*).

Waktu percepatan proyek (*Crash Duration*) dihitung dengan cara:

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash}}$$

4. Menghitung biaya setelah percepatan dengan 4 jam penambahan jam kerja.

4.1. Menghitung biaya normal ongkos pekerja perhari.

Biaya normal ongkos perhari dihitung dengan cara:

Biaya normal ongkos perhari = *produktivitas harian x harga satuan upah pekerja*

4.2. Menghitung normal ongkos pekerja perjam.

Normal ongkos pekerja perjam dihitung dengan cara:

Normal ongkos pekerja perjam = *produktivitas x harga satuan upah pekerja*

4.3. Menghitung biaya lembur penambahan 4 jam kerja.

Biaya lembur penambahan 4 jam kerja dihitung dengan cara:

Biaya lembur pekerja = *1,5 upah sejam normal untuk jam kerja lembur pertama + 2x upah sejam normal untuk jam kerja lembur berikutnya x3*

4.4. Menghitung *Crash Cost* penambahan 4 jam kerja.

Crash Cost penambahan 4 jam kerja dihitung dengan cara:

Crash Cost pekerja perhari = $(8 \text{ jam} \times \text{normal cost pekerja}) + (4 \text{ jam biaya lembur pekerja})$

4.5. Menghitung biaya tambahan penambahan 4 jam kerja.

Biaya tambahan penambahan 4 jam kerja dihitung dengan cara:

Biaya tambahan pekerjaan = *Crash Cost – Normal Cost*

4.6. Menghitung *Cost Slope* penambahan 4 jam kerja.

Cost Slope adalah pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu.

$$\text{Cost Slope percepatan proyek} = \frac{(\text{Crash cost} - \text{Normal cost})}{(\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration})}$$

5. Menghitung Biaya Tak Langsung Proyek.
6. Menghitung Biaya Total Proyek.
7. Kesimpulan dan rekomendasi

Kesimpulan diambil setelah hasil pengolahan data – data yang diperoleh dimana merupakan perbandingan waktu dan biaya yang optimal pada waktu penambahan 1,2,3 dan 4 jam. Rekomendasi diambil setelah melihat kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis data tersebut.