

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAKSI	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Maksud dan Tujuan	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.2 Kegiatan Proyek	4
2.3 Jadwal Waktu Proyek	5
2.3.1 Bagan Balok	5
2.3.2 Jaringan Kerja	7
2.3.3 Istilah-istilah dalam jaringan kerja	8
2.3.4 Diagram precedence	13
2.3.4.1 Bentuk sebuah diagram precedence	14
2.3.4.2 Macam hubungan antara aktivitas dalam diagram precedence	16
2.3.4.3 Prinsip analisa metode diagram precedence	18
2.4 Analisa Pertukaran Waktu dan Biaya	20
2.5 Hubungan antara waktu dan biaya pelaksanaan	21
2.5.1 Hubungan waktu pelaksanaan dan biaya langsung	22
2.5.2 Hubungan waktu pelaksanaan dengan biaya tak langsung	24
2.5.3 Hubungan Waktu pelaksanaan dengan Biaya Total	24

BAB III METODOLOGI	26
3.1 Umum	26
3.2 Diagram Alir Penyusunan Skripsi	26
3.3 Studi literatur	26
3.4 Pengambilan Data	27
3.5 Pengolahan data	28
3.5.1 Kondisi Normal	29
3.5.2 Menyusun jaringan	29
3.5.3 Mencari Lintasan Kritis	29
3.5.4 Kondisi dipercepat	29
3.5.5 Melakukan analisa Time Cost Trade Off	29
3.5.6 Grafik Hubungan Biaya dan Waktu	29
3.6 Pembahasan	30
3.7 Kesimpulan dan Saran	30
BAB IV PEMBAHASAN	31
4.1 Tahap-Tahap Penyelesaian Proyek Dengan Microsoft project	31
4.2 Membuat Jadwal Pelaksanaan	31
4.3 Menentukan Kegiatan Yang Akan Dipercepat	32
4.4 Asumsi Pada Biaya Tak langsung	32
4.5 Percepatan Pelaksanaan Proyek Dengan penambahan Jam Kerja ---	32
4.6 Perhitungan Durasi dan Biaya setelah Penambahan Jam Kerja	39
4.7 Percepatan Pelaksanaan Proyek Dengan Penambahan Tenaga Kerja	47
4.8 Perhitungan Durasi dan Biaya Setelah Penambahan Tenaga Kerja --	53
BAB V PENUTUP	62
5.2 Kesimpulan	62
5.3 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	vi

ABSTRAK

ANDY WIDARTO, Jurusan Teknik, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2007, **Optimasi Biaya Proyek Bendungan Langsa di Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam Dengan Mempercepat Kurun Waktu Pelaksanaan**, Dosen pembimbing : M. Hamzah Hasyim, ST, M.Eng.Sc dan Ir. Pudyono,MT

Pembangunan Bendungan langsa di Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam mengalami keterlambatan 305 hari dikarenakan kondisi medan yang sulit dan berbahaya. Sehingga untuk mencapai jadwal penyelesaian suatu kontrak perlu upaya mempercepat atau memperpendek kurun waktu yang tersisa.

Upaya yang perlu dilakukan menggunakan metode percepatan *Time Cost Trade Off* yaitu analisa pertukaran waktu dan biaya untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek (*duration*) dengan penambahan tenaga kerja, jam kerja lembur (*over time*), atau peralatan konsekuensinya biaya proyek berubah. Dalam skripsi ini membahas analisa TCTO dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja.

Dari hasil analisa TCTO perubahan biaya total akibat penambahan jam kerja selama 3 jam per hari pada kegiatan kritis dari Rp 164.823.998.113 dengan durasi 1091 hari menjadi Rp 164.389.310.361,41 dengan durasi 786 hari. Perubahan ini diakibatkan penambahan jam kerja dengan penambahan biaya sebesar Rp 211.980.673,94 dan pengurangan biaya tak langsung sebesar Rp 646.668.425,53. Dan perubahan biaya total akibat penambahan tenaga kerja sebesar Rp 164.823.998.113 dengan durasi 1091 hari menjadi Rp164.201.091.672,67 dengan durasi 786 hari. Perubahan ini diakibatkan karena adanya penambahan tenaga kerja dengan penambahan biaya sebesar Rp 23.761.985,19 dan pengurangan biaya tak langsung sebesar Rp 646.688.425,53. Dari kedua alternatif dipilih alternatif penambahan tenaga kerja..

Dalam analisa ini tidak membahas biaya fasilitas pendukung akibat adanya penambahan jam kerja dan tenaga kerja.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan suatu proyek disamping aspek waktu dan aspek sumber daya, dimana biaya yang mungkin timbul harus dikendalikan seminimum mungkin. Dalam pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-biaya proyek yang bersangkutan atau aktivitas pendukungnya.

Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat dari pada waktu normalnya. Hal ini timbul dari berbagai sebab, misalnya karena telah terjadi keterlambatan pelaksanaan pekerjaan pada bulan-bulan sebelumnya, sehingga untuk mencapai jadwal penyelesaian suatu kontrak perlu usaha mempercepat atau memperpendek kurun waktu yang tersisa. Atau karena perubahan situasi pasar, pemilik proyek menginginkan waktu penyelesaian proyek lebih cepat dari pada waktu normalnya, agar produk dapat mengisi pasar mendahului saingan.

Untuk itu seorang pemimpin proyek diharapkan dapat mengambil keputusan dengan tepat dengan mempertimbangkan berbagai kemungkinan untuk dapat memecahkan masalah bagaimana mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan biaya yang minimal. Dalam hal ini dapat dilakukan dengan studi optimasi.

Untuk melakukan optimasi biaya proyek perlu diperhatikan bahwa biaya proyek terdiri dari dua macam, yaitu biaya langsung (direct cost) yang terdiri dari semua biaya yang dapat dinyatakan keterlibatannya secara langsung dalam aktivitas-aktivitas proyek seperti biaya bahan, pekerja dan peralatan dan biaya tidak langsung (indirect cost) yaitu semua biaya proyek yang tidak dapat dinyatakan keterlibatannya secara langsung dalam aktivitas-aktivitas pendukung proyek seperti upah/gaji, bunga investasi, bonus dan lain-lain. Dan apabila waktu penyelesaian suatu aktivitas dipercepat, maka biaya langsung akan bertambah sedangkan biaya tak langsung akan berkurang (Nugraha, Paulus dkk, 1986).

Kegiatan-kegiatan yang dapat dilakukan untuk melakukan kompresi atau mempercepat waktu pelaksanaan proyek adalah peningkatan laju penyediaan bahan, peningkatan jumlah pekerja, penugasan pekerja untuk bekerja lembur dan peningkatan jumlah satuan peralatan (Peurifoy, R.L dkk, 1988). Dari kegiatan-

kegiatan tersebut yang mungkin dapat dilakukan untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan kenaikan biaya yang minimum adalah penerapan waktu lembur. Karena dengan penerapan waktu lembur peningkatan jumlah pekerja dapat diminimalkan dan produktivitas pekerja dapat tetap terjaga dengan adanya pengaturan kerja.

1.2. Identifikasi masalah

Pada proyek Pembangunan Bendungan Langsa di Propinsi nangroe Aceh Darussalam telah mengalami keterlambatan sekitar 305 hari atau hampir 1 tahun. Karena sungai Krueng Langsa merupakan sungai utama dengan hulu sungai yang terletak di dataran tinggi BT. Pesang Pegat pada elevasi sungai tertinggi El. 25,70 m dan bermuara di Selat Malaka. Selain itu Alur sungai Krueng Langsa relative berbelok-belok dengan panjang keseluruhan dari hulu ke muara \pm 150 km. Daerah pengaliran sungai (DAS) seluas 420 km² sebagian besar terdiri dari lahan hutan dan perkebunan. Kemiringan dasar sungai Krueng Langsa bagian hulu relatif curam dengan kemiringan rata-rata 0,0037. Keterlambatan beroperasinya bendungan langsa menyebabkan tertundanya masyarakat menikmati air irigasi dan listrik di daerah tersebut sehingga perlu mempercepat proyek

1.3. Rumusan masalah

Dengan uraian seperti tersebut diatas dapat di identifikasikan permasalahan yang akan dibahas, yaitu:

1. Berapa besar perubahan biaya proyek setelah waktu pelaksanaannya dipersingkat.
2. Berapa lama waktu pelaksanaan proyek dapat dipersingkat.
3. Berapa besar biaya proyek pada keadaan optimum.
4. Berapa lama waktu pelaksanaan proyek yang dibutuhkan pada keadaan optimum.
5. Bagaimana hubungan antara biaya dengan lama waktu pelaksanaan.

1.4. Pembatasan masalah

Karena luasnya lingkup pekerjaan pada proyek Bendungan Langsa di Propinsi nangroe Aceh Darussalam, maka kegiatan ini hanya dibatasi pada permasalahan sebagai berikut:

1. Pekerjaan proyek yang akan digunakan dalam penghitungan biaya adalah mobilisasi, demobilisasi, pekerjaan persiapan dan pekerjaan kontruksi

2. Untuk mempercepat proyek menggunakan analisis pertukaran waktu dan biaya (time cost trade off) dengan metode jalur kritis.
3. Untuk mempersingkat waktu pelaksanaan pekerjaan diterapkan penambahan Waktu lembur dan penambahan tenaga kerja

1.5.Maksud dan Tujuan

1. Mengetahui berapa besarnya perubahan biaya proyek setelah waktu pelaksanaanya dipersingkat.
2. Mengetahui berapa waktu pelaksanaan proyek dapat dipersingkat.
3. Mendapatkan biaya yang optimum.
4. Mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pada keadaan optimum.
5. Mendapatkan hubungan antara biaya proyek dengan lama waktu pelaksanaan proyek.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Umum

Manajemen adalah proses Merencanakan, Mengorganisir, Memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan (koonz, H 1982). Manajemen sendiri merupakan (implementation), dan pengendalian (controlling). Tiga fungsi tersebut menerus dan merupakan suatu siklus yang selalu berulang mulai dari tahap pengembangan konsep sampai selesainya proyek.

Dalam ilmu manajemen terdapat salah satu cabang ilmu yaitu manajemen konstruksi yang merupakan system manajemen pelaksanaan yang dapat dilakukan disamping sistem konvensional yang ada. Sistem manajemen konstruksi timbul oleh karena tuntutan atas kebutuhan yang sesuai dengan yang dianggarkan, dan kualitas pekerja yang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan (Nugraha, Paulus, dkk, 1986).

2.2 Kegiatan proyek

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas. Dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasanya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, Iman, 1995)

Dari pengertian diatas dapat terlihat bahwa ciri pokok proyek adalah:

- Memiliki tujuan yang khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir.
- Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam mencapai tujuan diatas telah ditentukan.
- Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
- Non rutin, tidak berulang-ulang Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Telah disebutkan sebelumnya bahwa tiap proyek memiliki tujuan khusus, misalnya bendungan, rumah tinggal, atau jembatan. Dapat pula berupa produk hasil kerja penelitian dan pengembangan. Di dalam proses mencapai tujuan tersebut telah

ditentukan batasan yaitu besarnya biaya (anggaran) yang dialokasikan dan jadwal serta mutu yang harus terpenuhi (Soeharto, Iman, 1995).

2.3 Jadwal waktu proyek

Jadwal waktu proyek merupakan alat yang dapat menunjukkan kapan berlangsungnya setiap kegiatan, sehingga dapat digunakan pada waktu merencanakan kegiatan-kegiatan maupun untuk pengendalian pelaksanaan proyek secara keseluruhan. Sebenarnya tersedia bermacam-macam cara penjadwalan proyek tetapi dua yang lazim dipakai, yaitu cara jaringan kerja (network) dan bagan balok (bar chart) (Dipohusodo, Istimawan, 1996).

2.3.1 Bagan balok (Bar chart)

Untuk suatu proyek yang sederhana, dalam arti tidak mengandung kegiatan-kegiatan kompleks yang sangat tergantung satu sama lainnya, cara penjadwalan yang dinilai lebih sederhana dan luwes ialah cara bagan balok atau sering juga disebut sebagai Gantt chart karena diperkenalkan pertama kali oleh H.L Gantt pada tahun 1917 (Dipohusodo, Istimawan, 1996).

Bagan balok dinilai cukup bermanfaat untuk melukiskan proyek dalam urutan tahap-tahap kegiatan pokok disertai waktunya, merencanakan penggunaan sumber daya proyek secara tepat, dan sebagai alat komunikasi rencana proyek kepada pihak-pihak yang terkait. Selain itu dapat juga digunakan untuk memonitor kemajuan-kemajuan direncanakan. Dan juga dapat memperlihatkan jadwal waktu yang menunjukkan bagaimana kegiatan-kegiatan proyek akan menuju pada setiap keluaran (Dipohusodo, Istimawan, 1996).

Walaupun dinilai lebih sederhana dan luwes, bagan balok memiliki kelemahan yaitu tidak dapat dengan jelas menentukan hubungan timbal-balik antara kegiatan-kegiatan proyek atau gambaran saling ketergantungan antara kegiatan secara rinci. Selain itu bagan balok tidak mampu menyatakan kegiatan-kegiatan mana saja yang bersifat kritis. Contoh penyajian perencanaan proyek dengan metode bagan balok dapat dilihat pada gambar 2.1.



2.3.2 Jaringan Kerja

Metode jaringan kerja diperkenalkan menjelang akhir dekade 50-an, oleh suatu tim engineer dan ahli matematika dari perusahaan Du-pont bekerjasama dengan Rand Corporation, dalam usaha mengembangkan suatu sistem control manajemen. Sistem ini dimaksudkan untuk merencanakan dan mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki hubungan ketergantungan yang kompleks dalam masalah desain, engineering, kontruksi, dan pemeliharaan (Soeharto, Imam, 1995).

Jaringan kerja merupakan cara grafis untuk menggambarkan kegiatan-kegiatan dan kejadian yang diperlukan untuk mencapai harapan-harapan proyek, Jaringan menunjukkan susunan logis antar kegiatan, hubungan timbal balik antara pembiayaan dan waktu penyelesaian proyek, dan berguna dalam merencanakan urutan kegiatan-kegiatan yang saling tergantung dihubungkan dengan waktu penyelesaian proyek yang diperlukan. Jaringan kerja juga sangat membantu untuk menentukan kegiatan-kegiatan yang paling mendesak atau kritis dan pengaruh keterlambatan dari suatu kegiatan terhadap waktu penyelesaian seluruh proyek (Dipohusodo,Istimawan,1996).

Terdapat beberapa macam sistem jaringan yang dikenal, akan tetapi yang paling umum dipakai adalah CPM (Critical Path Method) dan PERT (Project Evaluation and Review Technique). Keduanya merupakan cara penjadwalan jaringan kerja yang berorientasi pada waktu dan secara prinsip tidak berbeda diantar keduanya. Hanya saja, pada CPM kelangsungan kegiatan-kegiatan diketahui dalam arti tertentu, sedangkan pada PERT diberikan sebagai distribusi probabilitas. Metode CPM sangat bermanfaat untuk memperlihatkan hubungan timbal balik antara waktu penyelesaian dan pembiayaan proyek. Memperlihatkan adanya saling ketergantungan antara penambahan sumber daya (seperti tenaga, alat, dan fasilitas) untuk memperpendek rentang waktu kegiatan dengan bertambahnya pembiayaan sebagai akibatnya. Sedangkan PERT bermanfaat untuk digunakan pada proyek-proyek yang dilandasi oleh banyak faktor ketidak pastian, misalnya pada berbagai kasus proyek-proyek penelitian dan pengembangan.

(Research and Depelopment) (Dipohusodo,Istimawan,1996).

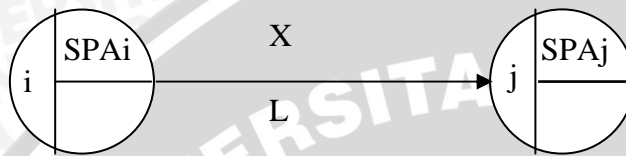
2.3.3. Istilah – Istilah Dalam Network Planning (jaringan kerja)

1. Saat paling awal

Pengertian

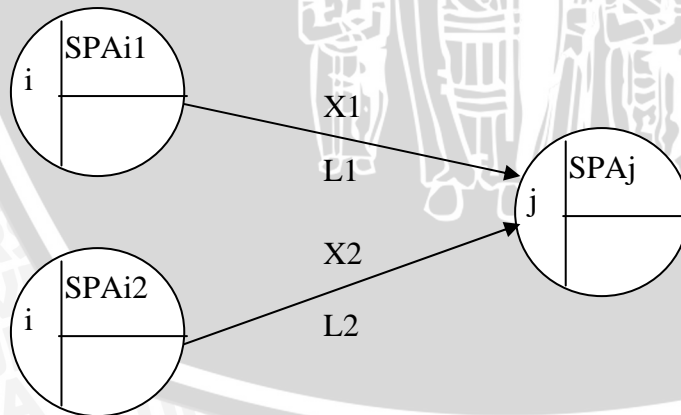
Merupakan saat paling awal suatu peristiwa dapat terjadi dan tidak mungkin terjadi sebelumnya.

Dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.2 Ilustrasi saat paling awal suatu kegiatan menuju satu peristiwa dengan :

- i = peristiwa awal kegiatan X
- j = peristiwa akhir kegiatan X
- SPAi = saat paling awal peristiwa awal
- SPAj = saat paling awal peristiwa akhir
- X = nama kegiatan
- L = durasi kegiatan X yang diperkirakan



Gambar 2.3 Ilustrasi beberapa kegiatan menuju satu peristiwa dengan :

- SPAj = (SPAi_n + Ln) maksimum
- n = nomor kegiatan
- X_n = nama kegiatan ke-n
- j = peristiwa akhir bersama dari semua kegiatan X_n



- in = peristiwa awal kegiatan Xn
 Ln = durasi kegiatan Xn diperkirakan
 SPAj = saat paling awal peristiwa akhir bersama seluruh kegiatan Xn
 SPAin = saat paling awal peristiwa awal dari kegiatan Xn

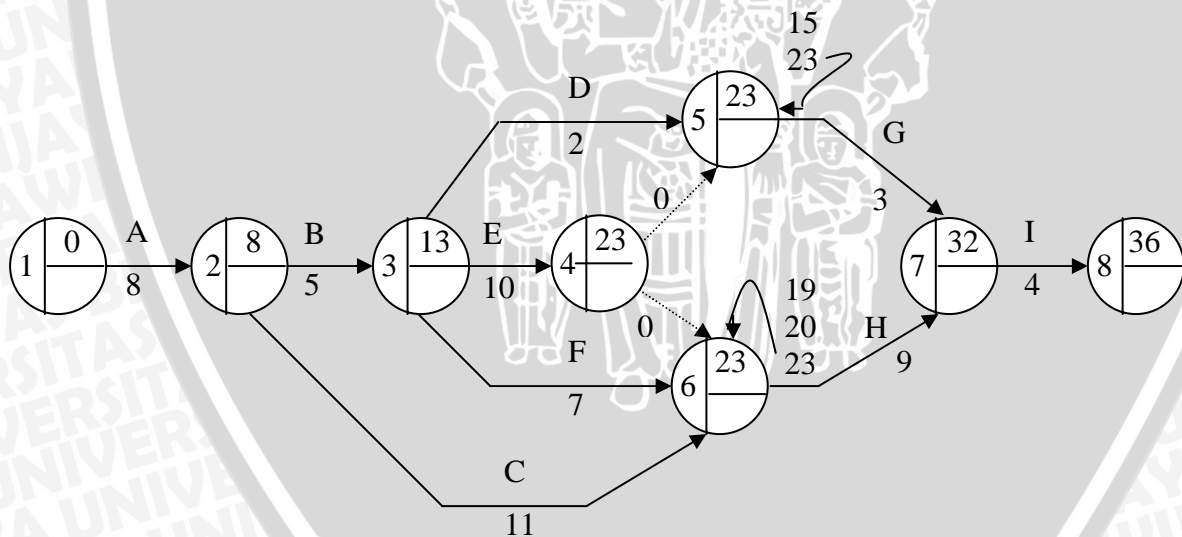
- Prosedur menghitung saat paling awal

Prosedur atau cara dalam menghitung atau menentukan saat paling awal peristiwa-peristiwa dalam sebuah diagram jaringan kerja (*net work diagram*) adalah sebagai berikut :

1. tentukan saat paling awal dari peristiwa-peristiwa mulai dari nomor 1 berturut-turut sampai dengan nomor maksimal.
2. saat paling awal peristiwa nomor 1 sama dengan nol, selanjutnya dapat dihitung.
3. saat paling awal peristiwa nomor 2, 3, 4 dan seterusnya dengan menggunakan salah satu dari dua formula di atas sesuai dengan banyak kegiatan yang menuju pada peristiwa yang bersangkutan.

Contoh perhitungan :

Misalkan suatu rangkaian kegiatan seperti pada gambar 2.3



Gambar 2.4 Contoh suatu jaringan kerja

- peristiwa nomor 1
 $SPA_1 = 0$
- peristiwa nomor 2
 hanya ada satu kegiatan yang menuju peristiwa nomor 2
 $SPA_2 = SPA_1 + LA = 0 + 8 = 8$
- peristiwa nomor 3

hanya ada satu kegiatan yang menuju peristiwa nomor 3

$$SPA3 = SPA2 + LB = 8 + 5 = 13$$

- peristiwa nomor 4

hanya ada satu kegiatan yang menuju peristiwa nomor 4

$$SPA4 = SPA3 + LE = 13 + 10 = 23$$

- peristiwa nomor 5

hanya ada satu kegiatan dan satu dammy yang menuju peristiwa nomor 5

$$SPA3 + LD1 = 13 + 2 = 15$$

$$SPA4 + dummy = 23 + 0 = 23$$

hasil yang maksimal adalah 23, maka $SPA5 = 23$

- peristiwa nomor 7

ada dua kegiatan yang menuju peristiwa nomor 7

$$SPA5 + LG = 23 + 3 = 26$$

$$SPA6 + LH = 23 + 9 = 32$$

hasil yang maksimal adalah 32, maka $SPA7 = 32$

- peristiwa nomor 8

hanya ada satu kegiatan yang menuju peristiwa nomor 8

$$SPA8 = SPA7 + L1 = 32 + 4 = 36$$

- umur proyek

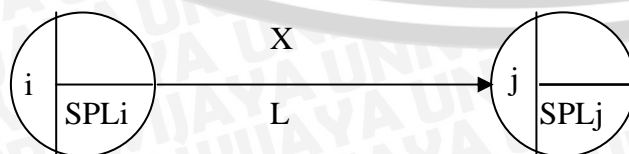
umur proyek ditentukan oleh saat paling awal kegiatan yang paling awal mulai dikerjakan, yaitu SPA peristiwa awal network diagram, dan ditentukan oleh saat paling awal kegiatan akhir yang paling akhir selesai, yaitu SPA peristiwa akhir network diagram.

2. Saat paling lambat

Pengertian

Adalah saat paling lambat suatu peristiwa boleh terjadi. Hal ini dimaksudkan agar penyelesaian proyek secara keseluruhan tidak terlambat.

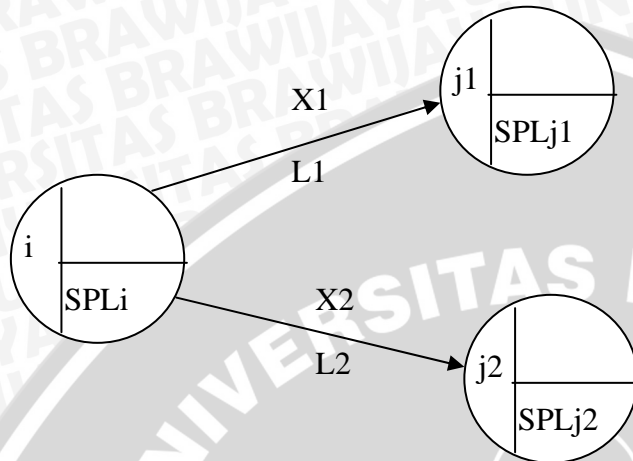
Dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.5 Ilustrasi saat paling lambat satu kegiatan dari satu peristiwa dengan :

- i = peristiwa awal kegiatan X
- j = peristiwa akhir kegiatan X

- SPL_i = saat paling lambat peristiwa awal
- SPL_j = saat paling lambat peristiwa akhir
- X = nama kegiatan
- L = durasi kegiatan X yang diperkirakan



Gambar 2.6 Ilustrasi beberapa kegiatan keluar dari sebuah peristiwa dengan :

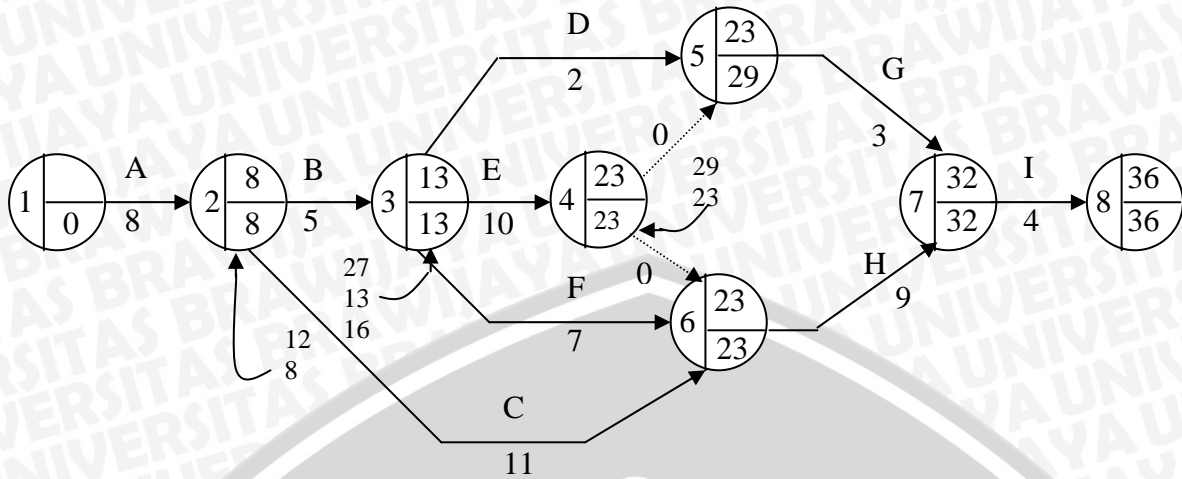
- SPL_i = (SPL_{in} – L_n) minimum
- n = nomor kegiatan
- X_n = nama kegiatan ke-n
- j_n = peristiwa akhir kegiatan X_n
- i_n = peristiwa awal bersama dari semua kegiatan X_n
- L_n = durasi kegiatan X_n diperkirakan
- SPL_{j_n} = saat paling lambat peristiwa akhir kegiatan X_n
- SPL_{i_n} = saat paling lambat peristiwa awal bersama seluruh kegiatan X_n

Prosedur menghitung saat paling lambat

- Tentukan saat paling lambat peristiwa mulai dari nomor maksimal kemudian mundur berturut-turut sampai dengan peristiwa nomor 1
- Saat paling lambat peristiwa nomor maksimal sama dengan saat paling awal peristiwa nomor maksimal
- Selanjutnya dapat dihitung saat paling lambat peristiwa nomor-nomor maksimal, ..., 4, 3, 2, 1, dengan menggunakan salah satu dari dua rumus di atas sesuai dengan banyaknya kegiatan yang keluar dari peristiwa yang bersangkutan.

Contoh perhitungan

Misalkan suatu rangkaian kegiatan seperti pada gambar 2.6



Gambar 2.7 contoh suatu jaringan kerja

- peristiwa nomor 8
 $SPL8 = SPA8 = 36$
- peristiwa nomor 7
 ada satu kegiatan yang keluar dari peristiwa 7
 $SPL7 = SPL8 - L1 = 36 - 3 = 32$
- peristiwa nomor 6
 $SPL6 = SPL7 - LH = 32 - 9 = 23$
- peristiwa nomor 5
 $SPL5 = SPL7 - LG = 32 - 3 = 29$
- peristiwa nomor 4
 ada dua dummy yang keluar dari peristiwa nomor 4
 $SPL6 - \text{dummy} = 23 - 0 = 23$
 $SPL5 - \text{dummy} = 29 - 0 = 29$
 hasil yang minimum adalah 23, maka $SPL4 = 23$
- peristiwa nomor 3
 ada tiga kegiatan yang keluar dari peristiwa nomor 3
 $SPL6 - LF = 23 - 7 = 16$
 $SPL5 - LD = 29 - 2 = 27$
 $SPL4 - LE = 23 - 10 = 13$
 hasil yang minimum adalah 13, maka $SPL3 = 13$
- peristiwa nomor 2
 ada dua kegiatan yang keluar dari peristiwa nomor 2
 $SPL6 - LC = 23 - 11 = 12$



$$\text{SPL3} - \text{LB} = 13 - 5 = 8$$

hasil yang minimum adalah 8, maka $\text{SPL2} = 8$

- peristiwa nomor 1

$$\text{SPL1} = \text{SPL2} - \text{LA} = 8 - 8 = 0$$

3. Waktu Tunggu (Lag)

Besarnya tenggang waktu untuk dapat dimulainya suatu pekerjaan setelah pekerjaan yang mendahuluinya selesai.

4. Waktu Luang (Float)

Jangka waktu yang merupakan batas toleransi keterlambatan kegiatan.

5. Kegiatan Kritis

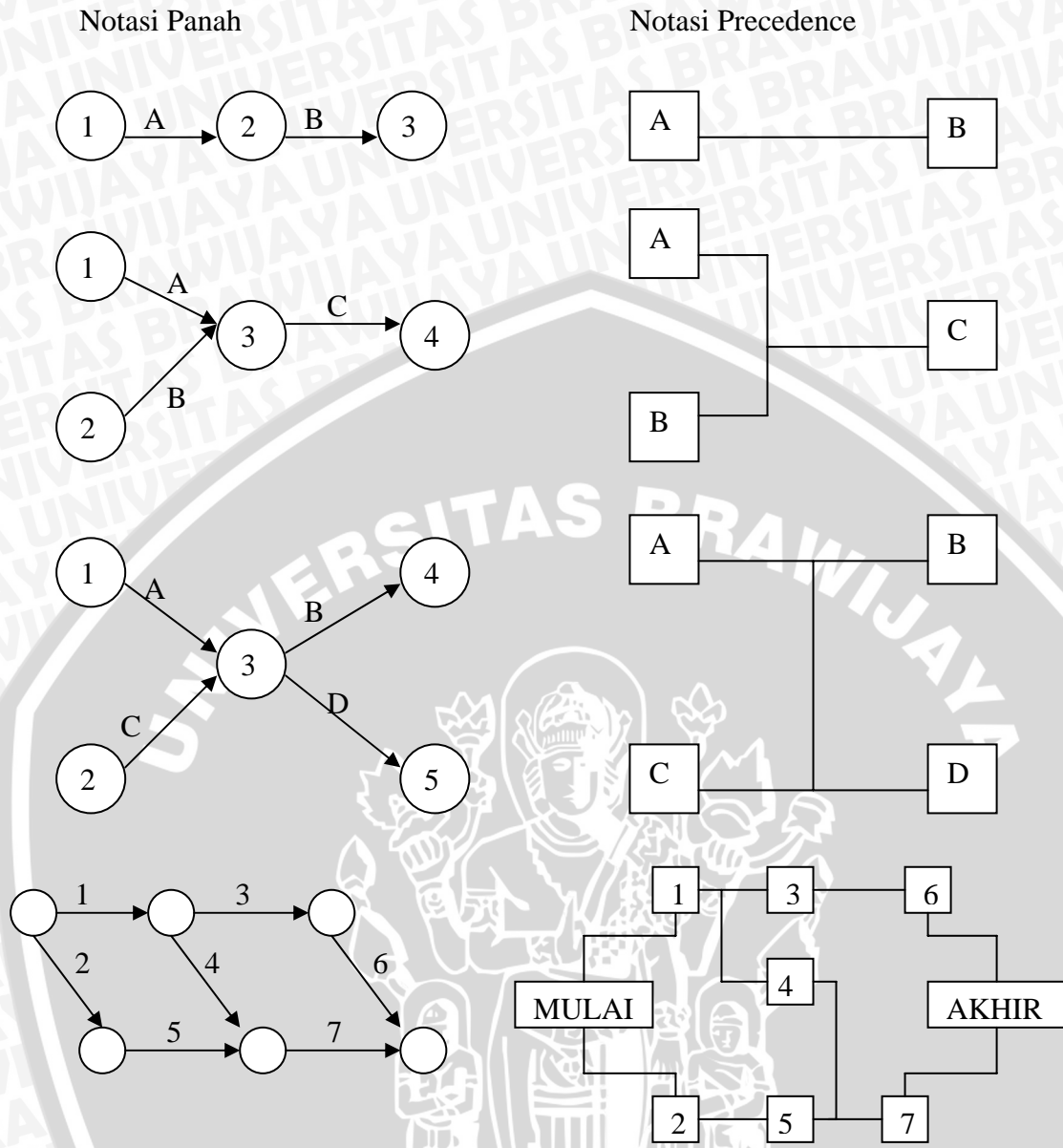
Kegiatan yang sangat peka terhadap keterlambatan. Keterlambatan yang terjadi pada kegiatan kritis akan mengakibatkan pelaksanaan proyek juga terlambat.

6. Lintasan Kritis

Adalah salah satu lintasan yang ada pada jaringan rangkaian pekerjaan yang berisi peristiwa-peristiwa dan kegiatan kritis. Pada lintasan ini bisa diketahui jangka waktu penyelesaian proyek.

2.3.4 Diagram Presedence (*Precedence Diagram*)

Diagram precedence merupakan penyempurnaan dari diagram panah, sehingga diagram precedence dapat diperoleh dengan mengubah dari diagram panah dengan menempatkan aktifitas – aktifitas kedalam node – node. Dengan demikian dapat disebutkan ciri – ciri metode diagram precedence adalah sebagai berikut. Aktifitas – aktifitas tidak dinyatakan sebagai panah lagi, melainkan dimasukkan kedalam node – node yang bisa berupa lingkaran atau kotak.



Gambar 2.8 Notasi panah dirubah menjadi notasi node

2.3.4.1 Bentuk Sebuah Diagram Precedence

Seperti yang telah diuraikan diatas bahwa kegiatan dan peristiwa pada diagram precedence ditulis dalam node yang berbentuk kotak segi empat (lazim dipakai), dimana dalam metode diagram precedence kotak tersebut menandai suatu kegiatan, dengan demikian harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktunya adapun peristiwa merupakan ujung – ujung kegiatan. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan peristiwa akhir. Ruangan dalam node dibagi menjadi bagian – bagian



kecil yang berisi keterangan spesifik dari kegiatan dan peristiwa yang bersangkutan dan dinamakan atribut.

Pengaturan denah (layout) kompartemen dan macam serta jumlah atribut yang hendak dicantumkan bervariasi sesuai keperluan dan keinginan pemakai. Tetapi dapat sebagai pedoman beberapa atribut yang sering dicantumkan didalamnya adalah kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan (ES, LS, EF, LF) dan lain-lain. Kadang-kadang dimana kotak node dibuat kolom kecil sebagai tempat mencantumkan tanda persen (%) penyelesaian pekerjaan. Kolom ini akan mempermudah mengamati dan memonitor proses pelaksanaan kegiatan dilapangan (Iman Soeharto, 2001 : 242).

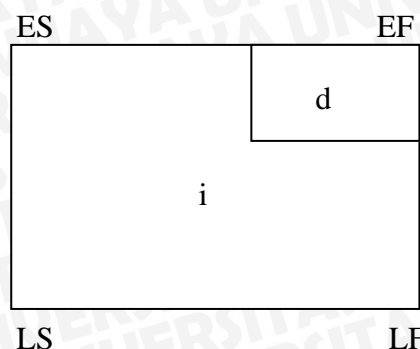
Nomor Urut				Nomor dan Nama Kegiatan	
ES	Nama Kegiatan	Kurun Waktu (D)	EF	Tanggal/Mulai :ES/LESS	Kurun Waktu : D
-			-	Tgl Selesai : EF/LF	Float Total : E
LS	(Tgl)	(Tgl)	LF	Progres Penyelesaian	

Gambar : 2.9 Bentuk node yang lazim dipergunakan

Imam Soeharto, 2001 : 242

Keterangan :

- ES = Mulai paling awal (Earlist Start)
- EF = Berakhir palig awal (Earlist Finish)
- LS = Mulai paling lambat (Latest Start)
- LF = Berakhir paling lambat (Latest Finish)
- D = Kurun waktu kegiatan
- F = Float total



Gambar 2.10 Bentuk node yang lazim dipergunakan

Keterangan :

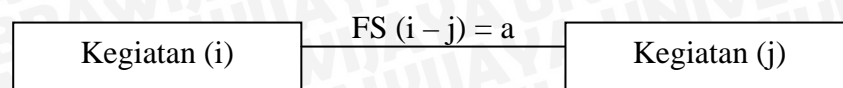
- I = Nama aktifitas
- ES = Mulai paling awal (Earlist Start)
- EF = Berakhir paling awal (Earlist Finish)
- LS = Mulai paling lambat (Latest Finish)
- D = Kurun waktu kegiatan

2.3.4.2 Macam Hubungan Antara Aktifitas Dalam Diagram Precedence

Dalam diagram precedence dikenal beberapa macam hubungan aktifitas yang berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa hubungan antara aktifitas. Hubungan antara aktifitas menunjukkan hubungan antara kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu hubungan antara aktifitas hanya dapat menghubungkan dua node, karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = S dan ujung akhir atau selesai = F. Maka ada empat macam hubungan antara aktifitas yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), Akhir ke akhir (FF), Akhir ke awal (FS). Bila kegiatan mendahului (i), kegiatan berikutnya (j) dan satuan waktu adalah hari maka penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut (Iman Soeharto, 2001 : 249-250)

1. Hubungan selesai ke mulai – FS

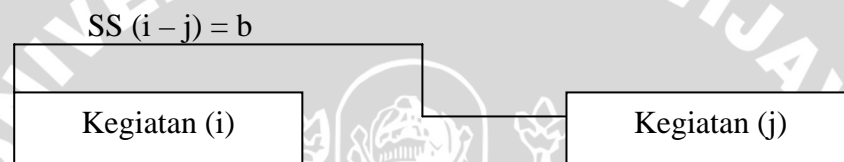
Hubungan ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesai kegiatan yang terdahulu. Dirumuskan sebagai FS (i – j) = a yang berarti (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahului (i) selesai. Proyek selalu menginginkan angka a sama dengan nol kecuali dijumpai hal- hal tertentu. Dalam hubungan ini suatu kegiatan dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya telah selesai.



Gambar 2.11 Hubungan selesai ke mulai - FS

2. Hubungan Mulai Ke Mulai – SS

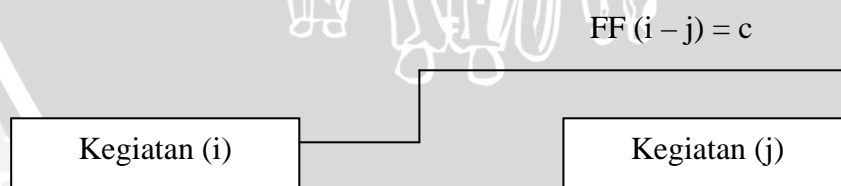
Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Atau $SS (i-j) = b$, yang berarti kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan (i) mulai. Hubungan antara aktifitas semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 %, maka kegiatan (j) boleh mulai setelah kegiatan tertentu dari kegiatan (i) selesai. Besar angka b tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan terdahulu, karena definisi b adalah sebagian dari kurun waktu terdahulu. Jadi disini terjadi kegiatan tumpang tindih.



Gambar 2.12 Hubungan mulai ke mulai - SS

3. Hubungan Selesai ke Selesai – FF

Memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu atau $FF (i-j) = c$, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Hubungan semacam ini mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100% sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian (c) hari selesai. Besarnya angka c tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan yang bersangkutan (j).



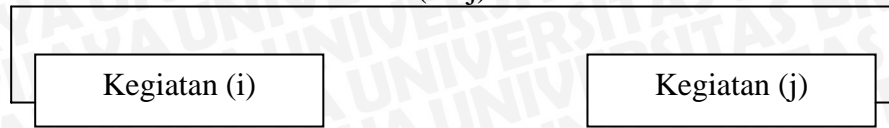
Gambar 2.13 Hubungan selesai ke selesai - FF

4. Hubungan Mulai ke Selesai – SF

Memperjelas hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Ditulis dengan $SF (i-j) = d$ yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai. Jadi dalam hal ini sebagian dari

kegiatan terdahulu harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh diselesaikan.

$$SF(i - j) = d$$



Gambar 2.14 Hubungan mulai ke selesai - SF

2.3.4.3 Prinsip Analisa Metode Diagram Precedence

Untuk menganalisa dan menyusun jaringan metode dengan diagram precedence dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Membuat denah node sesuai dengan jumlah kegiatan, dengan kurun waktu yang bersangkutan.
2. Menentukan urutan kegiatan, hubungan antara aktivitas dan menghubungkan node-node tersebut sesuai dengan hubungan antara aktivitas dan ketergantungannya.
3. Menyelesaikan diagram metode precedence dengan melengkapi atribut dan simbol yang diperlukan.
4. Menghitung ES (Early Start), EF (Early Finish), LS (Latest Start), LF (Latest finish) Untuk mengidentifikasi kegiatan kritis, jalur kritis dan waktu penyelesaian proyek.

Untuk menghitung ES, EF, LS dan LF, dilakukan langkah- langkah (imam Soeharto, 2001: 246-247) :

1. Hitungan Maju

Berlaku dan ditunjukkan untuk hal-hal berikut :

- a. Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek.
- b. Diambil angka ES terbesar bila lebih dari satu kegiatan bergabung.
- c. Notasi (i) bagi kegiatan terdahulu dan (j) kegiatan yang sedang ditinjau.
- d. Waktu awal dianggap nol.

Waktu mulai awal dari kegiatan yang sedang ditinjau ES(j) adalah sama dengan angka terbesar dari jumlah kegiatan terdahulu ES(i)

atau EF(i) ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan. Karena terdapat empat macam hubungan antara aktivitas, maka bila ditulis dengan rumus menjadi :

$$ES(j) = ES(i) + SS(j-i)$$

$$ES(j) = ES(i) + SF(i-j) - D(j)$$

$$ES(j) = EF(i) + FS(i-j)$$

$$ES(j) = EF(i) + FF(i-j) - D(j)$$

Dari persamaan diatas dipergunakan angka ES (j) yang mempunyai angka terbesar.

Angka waktu selesai paling awal kegiatan yang sedang ditinjau EF(j) adalah sama dengan angka waktu mulai paling awal kegiatan tersebut ES(j), ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan D(j) bila dirumuskan menjadi :

$$EF = ES(j) + D(j) \dots \dots \dots (2.3)$$

2. Hitungan Mundur

Berlaku dan ditunjukkan untuk hal-hal berikut :

- a. Menentukan LS, Lf dan kurun waktu float
- b. Bila lebih dari satu kegiatan bergabung diambil angka LS terkecil.
- c. Notasi (i) bagi kegiatan yang sedang ditinjau sedangkan (j) adalah kegiatan berikutnya.

Hitung LF(i), waktu selesai paling akhir kegiatan (i) yang sedang ditinjau yang merupakan angka terkecil dari jumlah kegiatan LS dan LF ditambah kurun waktu yang bersangkutan atau ditulis dengan rumus menjadi :

$$LS(i) = LF(j) - FF(i-j)$$

$$LF(i) = LS(j) - FS(i-j)$$

$$LF(i) = LF(j) - SE(i-j) + D(j)$$

$$LF(i) = LS(i) - SS(i-j) + D(j)$$

Dari persamaan diatas dipergunakan LF (i) yang mempunyai angka terkecil.

Waktu mulai paling akhir kegiatan yang sedang ditinjau LS(i) adalah sama dengan waktu selesai paling akhir kegiatan tersebut LF(i)



dikurangi kurun waktu yang bersangkutan atau ditulis dengan rumus menjadi :

$$LS(i) = LF(i) - D(i) \dots \dots \dots (2.4)$$

3. Jalur Dan Kegiatan Kritis

Jalur dan kegiatan kritis diagram precedence mempunyai sifat-sifat berikut :

Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama ($ES = LS$)

- a. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama ($EF = LF$)
- b. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ($LF - LS = D$)
- c. Bila hanya sebagian dari kegiatan beresifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

2.4. Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (Time Cost Trade Off)

Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat dari pada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek (Projeck manajer) dihadapkan pada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya yang minimal. Oleh karena itu perlu dipelajari terlebih dahulu hubungan antara waktu dan biaya (Time Cost Relation Ship). Dan analisis mengenai pertukaran antara waktu dan biaya disebut Time Cost Trade Off Analysis atau disingkat TCTO Analisis (Nugraha , Paulus dkk, 1986).

Proses mempercepat penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan atau kompresi waktu, dapat dilakukan pada sebuah atau lebih aktivitas secara bertahap sampai didapatkan suatu keadaan yang optimal. Dan diusahakan agar penambahan biaya yang ditimbulkan seminimum mungkin. Pengendalian biaya disini terutama ditujukan pada biaya langsung (direct cost) karena biaya inilah yang akan bertambah. Disamping itu harus diperhatikan pula bahwa kompresi hanya dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berada di dalam lintasan kritis. Apabila kompresi dilakukan pada aktivitas-aktivias yang tidak berada dilintasan kritis, maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan tidak akan berkurang. Kompresi dilakukan lebih dahulu pada aktivitas-aktivitas yang mempunyai cost slope terendah pada lintasan kritis (Nugraha, Paulus dkk ,1986).

2.5 Hubungan Antara Waktu dan Biaya Pelaksanaan

Dalam perencanaan awal suatu proyek disamping variabel waktu dan sumber daya, maka variabel biaya tak dapat dilupakan peranan pentingnya, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu pelaksanaan proyek dengan biaya-biaya proyek yang bersangkutan (Nugraha, Paulus dkk, 1986).

Biaya proyek seperti kita ketahui ada dua macam (Soeharto, Iman, 1995):

1. Biaya langsung (Direct cost)

Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek biaya langsung terdiri (Nugraha, Paulus dkk, 1986) :

a. Bahan Bangunan

Untuk menghitung biaya langsung mengenai bahan bangunan yang perlu

Diperhatikan :

- Bahan sisa yang terbuang
- Harga loco atau franco
- Cari harga terbaik yang masih memenuhi syarat
- Cara pembayaran kepada penjual

b. Upah buruh

- Untuk menghitung upah buruh dibedakan upah harian, borongan per unit volume, atau barang keseluruhan untuk daerah-daerah tertentu.
- Selain tarif upah perlu diperhatikan faktor-faktor kemampuan dan kapasitas kerjanya.
- Perlu diketahui apakah buruh atau mandor dapat diperoleh dari daerah disekitar lokasi proyek atau tidak. Kalau tidak, berarti harus didatangkan buruh dari daerah lain. Ini menyangkut ongkos transport, penginapan, gaji dan lain sebagainya.
- undang-undang perburuhan yang berlaku perlu diperhatikan.

c. Peralatan

- untuk peralatan yang disewa perlu diperhatikan ongkos keluar masuk garasi, ongkos buruh untuk menjalankan alat bahan baku dan biaya reparasi kecil.
- Untuk alat yang disewa perlu diperhatikan bunga investasi, depresiasi, reparasi besar, pemeliharaan dan ongkos mobilisasi

2. Biaya tak langsung

Biaya tak langsung atau indirect cost adalah pengeluaran untuk manajemen, supervise, dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi instalasi atau produk permanen, tetapi diperlukan dalam rangka proses pembangunan proyek. Biaya tak langsung meliputi antara lain:

- Konfigensi laba atau fee. Konfigensi dimaksudkan untuk menutupi hal-hal yang belum pasti.
- Over head. Butir ini meliputi biaya untuk operasi perusahaan untuk keseluruhan, terlepas ada atau tidaknya kontrak yang sedang ditangani. Misalnya biaya pemasaran, gaji eksekutif, sewa kantor, telepon, komputer.
- pajak, pungutan/sumbangan, biaya ijin dan asuransi. Berbagai macam pajak seperti PPN, PPh dan lainnya

Salah satu langkah pendahuluan untuk mempersiapkan perkiraan biaya adalah survey dan pengkajian faktor-faktor yang berpengaruh terhadap program penyelenggaraan proyek, yang berkaitan langsung maupun tidak langsung dengan pembiayaan. Survey dimaksudkan untuk mendapatkan informasi dan data dari tangan pertama serta pengamatan langsung oleh para ahli biaya (cost engineer), sehingga memungkinkan tersusunya suatu perkiraan biaya yang realistik.

2.5.1 Hubungan Waktu Pelaksanaan dan Biaya langsung

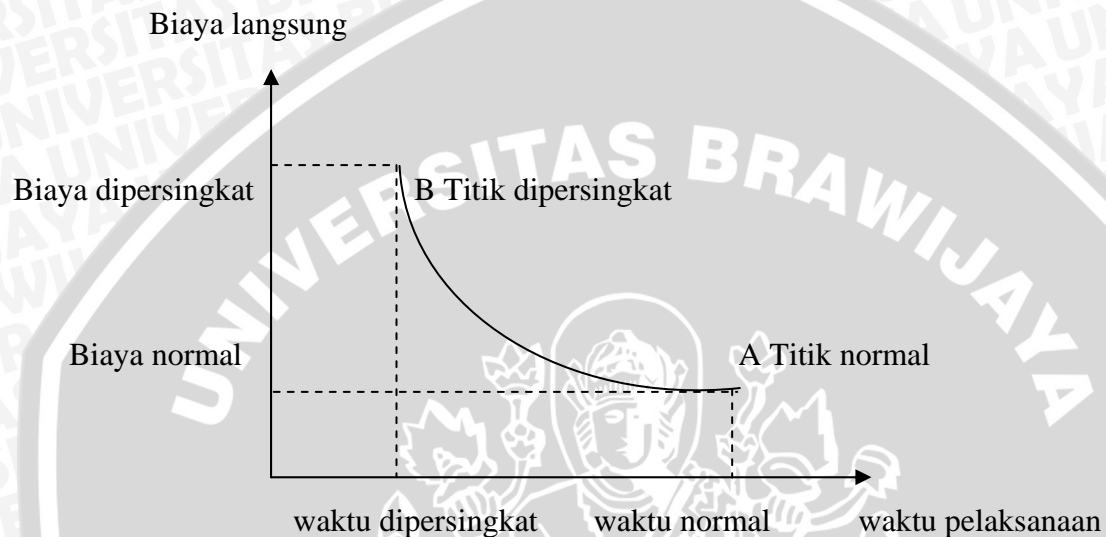
Dalam perencanaan waktu dan biaya pelaksanaan suatu proyek, tindakan yang biasa dilakukan adalah melakukan perkiraan waktu dan biaya seluruh kegiatan proyek tersebut yang menghasilkan biaya langsung yang paling rendah. Perkiraan ini didasarkan pada tenaga kerja yang tersedia atau banyaknya tenaga kerja yang dapat bekerja secara efisien, serta jumlah alat yang tersedia dengan produktifitas maksimal. Setelah diagram jaringan kerja dibuat, dapat ditentukan jalur kritis proyek tersebut untuk selanjutnya diperoleh waktu pelaksanaan proyek, kondisi demikian disebut keadaan normal (Peurify, R.L, PE dkk,1988).

Akan tetapi karena berbagai alasan tertentu, perlu dilakukan penyingkatan waktu pelaksanaan proyek. Untuk itu diperlukan beberapa atau seluruh tindakan berikut ini (Peurifoy, R.L, P.E dkk, 1988).

1. Peningkatan laju penyediaan bahan.
2. Peningkatan jumlah pekerja, yang mungkin menurunkan efisiensi mereka.
3. Penugasan pekerja untuk bekerja lembur, yang akan memerlukan pembayaran upah premi

4. Peningkatan jumlah satuan peralatan untuk kegiatan-kegiatan dijalur kritis, yang mungkin membutuhkan penyewaan peralatan yang kini tidak dimiliki atau mungkin menurunkan produktivitas persatuan peralatan.

Hubungan antara waktu dan biaya langsung pada keadaan normal dapat dipersingkat dapat digambarkan pada grafik berikut:



Gambar 2.15 Grafik hubungan waktu dan biaya langsung proyek

Sumber : Iman Soeharto (1995)

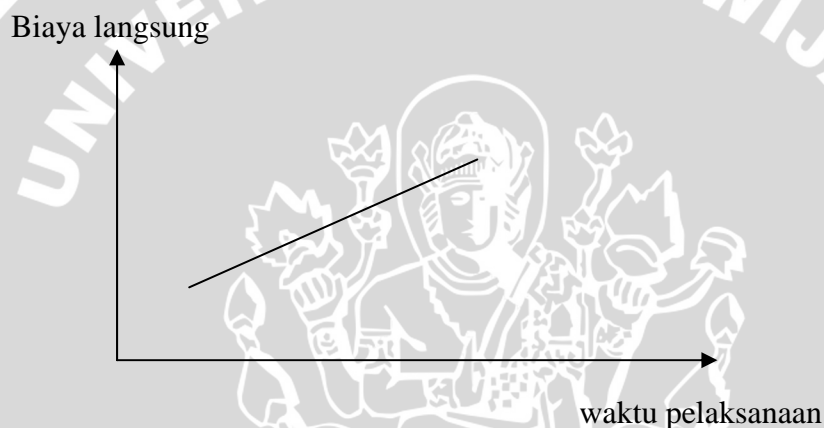
Sumbu X menunjukkan waktu pelaksanaan pekerjaan, sedangkan sumbu y menunjukkan jumlah biaya langsung yang harus dikeluarkan untuk proyek tersebut. Titik A menunjukkan titik normal, sedangkan titik B adalah titik di persingkat. Garis yang menghubungkan titik A dengan B disebut kurva waktu biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus, bila tidak (misalnya lengkung) maka diadakan perhitungan per segmen yang terdiri dari beberapa garis lurus. Seandainya diketahui bentuk kurva waktu biaya suatu kegiatan, artinya dengan mengetahui beberapa slope atau sudut kemiringan, maka bias dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari dengan rumus.

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

2.5.2 Hubungan Waktu Pelaksanaan dengan Biaya Tak Langsung

Besarnya biaya tidak langsung (indirect cost) untuk pelaksanaan suatu proyek bergantung pada lamanya waktu pelaksanaan proyek tersebut. Semakin lama waktu pelaksanaan pekerjaan tersebut maka jumlah biaya tidak langsung yang dikeluarkan semakin besar. Penambahan biaya tidak langsung proyek biasanya ditetapkan sebagai fungsi langsung dari pelaksanaan proyek, berupa sejumlah biaya tetap yang harus dikeluarkan untuk setiap waktu pelaksanaan (Purifoy, R.L, P.E,1988).

Berdasarkan asumsi diatas maka hubungan antara biaya tak langsung dengan waktu pelaksanaan proyek dapat digambarkan berupa garis lurus, seperti pada gambar 2.5 berikut :



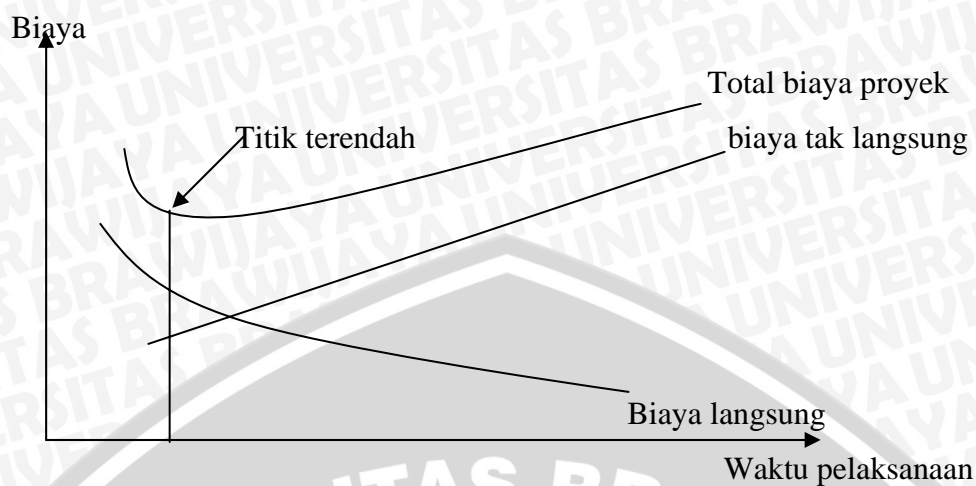
Gambar 2.16 grafik hubungan waktu dan biaya tidak langsung

Sumber : R.L. Peurifoy, P.E. dan W.B. Ladbetter, P.E. (1988)

2.5.3 Hubungan Waktu Pelaksanaan dengan Biaya Total

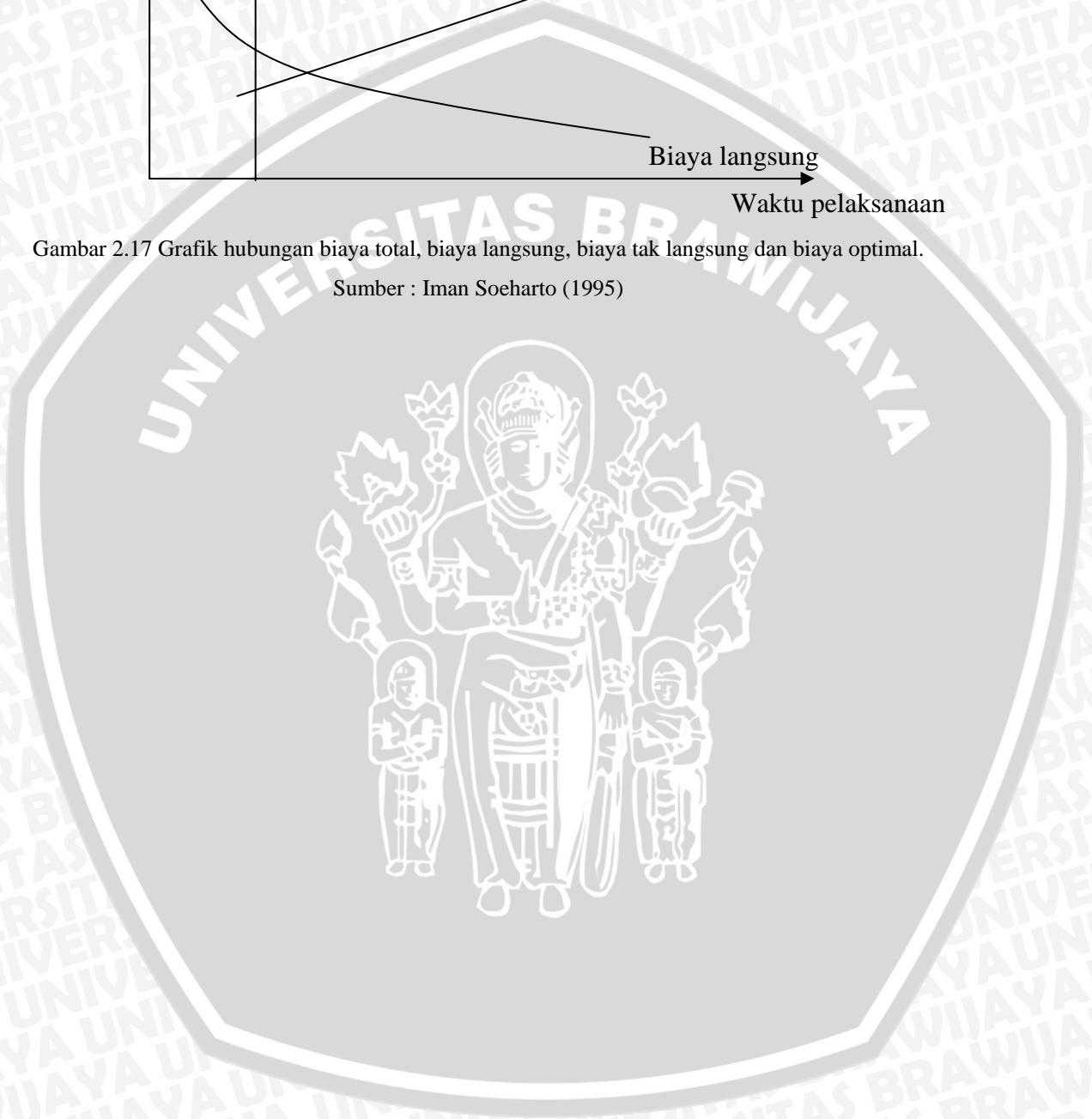
Total biaya proyek adalah sama dengan jumlah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Kedua-duanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek-proyek. Grafik yang terdapat pada gambar 2.6 menunjukkan hubungan ketiga macam biaya tersebut. Bahwa biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil (Soeharto, Iman, 1995).

....



Gambar 2.17 Grafik hubungan biaya total, biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya optimal.

Sumber : Iman Soeharto (1995)



BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Dalam penyusunan skripsi ini diperlukan suatu cara atau metodologi yang praktis dan sistematis dengan tujuan untuk mempermudah serta memperjelas topik yang akan dibahas. Metode yang tepat akan memberikan gambaran secara jelas tentang langkah-langkah yang akan dikerjakan, sehingga dapat diperoleh penyelesaian sesuai dengan tujuan.

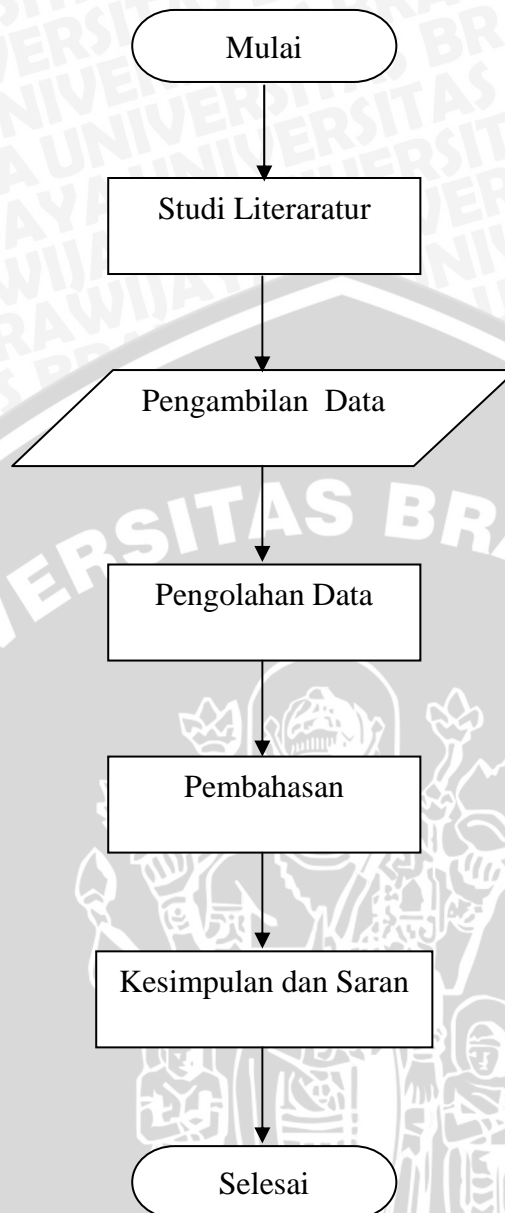
Pada dasarnya kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan biaya proyek dan jadwal penyelesaian proyek pada kondisi yang optimum dengan melakukan kompresi atau mempercepat waktu pelaksanaan proyek.

3.2 Diagram Alir Penyusunan Skripsi

Tahapan dalam penyusunan skripsi dapat diuraikan pada Gb . 3.1.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur meliputi sumber informasi yang diperlukan untuk melakukan analisis data dan mendasari pelaksanaan studi. Jenis literatur yang dipelajari antara lain buku teks, laporan ilmiah dan sebaiknya yang berkaitan dengan perencanaan, penjadwalan dan pengontrolan proyek serta analisis pertukaran waktu dan biaya.



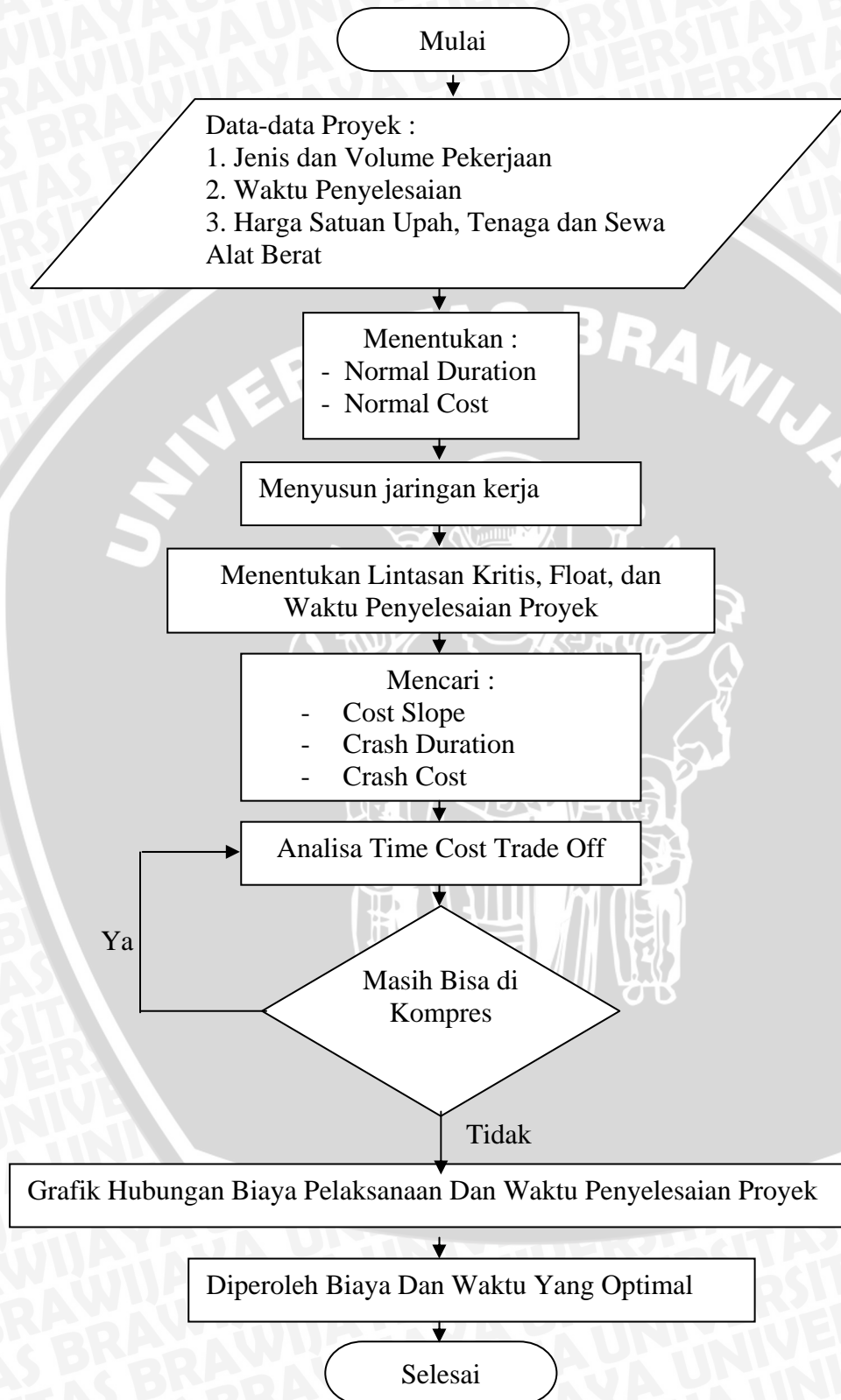
Gambar 3.1 Diagram Alir pengerjaan skripsi

3.4 Pengambilan Data

Proyek yang akan dikaji adalah proyek Bendungan Langsa pada Prop. Nanggroe Aceh Darussalam. Data-data tersebut diperoleh dari pengamatan langsung dan wawancara dengan pihak kontraktor pelaksana.

3.5 Pengolahan data

setelah diperoleh data-data yang diperlukan maka akan dilakukan pengolahan data dengan urutan sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram Alir pengolahan data

3.5.1 Kondisi Normal

Dari data-data yang terkumpul, langkah selanjutnya adalah menentukan kondisi normalnya, yaitu penyelesaian proyek dan biaya yang diperlukan .

3.5.2 Menyusun Jaringan kerja

Setelah menentukan kondisi normal proyek kemudian dibentuk jaringan kerja. Langkah-langkah yang diperlukan untuk menyusun jaringan kerja adalah :

1. Menguraikan setiap kegiatan dalam bentuk tabel
2. Menguraikan kegiatan yang mendahului kegiatan lainnya
3. Menguraikan durasi dari setiap kegiatan
4. Membentuk jaringan kerja

3.5.3 Mencari Lintasan Kritis

Dari jaringan kerja dapat ditentukan lintasan kritisnya yang merupakan kurun waktu penyelesaian proyek.

3.5.4 Kondisi Dipercepat

Dalam melaksanakan TCTO maka diperlukan crash duration dan crash cost, maka langkah – langkah yang harus dilaksanakan antara lain :

1. Menentukan crash durasi pada setiap kegiatan
2. Menentukan crash cost dari setiap kegiatan
3. Mencari cost slope

3.5.5 Melakukan analisa Time Cost Trade Off

Pada jaringan kerja dilakukan kompresi atau dipercepat waktu pelaksanaannya sampai tidak dapat dilakukan kompresi lagi.

3.5.6 Grafik Hubungan Biaya dan Waktu

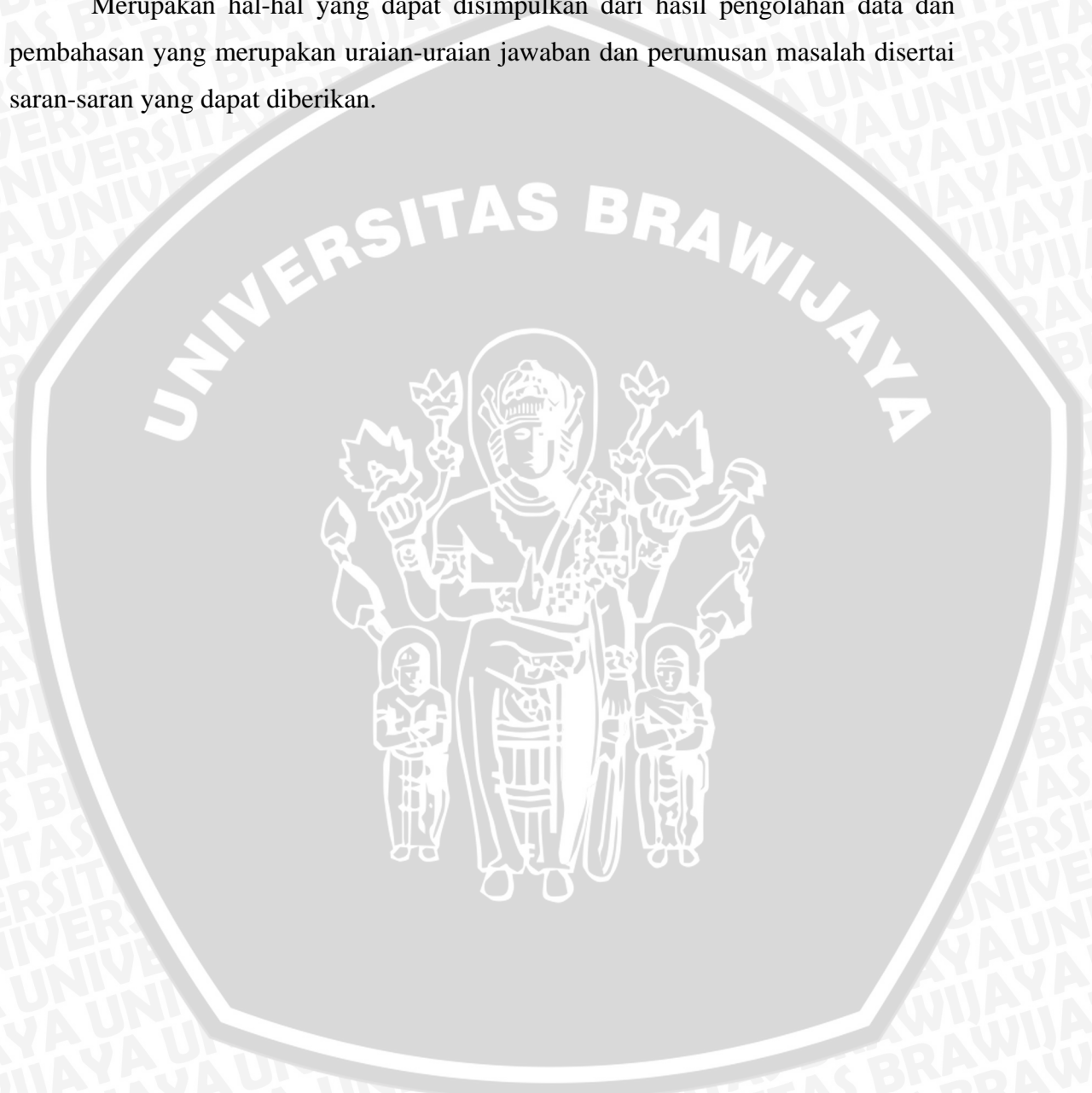
Setelah dilakukan kompresi maka dibentuk grafik hubungan biaya pelaksanaan dan waktu penyelesaian proyek. Dari grafik tersebut dapat diperoleh biaya dan waktu optimal.

3.6 Pembahasan

Dari data yang sudah diolah dan dilakukan perhitungan, kemudian dibahas keterkaitannya antara kegiatan-kegiatan teori dan hasil pengolahan data.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Merupakan hal-hal yang dapat disimpulkan dari hasil pengolahan data dan pembahasan yang merupakan uraian-uraian jawaban dan perumusan masalah disertai saran-saran yang dapat diberikan.





BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Tahap-Tahap Penyelesaian Proyek Dengan Program Microsoft Project 2003

Microsoft Project adalah salah satu Software selain Primavera yang telah diluncurkan terlebih dahulu. Sebagaimana Project Management Software yang lain, software ini digunakan untuk membantu menyelesaikan masalah manajemen proyek atau manajemen konstruksi. Secara umum, fungsinya :

1. Membantu penjadwalan dalam proyek.
2. Membantu pengaturan sumber daya.
3. Membantu optimasi penggunaan waktu dan sumber daya.

4.2. Membuat Jadwal Pelaksanaan

Tahap-tahap pembuatan jadwal pelaksanaan dalam penyelesaian proyek dengan Program Microsoft Project sebagai berikut :

1. Membuka file
 - a. Klik *File-New* tunggu sampai muncul jendela *New Project*
 - b. Pilih *Blank Project*. Ini berarti kita sudah siap bekerja dengan Microsoft Project
 - c. Pilih menu *Project – Project Information* untuk memasukan nilai tanggal dimulainya proyek
2. Memasukkan data-data proyek
 - a. Nama kegiatan
 - b. Durasi tiap kegiatan

3. Membuat analisa jaringan

Klik atau aktifkan Pointer mouse pada baris predecessor yang akan diisi, kemudian ketik nomor urut pekerjaan yang akan dijadikan predecessor dan tekan *Enter*. Juga pilih jenis hubungan kegiatan (*Finish to Start, Finish to Finish, Start to Start, atau Start to Finish*) dan *lag*.

4.3. Menentukan Kegiatan Yang Akan Dipercepat

Setelah data pekerjaan dimasukkan, akan dapat dilihat pekerjaan mana saja yang merupakan pekerjaan kritis sehingga dapat kita percepat. Untuk mempercepat suatu proyek perlu dilakukan suatu optimalisasi. Oleh sebab itu, tidak semua pekerjaan kritis dapat kita perpendek, akan tetapi pekerjaan dengan tingkat kenaikan harga yang terendah yang harus kita prioritaskan.

4.4 Asumsi Pada Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung sebesar Rp 2.313.164.762 yang terdiri dari base camp, kantor utama, sistem penyediaan air, sistem penyediaan listrik, dan system telekomunikasi. Untuk biaya tak langsung perhari sebesar = $Rp\ 2.313.164.762 / 1091 = Rp\ 2.120.224,35$

4.5. Percepatan Pelaksanaan Proyek dengan Penambahan Jam Kerja

Perhitungan percepatan dengan penambahan jam kerja atau lembur diharapkan untuk bisa mempercepat waktu rencana dari masing-masing aktivitas yang kritis, dengan asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. waktu kerja normal 7 jam / hari , 6 hari / minggu
2. waktu kerja lembur maksimum 3 jam dalam 1 hari dan 14 jam dalam 1 minggu
sumber : surat keputusan menteri tenaga kerja NO. KEP 72 / MEN / 84 tentang dasar perhitungan upah lembur (over time)
3. upah tenaga kerja lembur sebesar
 - a. 150 % x normal cost, untuk jam kerja lembur 1 jam pertama
 - b. 200 % x normal cost, untuk jam kerja lembur berikutnya
 sumber : surat keputusan menteri tenaga kerja NO. KEP 72 / MEN / 84 tentang dasar perhitungan upah lembur (over time)
4. efisiensi kerja lembur 80 %

Tabel upah kerja lembur 3 jam

No	Tenaga Kerja	Upah/hari	Upah/jam	Upah Lembur			
				Jam I	Jam II	Jam III	Jumlah
1	2	3	4	5	6	7	8
Rumus			(3) / 7	1,5 x (4)	2 x (4)	2 x (4)	(5)+(6)+(7)
1	Buruh Tak Terlatih	30.000,00	4.285,71	6.428,57	8.571,42	8.571,42	23.571,42
2	Pekerja	25.000,00	3.571,43	5.357,14	7.142,86	7.142,86	19.642,86
3	Tukang Cat	40.000,00	5.714,29	8.571,42	11.428,57	11.428,57	31.428,56
4	Tukang Batu	40.000,00	5.714,29	8.571,42	11.428,57	11.428,57	31.428,56
5	Tukang Kayu	40.000,00	5.714,29	8.571,42	11.428,57	11.428,57	31.428,56

6	Tukang Besi	40.000,00	5.714,29	8.571,42	11.428,57	11.428,57	31.428,56
7	Tukang Las	50.000,00	7.142,85	10.714,28	14.285,71	14.285,71	35.714,28
8	Kepala Tukang Batu	50.000,00	7.142,85	10.714,28	14.285,71	14.285,71	35.714,28
9	Kepala Tukang Kayu	50.000,00	7.142,85	10.714,28	14.285,71	14.285,71	35.714,28
10	Kepala Tukang Besi	50.000,00	7.142,85	10.714,28	14.285,71	14.285,71	35.714,28
11	Mandor	55.000,00	7.857,14	11.785,71	15.714,28	15.714,28	43.214,28
12	Operator	60.000,00	8.571,43	12.857,14	17.142,85	17.142,85	47.142,85
13	Supir	60.000,00	8.571,43	12.857,14	17.142,85	17.142,85	47.142,85
14	Pembantu Operator	35.000,00	5.000,00	7.500,00	10.000,00	10.000,00	27.500,00

Sumber : Hasil perhitungan

sumber : Iman Soeharto, 1997 : 162

Contoh Perhitungan Cost Slope :

1. Timbunan Kerikil (3.3.9)

Kegiatan normal

Volume : 1229 m³

Durasi : 350 hari

Jam kerja normal : 7 jam

Biaya satuan upah : Rp 2.185,00

Produktivitas harian : $1229 / 350 = 3,51 \text{ m}^2 / \text{hari}$

Produktivitas / jam : $3,51 / 7 = 0,5 \text{ m}^2 / \text{jam}$

Biaya normal / hari : $\text{Rp } 2.185 \times 3,51 = \text{Rp } 7.672,47$

Biaya normal / jam : $\text{Rp } 2.185 \times 0,5 = \text{Rp } 1.096,07$

Biaya normal total (11 hari) : $\text{Rp } 7.672,47 \times 350 = \text{Rp. } 2.685.365,00$

Kegiatan setelah ditambah jam kerja

Jam lembur : 3 jam

Upah lembur (3 jam) : $(1,5+2+2) \times \text{Rp } 1.096,07 = \text{Rp } 6.028,37$

Produktivitas harian setelah *crash* : $(7 \times 0,5) + (3 \times 0,8 \times 0,5) = 4,72 \text{ m}^2 / \text{hari}$

Produktivitas / jam setelah *crash* : $4,72 / 10 = 0,472 \text{ m}^2 / \text{jam}$

Durasi setelah *crash* : $1229 / 4,72 = 261 \text{ hari}$

Biaya / hari setelah *crash* : $\text{Rp } 7.672,47 + \text{Rp } 6.028,37 = \text{Rp } 13.700,84$

Biaya total (9 hari) : $9 \times \text{Rp } 13.700,84 = \text{Rp } 3.575.919,72$

Cost slope : $(\text{Rp } 3.575.919,72 - \text{Rp } 2.685.365,00) / (350 - 261) = \text{Rp } 10.006,23$

2. Beton K-175 (3.3.12.5)

Kegiatan normal

Volume	: 106 m ³
<i>Normal duration</i>	: 50 hari
Jam kerja normal	: 7 jam
Biaya satuan upah	: Rp 40.073,00
Produktivitas harian	: $106 / 50 = 2,12 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas / jam	: $2,12 / 7 = 0,3 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Biaya normal / hari	: $\text{Rp } 40.073 \times 2,12 = \text{Rp } 84.954,76$
Biaya normal / jam	: $\text{Rp } 40.073 \times 0,3 = \text{Rp } 12.136,39$
Biaya normal total	: $\text{Rp } 84.954,76 \times 50 = \text{Rp } 4.247.738,00$

Kegiatan setelah ditambah jam kerja

Jam lembur	: 3 jam
Upah lembur (3 jam)	: $(1,5+2+2) \times 12.136,39 = 66.750,17$
Produktivitas harian setelah <i>crash</i>	: $(7 \times 0,3) + (3 \times 0,8 \times 0,3) = 2,85 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas / jam setelah <i>crash</i>	: $2,85 / 10 = 0,285 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Durasi setelah <i>crash</i>	: $106 / 2,85 = 37 \text{ hari}$
Biaya / hari setelah <i>crash</i>	: $\text{Rp } 84.954,76 + \text{Rp } 66.750,17 = \text{Rp } 151.704,93$
Biaya total	: $37 \times \text{Rp } 151.704,93 = \text{Rp } 5.613.082,36$
<i>Cost slope</i>	: $(\text{Rp } 5.613.082,36 - \text{Rp } 4.247.738,00) / (50 - 37) = \text{Rp } 105.026,49$

3. Lapisan Pondasi Klas – B (3.3.12.1)

Kegiatan normal

Volume	: 873 m ³
Durasi	: 30 hari
Jam kerja normal	: 7 jam
Biaya satuan upah	: Rp 7.132
Produktivitas harian	: $873 / 30 = 29,10 \text{ m}^2 / \text{hari}$
Produktivitas / jam	: $29,10 / 7 = 4,16 \text{ m}^2 / \text{jam}$
Biaya normal / hari	: $\text{Rp } 7.132 \times 29,10 = \text{Rp } 207.541,20$
Biaya normal / jam	: $\text{Rp } 7.132 \times 4,16 = \text{Rp } 29.648,74$
Biaya normal total	: $\text{Rp } 207.541,20 \times 30 = \text{Rp } 903.337,50$

Kegiatan setelah ditambah jam kerja

Jam lembur	: 3 jam
Upah lembur (3 jam)	: $(1,5+2+2) \times 29.648,74 = \text{Rp } 163.068,09$
Produktivitas harian setelah <i>crash</i>	: $(7 \times 4,16) + (3 \times 0,8 \times 4,16) = 39,08 \text{ m}^2 / \text{hari}$
Produktivitas / jam setelah <i>crash</i>	: $39,08 / 10 = 3,908 \text{ m}^2 / \text{jam}$
Waktu setelah <i>crash</i>	: $873 / 39,08 = 22 \text{ hari}$
Biaya / hari setelah <i>crash</i>	: $\text{Rp } 207.541,20 + \text{Rp } 163.068 = \text{Rp } 370.609,29$
Biaya total	: $22 \times \text{Rp } 370.609,29 = \text{Rp } 8.153.404,29$
<i>Cost slope</i>	: $(\text{Rp}8.153.404,29 - \text{Rp}5.613.082,36) / (30 - 22) = \text{Rp } 240.896,04$

4. Lapisan AC (3.3.12.4)*Kegiatan normal*

Volume	: 4125 m ²
<i>Normal duration</i>	: 20 hari
Jam kerja normal	: 7 jam
Biaya satuan upah	: Rp 1.410
Produktivitas harian	: $4125 / 20 = 206,25 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas / jam	: $206,25 / 7 = 29,46 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Biaya normal / hari	: $\text{Rp } 1410 \times 206,25 = \text{Rp } 290.812,50$
Biaya normal / jam	: $\text{Rp } 1410 \times 29,46 = \text{Rp } 41.544,64$
Biaya normal total	: $\text{Rp } 290.812,50 \times 20 = \text{Rp } 5.581.161,29$

Kegiatan setelah ditambah jam kerja

Jam lembur	: 3 jam
Upah lembur (3 jam)	: $(1,5+2+2) \times 41.544,64 = \text{Rp}228.495,54$
Produktivitas harian setelah <i>crash</i>	: $(7 \times 29,46) + (3 \times 0,8 \times 29,46) = 276,96 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas / jam setelah <i>crash</i>	: $276,96 / 10 = 27,696 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Durasi setelah <i>crash</i>	: $4125 / 276,96 = 15 \text{ hari}$
Biaya / hari setelah <i>crash</i>	: $\text{Rp } 290.81250 + \text{Rp } 228.495,54 = \text{Rp } 519.308,04$
Biaya total	: $15 \times \text{Rp } 519.308,04 = \text{Rp } 7.789.620,54$

Cost slope : $(\text{Rp } 7.789.620,54 - \text{Rp } 5.581.161,29) / 20 - 15) = \text{Rp } 394.674,11$

5. Lapisan Pondasi Klas – A (3.3.12.2)

Kegiatan normal

Volume : 1796 m^3
Normal duration : 30 hari
 Jam kerja normal : 7 jam
 Biaya satuan upah : Rp 12.226
 Produktivitas harian : $30 / 1796 = 59,87 \text{ m}^3 / \text{hari}$
 Produktivitas / jam : $59,87 / 7 = 8,55 \text{ m}^3 / \text{jam}$
 Biaya normal / hari : $\text{Rp } 12.226 \times 59,87 = \text{Rp } 731.929,87$
 Biaya normal / jam : $\text{Rp } 12.226 \times 8,55 = \text{Rp } 104.561,41$
 Biaya normal total : $\text{Rp } 731.929,87 \times 30 = \text{Rp } 21.957.896,00$

Kegiatan setelah ditambah jam kerja

Jam lembur : 3 jam
 Upah lembur (3 jam) : $(1,5+2+2) \times 104.561,41 = \text{Rp } 575.087,75$
 Produktivitas harian setelah *crash* : $(7 \times 8,55) + (3 \times 0,8 \times 8,55) = 80,39 \text{ m}^3 / \text{hari}$
 Produktivitas / jam setelah *crash* : $80,39 / 10 = 8,039 \text{ m}^3 / \text{jam}$
 Durasi setelah *crash* : $1796 / 80,39 = 22 \text{ hari}$
 Biaya / hari setelah *crash* : $\text{Rp } 731.929,87 + \text{Rp } 575.087,75 = \text{Rp } 1.307.017,62$
 Biaya total : $22 \times \text{Rp } 1.307.017,62 = \text{Rp } 28.754.387,62$
Cost slope : $(\text{Rp } 28.754.387,62 - \text{Rp } 21.957.896,00) / (30 - 22) = \text{Rp } 849.561,45$

6. Timbunan Batu RibRap (3.3.8)

Kegiatan normal

Volume : 36237 m^3
Normal duration : 350 hari
 Jam kerja normal : 7 jam
 Biaya satuan upah : Rp 7048
 Produktivitas harian : $36237 / 350 = 103,53 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Produktivitas / jam	: $103,53 / 7 = 14,79 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Biaya normal / hari	: $\text{Rp } 7048 \times 103,53 = \text{Rp } 729.709,65$
Biaya normal / jam	: $\text{Rp } 7048 \times 14,79 = \text{Rp } 104.244,24$
Biaya normal total	: $\text{Rp } 729.709,65 \times 350 = \text{Rp } 255.398.376,00$
<i>Kegiatan setelah ditambah jam kerja</i>	
Jam lembur	: 3 jam
Upah lembur (3 jam)	: $(1,5+2+2) \times 104.244,24 = \text{Rp } 573.343,29$
Produktivitas harian setelah <i>crash</i>	: $(7 \times 14,79) + (3 \times 0,8 \times 14,79) = 139,03 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas / jam setelah <i>crash</i>	: $139,03 / 10 = 13,903 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Waktu setelah ditambah jam	: $36,237 / 139,03 = 261 \text{ hari}$
Biaya / hari setelah <i>crash</i>	: $\text{Rp } 729.709,65 + \text{Rp } 573.343,29 = \text{Rp } 1.303.052,94$
Biaya total	: $261 \times \text{Rp } 1.303.052,94 = \text{Rp } 340.096.817,02$
<i>Cost slope</i>	: $(\text{Rp } 340.096.817,02 - \text{Rp } 255.398.376,00) / (350 - 261) = \text{Rp } 951.667,88$

7. Lapisan ATB (3.3.12.3)

<i>Kegiatan normal</i>	
Volume	: 477 ton
<i>Normal duration</i>	: 15 hari
Jam kerja normal	: 7 jam
Biaya satuan upah	: Rp 26.071
Produktivitas harian	: $477 / 15 = 31,80 \text{ m}^2 / \text{hari}$
Produktivitas / jam	: $31,80 / 7 = 4,54 \text{ m}^2 / \text{jam}$
Biaya normal / hari	: $\text{Rp } 26.071 \times 31,80 = \text{Rp } 829.057,80$
Biaya normal / jam	: $\text{Rp } 26.071 \times 4,54 = \text{Rp } 118.436,83$
Biaya normal total	: $\text{Rp } 829.057,80 \times 17 = \text{Rp } 12.435.867,00$
<i>Kegiatan setelah ditambah jam kerja</i>	
Jam lembur	: 3 jam
Upah lembur (3 jam)	: $(1,5+2+2) \times 118.436,83 = 651.402,56$
Produktivitas harian setelah <i>crash</i>	: $(7 \times 4,54) + (3 \times 0,8 \times 4,54) = 42,70 \text{ m}^2 / \text{hari}$
Produktivitas / jam setelah <i>crash</i>	: $42,70 / 10 = 4,270 \text{ m}^2 / \text{jam}$

Durasi setelah <i>crash</i>	: $477 / 42,70 = 11$ hari
Biaya / hari setelah <i>crash</i>	: $Rp829.057,80 + Rp651.402,56 =$ $Rp1.480.460,36$
Biaya total	: $11 \times Rp1.480.460,36 = Rp 16.285.063,93$
<i>Cost slope</i>	: $(Rp16.285.063,93 - Rp12.435.867,00) / (15 -$ $11) = Rp 962.299,23$

8. Timbunan Filter (3.3.6)

Kegiatan normal

Volume	: 57.877 m^3
<i>Normal duration</i>	: 350 hari
Jam kerja normal	: 7 jam
Biaya satuan upah	: Rp 5.756
Produktivitas harian	: $57.877 / 350 = 165,36 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas / jam	: $165,36 / 7 = 23,62 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Biaya normal / hari	: $Rp 5.756 \times 165,36 = Rp 951.828,61$
Biaya normal / jam	: $Rp 5.756 \times 23,62 = Rp 135.975,52$
Biaya normal total	: $Rp951.828,61 \times 350 = Rp 333.140.012,00$

Kegiatan setelah ditambah jam kerja

Jam lembur	: 3 jam
Upah lembur (3 jam)	: $(1,5+2+2) \times Rp135.975,52 = Rp 747.865,33$
Produktivitas harian setelah <i>crash</i>	: $(7 \times 23,62) + (3 \times 0,8 \times 23,62) = 222,06 \text{ m}^3 /$ hari
Produktivitas / jam setelah <i>crash</i>	: $222,06 / 10 = 22,206 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Waktu setelah ditambah jam	: $57877 / 222,06 = 261$ hari
Biaya / hari setelah <i>crash</i>	: $Rp951.828,61 + Rp747.865,33 = Rp$ $1.699.693,94$
Biaya total	: $261 \times Rp1.699.693,94 = Rp 443.620.118,02$
<i>Cost slope</i>	: $(Rp443.620.118,02 - Rp333.140.012,00) /$ $(350 - 261) = Rp 1.241.349,51$

Untuk hasil perhitungan *cost slope* kegiatan-kegiatan yang lain dapat dilihat pada

Tabel 4.8

4.6. Perhitungan Durasi dan Biaya Setelah Penambahan Jam Kerja atau Lembur

Setelah harga *Cost Slope* didapatkan, lalu dilakukan tahap-tahap pengkompresian dengan dimulai dari kegiatan atau aktivitas yang memiliki *Cost Slope* terendah dan mempengaruhi durasi total pelaksanaan.

1. Tahap Normal

Lintasan Kritis :

(3.3.5) – (3.3.6) – (3.3.7) – (3.3.8) – (3.3.9) – (3.3.10) – (3.3.11.1) – (3.3.11.2) –
 (3.3.11.3) – (3.3.11.4) – (3.3.11.5) – (3.3.11.6) – (3.3.11.7) – (3.3.11.8) – (3.3.12.1)
 – (3.3.12.2) – (3.3.12.3) – (3.3.12.4) – (3.3.12.5) - (3.5.9.1) - (3.5.9.2) - (3.5.9.3) -
 (3.5.9.4) - (3.5.9.5) - (3.5.9.6) - (3.5.9.7) - (3.5.9.8) - (3.6.3.1) - (3.6.3.2)

2. Tahap I

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah dan berpengaruh pada total durasi proyek jika dilakukan percepatan adalah kegiatan (3.3.9) = Rp 10.006,23 dengan pengurangan sebanyak 89 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = Rp 10.006,23 x 89 = Rp 890.554,47

Durasi setelah kompresi = 1091-89 = 1002 hari

Biaya langsung = Rp 162.510.833.351 + Rp 890.554,47 = Rp 162.511.723.905,47

Pengurangan biaya tak langsung = Rp 2.120.224,35 x 89 = Rp 188.699.966,76

Biaya tak langsung = Rp 2.313.164.762 - Rp 188.699.966,76
 = Rp 2.124.464.795,21

Total cost = Rp 162.511.723.905,47 + Rp 2.124.464.795,21
 = Rp 164.636.673.873,83

Lintasan kritis yang terjadi : Tetap

3. Tahap II

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.12.5) = Rp 105.026,49 dengan pengurangan sebanyak 13 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = Rp 105.026,49 x 13 = Rp 1.365.344,37

Durasi setelah kompresi = 1002-13 = 989 hari

Biaya langsung = Rp 162.511.723.905,47 + Rp 1.365.344,37 = Rp
 162.513.089.249,84

Pengurangan biaya tak langsung = Rp 2.120.224,35 x 13 = Rp 27.562.916,50

Biaya tak langsung = Rp 2.124.464.795,21 - Rp 27.562.916,50
 = Rp 2.096.901.878,71

$$\begin{aligned} \text{Total cost} &= \text{Rp } 162.513.089.249,84 + \text{Rp } 2.096.901.878,71 \\ &= \text{Rp } 164.609.418.353,16 \end{aligned}$$

Lintasan kritis yang terjadi : tetap

4. Tahap III

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.12.1) = Rp 240.896,04 dengan pengurangan sebanyak 8 hari.

$$\text{Jadi penambahan biaya menjadi} = \text{Rp } 240.896,04 \times 8 = \text{Rp } 1.927.168,32$$

$$\text{Durasi setelah kompresi} = 989 - 8 = 981 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Rp } 162.513.089.249,84 + \text{Rp } 1.927.168,32 = \\ &= \text{Rp } 162.515.016.418,16 \end{aligned}$$

$$\text{Pengurangan biaya tak langsung} = \text{Rp } 2.120.224,35 \times 8 = \text{Rp } 16.961.794,77$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tak langsung} &= \text{Rp } 2.096.901.878,71 - \text{Rp } 16.961.794,77 = \text{Rp } \\ &= 2.079.940.083,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total cost} &= \text{Rp } 162.515.016.418,16 + \text{Rp } 2.079.940.083,94 \\ &= \text{Rp } 164.592.650.241,60 \end{aligned}$$

Lintasan kritis yang terjadi : tetap

5. Tahap IV

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.12.4) = Rp 394.674,11 dengan pengurangan sebanyak 5 hari.

$$\text{Jadi penambahan biaya menjadi} = \text{Rp } 394.674 \times 5 = \text{Rp } 1.973.168,32$$

$$\text{Durasi setelah kompresi} = 981 - 5 = 976 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Rp } 162.515.016.418,16 + \text{Rp } 1.973.168,32 = \text{Rp } \\ &= 162.516.989.788,71 \end{aligned}$$

$$\text{Pengurangan biaya tak langsung} = \text{Rp } 2.120.224,35 \times 5 = \text{Rp } 10.601.121,73$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tak langsung} &= \text{Rp } 2.079.940.083,94 - \text{Rp } 10.601.121,73 \\ &= \text{Rp } 2.069.338.962,21 \end{aligned}$$

$$\text{Total cost} = \text{Rp } 162.516.989.788,71 + \text{Rp } 2.069.338.962,21 = \text{Rp } 164.582.267.354,87$$

Lintasan kritis yang terjadi : tetap

6. Tahap V

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.12.2) = Rp 849.896,04 dengan pengurangan sebanyak 89 hari.

$$\text{Jadi penambahan biaya menjadi} = \text{Rp } 849.896,04 \times 8 = \text{Rp } 6.623.582,16$$

$$\text{Durasi setelah kompresi} = 976 - 8 = 968 \text{ hari}$$

Biaya langsung = Rp162.516.989.788,71+ Rp 6.623.582,16 =
Rp162.523.786.280,31

Pengurangan biaya tak langsung = Rp 2.120.224,35 x 8 = Rp 16.961.794,77

Biaya tak langsung = Rp 2.069.338.962,21- Rp 16.961.794,77
= Rp 2.052.377.167,44

Total cost = Rp162.523.786.280,31+ Rp 2.052.377.167,44
= Rp 164.565.916.064,66

Lintasan kritis yang terjadi : tetap

7. Tahap VI

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.8) =
Rp 951.667,88 dengan pengurangan sebanyak 89 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = Rp 951.667,88 x 89 = Rp 84.698.441,31

Durasi setelah kompresi = 968 - 89 = 879 hari

Biaya langsung = Rp162.523.786.280,31+ Rp 84.698.441,31 = Rp
162.608.484.721,63

Pengurangan biaya tak langsung = Rp 2.120.224,35 x 89 = Rp 188.699.966,79

Biaya tak langsung = Rp 2.052.377.167,44– 188.699.966,79
= Rp 1.863.677.200,65

Total cost = Rp 162.608.484.721,63 + 1.863.677.200,65
= Rp 164.384.150.035,42

Lintasan kritis yang terjadi :

(3.3.11.1) – (3.3.11.2) – (3.3.11.3) – (3.3.11.4) – (3.3.11.5) – (3.3.11.6) – (3.3.11.7)
– (3.3.11.8) – (3.3.12.1) – (3.3.12.2) – (3.3.12.3) – (3.3.12.4) – (3.3.12.5) - (3.5.9.1)
- (3.5.9.2) - (3.5.9.3) - (3.5.9.4) - (3.5.9.5) - (3.5.9.6) - (3.5.9.7) - (3.5.9.8) -
(3.6.3.1) - (3.6.3.2)

8. Tahap VII

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan
(3.3.12.3) = Rp 962.299,23 dengan pengurangan sebanyak 4 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = Rp 962.299,23 x 4 = Rp3.849.196,92

Durasi setelah kompresi = 879 - 4 = 875 hari

Biaya langsung = Rp 162.608.484.721,63
+ Rp3.849.196,92 = Rp 162.612.333.918,55

Pengurangan biaya tak langsung = Rp 2.120.224,35 x 4 = Rp 8.480.897,38

Biaya tak langsung = Rp 1.863.677.200,65- Rp 8.480.897,38

= Rp 1.855.196.303,26

Total cost = Rp 162.608.484.721,63+ Rp Rp 1.855.196.303,26

= Rp 164.376.231.999,96

Lintasan kritis yang terjadi : tetap

9. Tahap VIII

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.6) =

Rp 1.241.349,51 dengan pengurangan sebanyak 89 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = Rp 1.241.349,51 x 89 = Rp110.480.107,30

Durasi setelah kompresi = 875 - 89 = 786 hari

Biaya langsung = Rp 162.612.333.918,55 + Rp110.480.107,30 = Rp

162.722.814.024,94

Pengurangan biaya tak langsung = Rp 2.120.224,35 x 89 = Rp 188.699.966,79

Biaya tak langsung = 1.855.196.303,26 – Rp 188.699.966,79

= Rp 1.666.496.336,47

Total cost = Rp 162.722.814.024,94+ Rp1.666.496.336,47

= 164.201.091.672,67

Lintasan kritis yang terjadi : tetap











4.7. Percepatan Pelaksanaan Proyek dengan Penambahan Tenaga Kerja

Data *item* pekerjaan yang digunakan pada metode penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja atau lembur adalah *item* pekerjaan yang kritis. Dalam analisa rencana dengan menggunakan program Microsoft project sebagai alat bantu didapatkan 19 *item* pekerjaan yang kritis. Dimana dengan penambahan tenaga kerja, maka koefisien dari tenaga kerja akan berubah sehingga harga satuan tenaga kerja juga berubah.

$$\text{Koefisien} = \frac{n * \text{jam kerja}}{\text{produktivitas per jam} * \text{jam kerja}}$$

$$\text{Biaya satuan} = \text{koefisien} * \text{upah}$$

Contoh Perhitungan Cost Slope

1. Timbunan Batu RibRap (3.3.8)

Volume	: 36237 m ³
<i>Kegiatan normal</i> :	
Durasi	: 440 hari
Jam kerja	: 7 jam
Biaya satuan	: Rp 7.048
Produktivitas harian	: 36237/440 = 103,534 m ³ / hari
Produktivitas / jam	: 103,534 / 7 = 14,175 m ³ / jam
Koefisien pekerja	: 0,1905
Jumlah pekerja	: 0,1905 x 103,534 = 20 orang
Produktivitas / org / jam	: 14,175 / 20 = 0,74 m ³ / jam
Biaya total	: Rp7.048 x 36237 = Rp 255.398.376,00
<i>Kegiatan setelah ditambah tenaga kerja:</i>	
Jumlah pekerja setelah ditambah	: 60 orang
Produktivitas / jam setelah crash	: 60 x 0,42 = 44,37 m ³ / jam
Produktivitas / hari setelah crash	: 44,37 x 7 = 310 m ³ / hari
Durasi setelah ditambah pekerja	: 36237 / 310 = 117 hari
Koefisien	: $\frac{60}{310} = 0,193$
Biaya Satuan Upah	: 0,193 x Rp 25.000 = Rp 4.829,32
Biaya Satuan Setelah Crash	: Rp4.829,32+ Rp 1.448,80 + Rp 869,28 = Rp 7.147,39
Biaya total	: Rp 7.147,39 x 36237 = Rp 259.000.000

Cost slope : $(\text{Rp}259.000.000 - \text{Rp}255.398.376) / (440 - 117) = \text{Rp } 15.457,61$

2. Lapisan AC (3.3.12.4)

Volume : 4125 m³

Kegiatan normal :

Durasi : 20 hari

Jam kerja : 7 jam

Biaya satuan : Rp 1.410

Produktivitas harian : $4125 / 20 = 206,25 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Produktivitas / jam : $206,25 / 7 = 29,464 \text{ m}^3 / \text{jam}$

Koefisien pekerja : 0,0381

Jumlah pekerja : $0,0381 \times 206,25 = 8 \text{ orang}$

Produktivitas / org / jam : $29,464 / 8 = 3,68 \text{ m}^3 / \text{jam}$

Biaya total : $\text{Rp } 1.410 \times 4125 = \text{Rp } 3.816.250,00$

Kegiatan setelah ditambah tenaga kerja:

Jumlah pekerja setelah ditambah : 16 orang

Produktivitas / jam setelah *crash* : $16 \times 3,68 = 58,93 \text{ m}^3 / \text{jam}$

Produktivitas / hari setelah *crash* : $58,93 \times 7 = 412,50 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Durasi setelah ditambah pekerja : $4125 / 412,50 = 8 \text{ hari}$

Koefisien : $\frac{16}{412,50} = 0,01$

Biaya Satuan Upah : $0,01 \times \text{Rp } 25.000 = \text{Rp } 969,70$

Biaya Satuan Setelah Crash : $\text{Rp } 969,70 + \text{Rp } 290,91 + \text{Rp } 218,18 = \text{Rp } 1.478,79$

Biaya total : $1.478,79 \times 4125 = \text{Rp } 6.100.000,00$

Cost slope : $(\text{Rp } 6.100.000 - \text{Rp } 3.816.250,00) / (20 - 8) = \text{Rp}23.645,83$

3. Lapisan Pondasi Klas – A (3.3.12.2)

Volume : 1796 m³

Kegiatan normal :

Durasi : 30 hari

Jam kerja : 7 jam

Biaya satuan : Rp 12.226

Produktivitas harian : $1796 / 30 = 59,867 \text{ kg} / \text{hari}$

Produktivitas / jam	: $59,867 / 7 = 8,552 \text{ kg / jam}$
Koefisien pekerja	: 0,3304
Jumlah pekerja	: $0,3304 \times 59,867 = 20 \text{ orang}$
Produktivitas / org / jam	: $8,552 / 20 = 0,43 \text{ kg / jam}$
Biaya total	: $\text{Rp}12.226 \times 1796 = \text{Rp} 21.957.896,00$

Kegiatan setelah ditambah tenaga kerja:

Jumlah pekerja setelah ditambah	: 30 orang
Produktivitas / jam setelah crash	: $30 \times 0,43 = 12,83 \text{ kg / jam}$
Produktivitas / hari setelah crash	: $12,83 \times 7 = 89,80 \text{ kg / hari}$
Durasi setelah ditambah pekerja	: $1796 / 89,80 = 20 \text{ hari}$
Koefisien	: $\frac{30}{89,80} = 0,334$
Biaya Satuan Upah	: $0,334 \times \text{Rp} 25.000 = \text{Rp}8.351,89$
Biaya Satuan Setelah Crash	: $\text{Rp} 351,89 + \text{Rp} 1.030,93 + \text{Rp} 1.503,34 = \text{Rp} 12.360,80$
Biaya total	: $\text{Rp} 12.360,80 \times 1796 = \text{Rp}22.200.000,00$
Cost slope	: $(\text{Rp}22.200.000 - \text{Rp} 21.957.896) / (30 - 20) = \text{Rp} 24.210,40$

4. Lapisan Pondasi Klas – B (3.3.12.1)

Volume	: 873 m^2
<i>Kegiatan normal :</i>	
Durasi	: 30 hari
Jam kerja	: 7 jam
Biaya satuan	: $\text{Rp} 7.132$
Produktivitas harian	: $873 / 30 = 29,100 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas / jam	: $29,100 / 7 = 4,157 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Koefisien pekerja	: 0,1928
Jumlah pekerja	: $0,1926 \times 29,100 = 6 \text{ orang}$
Produktivitas / org / jam	: $4,157 / 6 = 0,69 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Biaya total	: $\text{Rp}7.132 \times 873 = \text{Rp} 6.226.236.00$
<i>Kegiatan setelah ditambah tenaga kerja:</i>	
Jumlah pekerja setelah ditambah	: 10 orang
Produktivitas / jam setelah crash	: $10 \times 0,69 = 6,93 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Produktivitas / hari setelah crash	: $6,93 \times 7 = 62,24 \text{ m}^3 / \text{hari}$

Durasi setelah ditambah pekerja	: $873 / 62,24 = 18$ hari
Koefisien	: $\frac{10}{62,24} = 0,206$
Biaya Satuan Upah	: $0,206 \times \text{Rp } 25.000 = \text{Rp } 5.154,64$
Biaya Satuan Setelah Crash	: $\text{Rp}5.154,64+ \text{Rp}1.030,39 + \text{Rp } 1.56,39 = \text{Rp } 7.731,96$
Biaya total	: $\text{Rp } 7.731,96 \times 873 = \text{Rp } 6.750.000,00$
<i>Cost slope</i>	: $(\text{Rp } 6.750.000,00 - \text{Rp } 6.226.236,00) / (30 - 10) = \text{Rp } 43.647,00$

5. Timbunan Filter (3.3.6)

Volume	: 57.877 m^3
<i>Kegiatan normal</i> :	
Durasi	: 350 hari
Jam kerja	: 7 jam
Biaya satuan	: $\text{Rp } 5.756$
Produktivitas harian	: $57.877 / 350 = 165,363 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas / jam	: $165,363 / 7 = 23,623 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Koefisien pekerja	: 0,1556
Jumlah pekerja	: $0,1556 \times 165,363 = 26$ orang
Produktivitas / org / jam	: $23,623 / 26 = 0,91 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Biaya total	: $\text{Rp}10.918 \times 328.000 = \text{Rp } 3.581.104.000$
<i>Kegiatan setelah ditambah tenaga kerja:</i>	
Jumlah pekerja setelah ditambah	: 60 orang
Produktivitas / jam setelah <i>crash</i>	: $60 \times 0,91 = 54,52 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Produktivitas / hari setelah <i>crash</i>	: $54,52 \times 7 = 381,61 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Durasi setelah ditambah pekerja	: $57.877 / 381,61 = 152$ hari
Koefisien	: $\frac{60}{381,61} = 0,157$
Biaya Satuan Upah	: $0,157 \times \text{Rp } 25.000 = \text{Rp}3.930,75$
Biaya Satuan Setelah Crash	: $\text{Rp}3.930,75+ \text{Rp } 1.269,93 + \text{Rp } 1.269,93 = \text{Rp}6.017,07$
Biaya total	: $\text{Rp } 6.017,07 \times 57.877 = \text{Rp } 348.250.000$
<i>Cost slope</i>	: $(\text{Rp}348.250.000 - \text{Rp } 3.581.104.000) / (350 - 152) = \text{Rp } 76.313,07$

6. Timbunan Kerikil (3.3.9)

Volume	: 1229 m ³
<i>Kegiatan normal</i> :	
Durasi	: 350 hari
Jam kerja	: 7 jam
Biaya satuan	: Rp 2.189,00
Produktivitas harian	: $1229 / 350 = 3,511 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas / jam	: $3,511 / 7 = 0,502 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Koefisien pekerja	: 0.0741
Jumlah pekerja	: $0.0741 \times 3,511 = 1 \text{ orang}$
Produktivitas / org / jam	: $0,502 / 1 = 0,502 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Biaya total	: $\text{Rp}1229 \times 2.189,00 = \text{Rp} 2.685.365$
<i>Kegiatan setelah ditambah tenaga kerja</i> :	
Jumlah pekerja setelah ditambah	: 5 orang
Produktivitas / jam setelah <i>crash</i>	: $5 \times 0,502 = 1 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Produktivitas / hari setelah <i>crash</i>	: $1 \times 7 = 7 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Durasi setelah ditambah pekerja	: $1229 / 7 = 175 \text{ hari}$
Koefisien	: $\frac{5}{7} = 0,285$
Biaya Satuan Upah	: $0,2385 \times \text{Rp} 25.000 = \text{Rp} 7.119,61$
Biaya Satuan Setelah Crash	: $\text{Rp}7.119,61 + \text{Rp} 12.815,30 = \text{Rp}19.934,91$
Biaya total	: $\text{Rp}19.934,91 \times 1229 = \text{Rp}24.500.000$
<i>Cost slope</i>	: $(\text{Rp} 24.500.000 - \text{Rp}2.685.365) / (350 - 175)$ = Rp 77.909,41

7. Beton K-175 (3.3.12.5)

Volume	: 106 m ³
<i>Kegiatan normal</i> :	
Durasi	: 50 hari
Jam kerja	: 7 jam
Biaya satuan	: Rp 40.073,00
Produktivitas harian	: $106 / 50 = 2,120 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Produktivitas / jam	: $2,120 / 7 = 0.303 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Koefisien pekerja	: 1,0476
Jumlah pekerja	: $1,0476 \times 2.120 = 3 \text{ orang}$

Produktivitas / org / jam	: $3 / 7 = 0,1 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Biaya total	: $\text{Rp}40.073,00 \times 106 = \text{Rp} 4.247.738,00$
<i>Kegiatan setelah ditambah tenaga kerja:</i>	
Jumlah pekerja setelah ditambah	: 6 orang
Produktivitas / jam setelah <i>crash</i>	: $6 \times 0,1 = 0,61 \text{ m}^3 / \text{jam}$
Produktivitas / hari setelah <i>crash</i>	: $0,61 \times 7 = 4,23 \text{ m}^3 / \text{hari}$
Durasi setelah ditambah pekerja	: $106 / 4,23 = 25 \text{ hari}$
Koefisien	: $\frac{6}{4,23} = 1,415$
Biaya Satuan Upah	: $1,415 \times \text{Rp} 25.000 = \text{Rp} 35.377,36$
Biaya Satuan Setelah Crash	: $\text{Rp}35.377,36 + \text{Rp} 16.656,84 + \text{Rp}21.226,42$ = $\text{Rp} 73.260,61$
Biaya total	: $\text{Rp} 73.260,61 \times \text{Rp} 106 = \text{Rp}7.765.625,04$
<i>Cost slope</i>	: $(\text{Rp}7.765.625,04 - \text{Rp}2.685.365) / (50 - 25)$ = $\text{Rp} 140.715,48$

8. Lapisan ATB (3.3.12.3)

Volume	: 477 ton
<i>Kegiatan normal :</i>	
Durasi	: 15 hari
Jam kerja	: 7 jam
Biaya satuan	: $\text{Rp} 26.071$
Produktivitas harian	: $477/15 = 31,80 \text{ m}^2 / \text{hari}$
Produktivitas / jam	: $31,80 / 7 = 4,543 \text{ m}^2 / \text{jam}$
Koefisien pekerja	: 0,705
Jumlah pekerja	: $0,705 \times 31,80 = 23 \text{ orang}$
Produktivitas / org / jam	: $4,543 / 23 = 0,20 \text{ m}^2 / \text{jam}$
Biaya total	: $\text{Rp}26.071 \times 477 = \text{Rp} 12.435.867$
<i>Kegiatan setelah ditambah tenaga kerja:</i>	
Jumlah pekerja setelah ditambah	: 40 orang
Produktivitas / jam setelah <i>crash</i>	: $40 \times 0,20 = 7,90 \text{ m}^2 / \text{jam}$
Produktivitas / hari setelah <i>crash</i>	: $7,90 \times 7 = 55,30 \text{ m}^2 / \text{hari}$
Durasi setelah ditambah pekerja	: $477 / 55,30 = 9 \text{ hari}$

Koefisien	: $\frac{40}{55,30} = 0,723$
Biaya Satuan Upah	: $0,723 \times \text{Rp } 25.000 = \text{Rp } 18.081,76$
Biaya Satuan Setelah Crash	: $\text{Rp}18.081,76 + \text{Rp } 5.660,38 + \text{Rp } 4.245,28 = \text{Rp}27.987,42$
Biaya total	: $\text{Rp}27.987,42 \times 477 = \text{Rp } 13.350.000$
<i>Cost slope</i>	: $(\text{Rp } 13.350.000 - \text{Rp}12.435.867) / (15-9) = \text{Rp } 152.355,50$

Untuk hasil perhitungan *cost slope* kegiatan-kegiatan yang lain dapat dilihat pada

Tabel 4.9

4.8. Perhitungan Durasi dan Biaya Setelah Penambahan Tenaga Kerja

Setelah harga *Cost Slope* didapatkan, lalu dilakukan tahap-tahap pengkompresian dengan dimulai dari kegiatan atau aktivitas yang memiliki *Cost Slope* terendah dan mempengaruhi durasi total pelaksanaan.

1. Tahap Normal

Lintasan Kritis :

(3.3.5) – (3.3.6) – (3.3.7) – (3.3.8) – (3.3.9) – (3.3.10) – (3.3.11.1) – (3.3.11.2) – (3.3.11.3) – (3.3.11.4) – (3.3.11.5) – (3.3.11.6) – (3.3.11.7) – (3.3.11.8) – (3.3.12.1) – (3.3.12.2) – (3.3.12.3) – (3.3.12.4) – (3.3.12.5) – (3.5.9.1) – (3.5.9.2) – (3.5.9.3) – (3.5.9.4) – (3.5.9.5) – (3.5.9.6) – (3.5.9.7) – (3.5.9.8) – (3.6.3.1) – (3.6.3.2)

2. Tahap I

Kegiatan yang mempunyai *cost slope* terendah dan berpengaruh pada total durasi proyek jika dilakukan percepatan adalah kegiatan (3.3.8) = Rp 15.457,61 dengan pengurangan sebanyak 89 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = $\text{Rp } 15.457,61 \times 89 = \text{Rp } 85.854.295,00$

Durasi setelah kompresi = $1091 - 89 = 1002$ hari

Biaya langsung = $\text{Rp } 117.696.589.200,00 + \text{Rp } 85.854.295,00 = \text{Rp } 162.512.209.078,62$

Pengurangan biaya tak langsung = $\text{Rp } 2.120.224,35 \times 89 = \text{Rp } 188.699.966,76$

Biaya tak langsung = $\text{Rp } 2.313.164.762 - \text{Rp}188.699.966,76 = \text{Rp } 2.124.464.795,21$

Total cost = $\text{Rp } 162.512.209.078,62 + \text{Rp } 2.124.464.795,21 = \text{Rp } 164.636.673.873,83$

Lintasan kritis yang terjadi : Tetap

3. Tahap II

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.12.4) = Rp23.645.83 dengan pengurangan sebanyak 13 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = Rp 23.645.83 x 13 = Rp 2.138.311,37

Durasi setelah kompresi = 1002-13= 989 hari

Biaya langsung = Rp 162.512.209.078,62+ Rp 2.138.311,37
= Rp 162.512.516.474,46

Pengurangan biaya tak langsung = Rp 2.120.224,35 x 13 = Rp 27.562.916,50

Biaya tak langsung = Rp2.124.464.795,21- Rp 27.562.916,50
= Rp 2.096.901.878,71

Total cost = Rp 162.512.516.474,46+ Rp 2.096.901.878,71
= Rp 164.609.418.353,16

Lintasan kritis yang terjadi : tetap

4. Tahap III

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.12.2) = Rp 24.210,40 dengan pengurangan sebanyak 8 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = Rp2. 162.512.516.474,46x 8 = Rp21.879.344,00

Durasi setelah kompresi = 989-8 = 981 hari

Biaya langsung = 162.512.516.474,46+ Rp21.879.344,00
= Rp162.512.710.157,66

Pengurangan biaya tak langsung = Rp 2.120.224,35 x 8 = Rp 16.961.794,77

Biaya tak langsung = Rp 2.096.901.878,71- Rp16.961.794,77 = Rp
2.079.940.083.94

Total cost Rp162.512.710.157,66+ Rp 2.079.940.083.94
=Rp 164.592.650.241,60

Lintasan kritis yang terjadi : tetap

5. Tahap IV

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.12.1) = Rp 43.647 dengan pengurangan sebanyak 5 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = Rp 43.647 x 5= Rp 18.441.875,00

Durasi setelah kompresi = 981 -5 = 976 hari

Biaya langsung = Rp162.512.710.157,66+ Rp 18.441.875,00
= Rp 162.512.928.392,66

Pengurangan biaya tak langsung = $\text{Rp } 2.120.224,35 \times 5 = \text{Rp } 10.601.121,73$

Biaya tak langsung = $\text{Rp } 2.079.940.083,94 - \text{Rp } 10.601.121,73$

= $\text{Rp } 2.069.338.962,21$

Total cost = $\text{Rp } 162.512.928.392,66 + \text{Rp } 2.069.338.962,21 = \text{Rp } 164.582.267.354,87$

Lintasan kritis yang terjadi : tetap

6. Tahap V

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.6) =

$\text{Rp } 76.313,07$ dengan pengurangan sebanyak 89 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = $\text{Rp } 76.313,07 \times 8 = \text{Rp } 71.169.120,00$.

Durasi setelah kompresi = $976 - 8 = 968$ hari

Biaya langsung = $\text{Rp } 162.512.928.392,66 + \text{Rp } 71.169.120,00 =$

$\text{Rp } 117.699.294.746,22$

Pengurangan biaya tak langsung = $\text{Rp } 2.120.224,35 \times 8 = \text{Rp } 16.961.794,77$

Biaya tak langsung = $\text{Rp } 2.069.338.962,21 - \text{Rp } 16.961.794,77$

= $\text{Rp } 2.052.377.167,44$

Total cost = $\text{Rp } 117.699.294.746,22 + \text{Rp } 2.052.377.167,44$

= $\text{Rp } 164.585.916.064,66$

Lintasan kritis yang terjadi : tetap

7. Tahap VI

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.9) = $\text{Rp } 77.909,41$ dengan pengurangan sebanyak 89 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = $\text{Rp } 77.909,41 \times 89 = \text{Rp } 801.420.682,00$

Durasi setelah kompresi = $968 - 89 = 879$ hari

Biaya langsung = $\text{Rp } 117.699.294.746,22 + \text{Rp } 801.420.682,00$

= $\text{Rp } 162.520.472.834,78$

Pengurangan biaya tak langsung = $\text{Rp } 2.120.224,35 \times 89 = \text{Rp } 188.699.966,79$

Biaya tak langsung = $\text{Rp } 2.052.377.167,44 - 188.699.966,79$

= $\text{Rp } 1.863.677.200,65$

Total cost = $\text{Rp } 162.520.472.834,78 + \text{Rp } 1.863.677.200,65$

= $164.384.150.035,42$

Lintasan kritis yang terjadi :

(3.3.11.1) – (3.3.11.2) – (3.3.11.3) – (3.3.11.4) – (3.3.11.5) – (3.3.11.6) – (3.3.11.7)

– (3.3.11.8) – (3.3.12.1) – (3.3.12.2) – (3.3.12.3) – (3.3.12.4) – (3.3.12.5) – (3.5.9.1)

- (3.5.9.2) - (3.5.9.3) - (3.5.9.4) - (3.5.9.5) - (3.5.9.6) - (3.5.9.7) - (3.5.9.8) -
(3.6.3.1) - (3.6.3.2)

8. Tahap VII

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan (3.3.12.)

= Rp 140.715,48 dengan pengurangan sebanyak 4 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = Rp 140.715,48 x 4 = Rp 42.093.952,00

Durasi setelah kompresi = 879 - 4 = 875 hari

Biaya langsung = Rp 162.520.472.834,78+ Rp 42.093.952,00 = Rp

162.521.035.696,70

Pengurangan biaya tak langsung = Rp 2.120.224,35 x 4 = Rp 8.480.897,38

Biaya tak langsung = Rp 1.863.677.200,65- Rp 8.480.897,38

= Rp 1.855.196.303,26

Total cost = Rp 162.521.035.696,70+ 1.855.196.303,26

= Rp 164.376.231.999,96

Lintasan kritis yang terjadi : tetap

9. Tahap VIII

Kegiatan yang mempunyai cost slope terendah berikutnya adalah kegiatan
(3.3.12.3) = Rp 152.355,50 dengan pengurangan sebanyak 89 hari.

Jadi penambahan biaya menjadi = Rp 140.715,48 x 89 = Rp1.032.964.527,00

Durasi setelah kompresi = 875 - 89 = 786 hari

Biaya langsung = Rp 162.521.035.696,70+ Rp1.032.964.527,00

=Rp162.534.595.336,20

Pengurangan biaya tak langsung = Rp 2.120.224,35 x 89 = Rp 188.699.966,79

Biaya tak langsung = 1.855.196.303,26 – Rp 188.699.966,79

= Rp 1.666.496.336,47

Total cost = Rp162.534.595.336,20+ Rp 1.666.496.336,47

= Rp 164.201.091.672,67

Lintasan kritis yang terjadi : tetap











BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

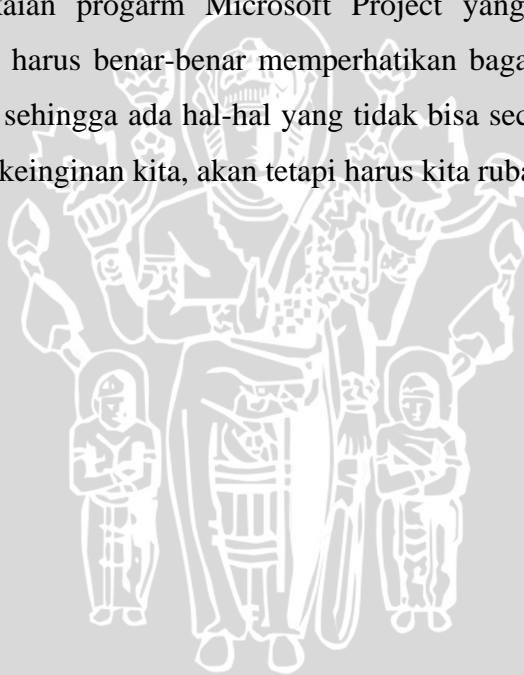
Dari analisa percepatan proyek pada proyek pembangunan bendungan Langsa di Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Durasi 1091 hari yang terdiri dari biaya langsung (*Direct Cost*) sebesar Rp 162.510.833.351 dan biaya tak langsung (*Indirect Cost*) sebesar Rp 2.313.164.762
2. Perubahan biaya total akibat penambahan jam kerja selama 3 jam per hari pada kegiatan kritis dari Rp 164.823.998.113 dengan durasi 1091 hari menjadi Rp164.389.310.361,41 dengan durasi 786 hari. Perubahan ini diakibatkan penambahan jam kerja dengan biaya sebesar Rp 211.980.673,94 dan pengurangan biaya tak langsung sebesar Rp 646.668.425,53
3. Sedangkan perubahan biaya total akibat penambahan tenaga kerja sebesar Rp 164.823.998.113 dengan durasi 1091 hari menjadi Rp 164.201.091.672,67 dengan durasi 786 hari. Perubahan ini diakibatkan karena adanya penambahan tenaga kerja dengan biaya sebesar Rp 23.761.985,19 dan pengurangan biaya tak langsung sebesar Rp 646.688.425,53
4. Dari hasil analisa percepatan dan analisa grafik dengan menggunakan alternatif penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja, dipilih alternatif penambahan tenaga kerja dikarenakan kenaikan yang ditimbulkan lebih kecil.
5. Dengan pemakaian Microsoft Project maka penulis terbantu karena rumitnya hubungan ketergantungan antar aktivitas dan jumlah jalur yang terjadi sangat banyak. Sehingga dengan Microsoft Project ini dapat dengan cepat diketahui mana saja jalur kritis yang terjadi dan dapat segera dilakukan percepatan pada jalur tersebut.

5.2. Saran

Dari keseluruhan pembahasan dan kesimpulan analisa ini, maka ada beberapa saran yang perlu berikan antara lain :

1. Sebelum melakukan aktivitas penjadwalan, hendaknya disiapkan terlebih dahulu data-data yang berkaitan secara langsung dengan pelaksanaan proyek secara lengkap.
2. Bagi mahasiswa yang ingin mengambil topik penulisan serupa lebih banyak sehingga dapat diperoleh biaya yang serendah mungkin.
3. Untuk alternatif penambahan tenaga kerja hendaknya melihat kondisi lapangan yang ada, sehingga efektifitas kerja bisa diusahakan tercapai.
4. Untuk kelancaran proses percepatan waktu terutama pada penambahan jam kerja sangat perlu diperhatikan ketepatan penyediaan bahan bangunan.
5. Dalam pemakaian program Microsoft Project yang lebih otomatis ini, sebaiknya kita harus benar-benar memperhatikan bagaimana jalur kritis itu bisa terbentuk sehingga ada hal-hal yang tidak bisa secara otomatis berubah sesuai dengan keinginan kita, akan tetapi harus kita rubah secara manual.



DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Tubagus Haedar 1986. *Prinsip-prinsip network planning*. Jakarta : Penerbit PT Gramedia
- Callahan, Michael T, Daniel G. Quackenbush, AIA and James E. Rowing, PE. 1992. *Contruccion Project Scheduling*, Singapura. MC Grow Hill, Inc.
- Dipohusodo, Istimawan 1996. *Manajemen Proyek dan Kontruksi Jilid I* Yogyakarta : penerbit Konisius.
- Ibrahim, H.Baktiar.1993. *Rencana dan Estimasi Real of Cost*. Jakarta : penerbit Bumi Aksara.
- Nugraha, Paulus, Ishak Nathan dan R. Sutjipto. 1986. *Manajemen Proyek Kontruksi. Jilid 2* Surabaya : penerbit Kartika Yudha.
- Peurifoy P.E, R.1, dan W.B Ledbetter P.E, 1988. *Perencanaan, peralatan dan Metode Kontruksi*. Jakarta : penerbit Erlangga.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek Industri(persiapan pelaksana, pengolahan)*. Jakarta : penerbit Erlangga

