

28781/ H/07



**PENERAPAN ANALISA TIME COST TRADE OFF  
PADA PROYEK PEMBANGUNAN PERKUATAN  
TEBING KALI WONOKROMO  
KOTA SURABAYA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Manajemen Konstruksi  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

RSS  
GSR. 404  
Sri  
P-1  
2007

Oleh :

**SRI MAYANGSARI SITOWATI**

Nrp. 3103 109 612

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

I. Tri Joko Wahyu Adi, ST.



*[Handwritten signature]*

13/2-07

SURABAYA  
FEBRUARI, 2007

<b>PERPUSTAKAAN ITS</b>	
Tgl. Terima	28 - 2 - 2007
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	227294

**PENERAPAN ANALISA TIME COST TRADE OFF  
PADA PROYEK PEMBANGUNAN PERKUATAN  
TEBING KALI WONOKROMO  
KOTA SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Sri Mayangsari Sitowati  
NRP : 3103 109 612  
Jurusan : Teknik Sipil FTSP ITS  
Dosen Pembimbing : Tri Joko Wahyu Adi, ST.MT.

**Abstrak**

*Pelaksanaan proyek pembuatan perkuatan tebing kali wonokromo mengalami keterlambatan. Proyek direncanakan selesai dalam waktu 223 hari dengan biaya sebesar Rp. 8.895.504.000 tetapi di dalam pelaksanaan, proyek ini mengalami keterlambatan selama 30 hari. Untuk mengejar keterlambatan maka dilakukan analisa Time Cost Trade Off (TCTO).*

*Analisa pertukaran biaya dan waktu dalam proyek ini menggunakan dua alternatif. Alternatif 1 yaitu penambahan jam kerja lembur selama 4 jam, dan alternatif 2 yaitu penambahan kapasitas alat berat dan penambahan regu kerja.*

*Dari hasil perhitungan, untuk mengejar keterlambatan proyek selama 30 hari agar proyek dapat diselesaikan dalam waktu 193 hari dapat menggunakan dua alternatif. Alternatif 1 dengan penambahan biaya sebesar Rp. 9.058.000 sehingga total biaya alternatif 1 menjadi Rp. 9.295.007.000 sedangkan alternatif 2 dengan penambahan biaya sebesar Rp. 33.836.000 sehingga total biaya alternatif 2 menjadi Rp. 9.319.785.000. Maksimum Crashing untuk Alternatif 1 adalah 35 hari dengan tambahan biaya sebesar Rp. 48.195.000, untuk alternatif 2 mengalami maksimum 33 hari dengan tambahan biaya sebesar Rp. 61.039.000.*

**Kata kunci : Kompresi, Biaya, Waktu**

## KATA PENGANTAR

**Assalamualaikum Wr. Wb.**

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa, yang atas karunia-Nya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

### **PENERAPAN ANALISA TIME COST TRADE OFF PADA PROYEK PEMBANGUNAN PERKUATAN TEBING KALI WONOKROMO KOTA SURABAYA**

Tugas Akhir ini bertujuan untuk memberikan penjelasan dan analisa penggunaan metode Time Cost Trade Off dalam mengejar keterlambatan pengerjaan dalam proyek.

Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan pengarahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Sutjipto Msc (my best lecturer), Dosen Teknik Pengendalian Proyek, yang mana pengetahuan yang diberikan sangat bermanfaat dan berkaitan dengan pokok pembahasan tugas akhir ini.
3. Orangtua, Dosen, Teman atas dukungan dan doanya, yang telah memberikan bantuan moril dan materiil dalam segala hal yang penulis lakukan selama ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

**Wassalamualaikum Wr. Wb.**

Surabaya, Februari 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penjadwalan Waktu Proyek.....	5
2.1.1 Jaringan Kerja (Network).....	5
2.1.2 Penggunaan Bahasa/symbol-simbol.....	6
2.2. Biaya.....	8
2.3 Analisa Time Cost Trade Off.....	11
2.4. Alat Berat.....	12
2.4.1 Buldozer.....	14
2.4.2 Hammer.....	15
2.4.2.1 Drop Hammer.....	15
2.4.2.2 Diesel Hammer.....	16
2.4.2.3 Hydraulic Hammer.....	16
2.4.2.4 Vibrator Pile Drier.....	16
2.4.3 Excavator.....	17
2.4.4 Crane.....	18
2.4.4.1 Crawler Crane.....	18
2.4.5 Pemadat.....	18
2.4.5.1 Smooth Steel Roller.....	19
2.4.5.1.1. Three Wheel Roller.....	19
2.4.5.1.2 . Tandem Roller.....	19

BAB III	METODE PENELITIAN	
	3.1. Alur Penelitian.....	21
	3.2. Flow Chart.....	23
BAB IV	PERHITUNGAN WAKTU PELAKSANAAN	
	4.1. Data Umum Proyek.....	25
	4.2. Pendahuluan.....	26
	4.3. Asumsi dan Batasan.....	26
	4.4. Analisa Waktu Pelaksanaan Proyek.....	26
	4.5. Rencana Jadwal Proyek.....	32
	4.6. Pembuatan Arrow Network Diagram ( Jaringan Kerja ) .....	32
BAB V	PERHITUNGAN BIAYA PROYEK	
	5.1. Pendahuluan.....	35
	5.2. Menentukan Besar Biaya Aktivita Proyek.....	35
	5.2.1. Biaya Langsung.....	36
	5.2.2. Biaya Tak Langsung.....	36
	5.3. Penentuan Cost Slope.....	48
	5.3.1. Alternatif Pertama.....	48
	5.3.2. Alternatif Kedua.....	53
	5.4. Analisa Time Cost Trade Off.....	56
	5.4.1. Analisa TCTO untuk Alternatif 1(Penambahan Jam Kerja Lembur = 4 jam).....	56
	5.4.2. Analisa TCTO Untuk Alternatif 2(Penambahan Kapasitas Alat).....	61
	5.4.3. Perbandingan Antar Alternatif.....	68
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
	DAFTAR PUSTAKA.....	73
	LAMPIRAN.....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Keterlambatan Durasi Proyek .....	2
Gambar 2.1	Diagram Jaringan Kerja.....	7
Gambar 2.2	Grafik Biaya Minimum Proyek dengan Waktu Optimum Penyelesaian Proyek.....	9
Gambar 2.3	Hubungan antara Waktu dan Biaya .....	12
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian.....	23
Gambar 5.4.1.1	Grafik Biaya – Waktu Alternatif 1.....	61
Gambar 5.4.1.2	Penyederhanaan Grafik Alternatif 1.....	61
Gambar 5.4.2.1	Grafik Biaya – Waktu Alternatif 2.....	67
Gambar 5.4.2.2	Penyederhanaan Grafik Alternatif 1.....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hubungan Antar Kegiatan.....	8
Tabel 4.1	Skenario Crashing.....	28
Tabel 4.2a	Produktivitas Tenaga Kerja.....	29
Tabel 4.2b	Produktivitas Alat Berat.....	31
Tabel 4.3	Logika Keterkaitan Antar Aktivitas.....	33
Tabel 5.2.1.1a	Harga Satuan.....	38
Tabel 5.2.1.1b	Rencana Anggaran Rencana Alat Berat.....	40
Tabel 5.2.1.2a	Rencana Anggaran Biaya Bahan.....	42
Tabel 5.2.1.2b	Rencana Anggaran Biaya Upah Tenaga Kerja...43	
Tabel 5.2.1.3	Rekapitulasi Biaya Langsung.....	44
Tabel 5.2.2	Biaya Tak Langsung Proyek.....	47
Tabel 5.3.1.	Perhitungan Cost Slope Alternatif 1.....	52
Tabel 5.3.2.	Perhitungan Cost Slope Alternatif 2.....	55
Tabel 5.4.1.1	Tabel Out QM Alternatif 1.....	58
Tabel 5.4.1.2	Cras Schedule Alternatif 1.....	59
Tabel 5.4.1.3	Analisa Biaya & Waktu Optimum Altrnatif 1...60	
Tabel 5.4.2.1	Tabel Out Put QM Alternatif 2.....	64
Tabel 5.4.2.2	Crash Schedule Alternatif 2.....	65
Tabel 5.4.2.3	Analisa biaya & Waktu Optimum Alternatif 2.66	
Tabel 5.4.3.1	Perbandingan Biaya & Waktu untuk Mengejar Keterlambatan selama 30 hari.....	69
Tabel 5.4.3.2	Maximum Crasing tiap alternative terhadap desain asli.....	69
Tabel 5.4.3.3	Optimum tiap pekerjaan terhadap desain asli...69	

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rencana Anggaran Biaya Proyek.....	75
Lampiran 2	Time Schedule Proyek.....	77
Lampiran 3	Gambar – gambar Proyek.....	79



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

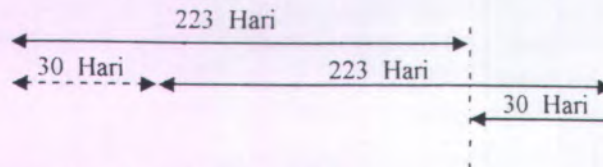
### **1.1. LATAR BELAKANG**

Pada awal tahun 2002 terjadi banjir yang cukup significant di Kali Wonokromo, sehingga mengakibatkan genangan di beberapa permukiman. Banjir tersebut terjadi akibat adanya air yang melimpas di atas tanggul maupun terjadi rembesan di tubuh tanggul. Pada bulan Nopember 2004 terjadi kelongsoran sehingga menyebabkan tanggul sungai yang telah selesai dilaksanakan mengalami kerusakan. Kejadian kelongsoran ini disebabkan oleh buruknya kualitas tanah pondasi pada lokasi tersebut yang tidak terdeteksi pada pengujian tanah sebelumnya. Hal ini diperburuk oleh terjadinya penurunan secara tiba tiba sebagai akibat adanya perbedaan pasang surut yang sangat tinggi. Potensi yang ditimbulkan akibat kelongsoran ini adalah terjadinya kerawanan terhadap kemungkinan terjadinya genangan banjir di Kecamatan Wonorejo yang merupakan daerah permukiman, pertokoan dan industri. Genangan banjir juga akan terjadi di wilayah adiministrasi Kecamatan Semampir yang merupakan daerah hunian padat serta kompleks sekolah.

Untuk mengembalikan fungsi Kali Wonokromo sesuai dengan kondisi semula, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Departemen Kimpraswil mengajukan dana untuk perbaikan sungai tersebut ke Asian Development Bank (ADB) dan mendapat persetujuan melalui dana South Java Flood Control Sector Project (SJFCSP) yaitu dana pengendalian banjir yang diperuntukkan wilayah Jawa bagian Selatan. Penanganan untuk mengantisipasi musim penghujan tahun akhir 2004 dan awal 2005 dengan melakukan pemasangan Steel Sheet Pile sehingga bila terjadi debit air sungai yang besar, tidak terjadi kerusakan yang lebih parah dan tidak terjadi limpasan yang mengakibatkan terjadinya banjir. Untuk penanganan permanen diharapkan mendapatkan konstruksi yang sesuai kapasitas aliran dan estetika

dengan menggunakan kombinasi Concrete Sheet Pile (CSP) dan Pasangan Batu Kali (Standard type perbaikan terlampir).

Dalam pelaksanaannya Proyek Pembuatan Perkuatan Tebing Kali Wonokromo ini mengalami keterlambatan selama 30 hari dari jadwal yang telah direncanakan sebelumnya. Hal ini disebabkan karena terjadi Re-design.



Gambar 1.1. Keterlambatan durasi proyek

Oleh karena itu diperlukan metode yang tepat agar proyek selesai sesuai jadwal. Dalam tugas akhir ini digunakan Metode Analisa Time Cost Trade Off, atau yang lebih dikenal dengan TCTO. Metode ini merupakan salah satu cara yang dapat dipergunakan untuk menyelesaikan problem apabila suatu proyek mengalami keterlambatan.

Diharapkan dengan menggunakan analisa TCTO, waktu pelaksanaan proyek dapat dipercepat untuk dapat mengejar keterlambatan tersebut.

## 1.2. PERMASALAHAN

Apakah dengan menerapkan crashing (TCTO) waktu penyelesaian proyek dapat dikejar sesuai schedule rencana proyek?

## 1.3. TUJUAN

1. Menerapkan metode TCTO untuk mengejar keterlambatan schedule.
2. Menghitung percepatan waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk mempercepat schedule.

#### 1.4. BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam penulisan yang akan disajikan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Kompresi dilakukan dengan cara :
  - a. Menambah jam kerja lembur.
  - b. Menambah kapasitas alat berat dan regu kerja.
2. Perhitungan analisa menggunakan program Quantitative Method For Windows.
3. Harga satuan pekerjaan yang digunakan tidak akan mengalami pe-rubahan selama pelaksanaan proyek berlangsung.
4. Tidak terjadi perubahan pada biaya peralatan selama proyek berlangsung dan diperhitungkan sama dengan waktu normal.
5. Crashing hanya dilakukan pada biaya langsung proyek.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penjadwalan Waktu Proyek**

Penjadwalan 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 ( Dipohusodo, 1996:52 ).

Penjadwalan proyek ada beberapa cara, namun yang sering digunakan adalah cara jaringan kerja ( Network ) dan bagan balok ( Bar Chart ).

##### **2.1.1 Jaringan Kerja ( Network )**

Jaringan kerja merupakan cara grafis untuk menggambarkan kegiatan – kegiatan dan kejadian yang diperlukan untuk 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 berpengaruh terhadap keterlambatan dari suatu kegiatan terhadap waktu penyelesaian seluruh proyek ( Dipohusodo, 1996:53 )

Terdapat beberapa macam system jaringan yang dikenal, akan tetapi yang paling umum dipakai adalah CPM ( Critical Path Method ) dan PERT ( Program Evaluation Review Technique ). Metode CPM sangat bermanfaat untuk memperlihatkan hubungan waktu penyelesaian dan biaya proyek. Memperlihatkan adanya saling ketergantungan antara penambahan sumber daya ( seperti alat, tenaga atau fasilitas lainnya ) untuk memperpendek rentang waktu kegiatan dengan bertambahnya pembiayaan sebagai akibatnya. Sedangkan PERT digunakan untuk proyek yang

dilandasi oleh factor ketidakpastian, misalnya pada berbagai kasus proyek – proyek penelitian dan pengembangan.

Langkah – langkah pokok untuk menyusun suatu jaringan kerja adalah sebagai berikut :

1. Pertimbangkan tentang adanya timbal balik antara kegiatan :
  - a. Kegiatan mana yang harus mendahului kegiatan lain
  - b. Kegiatan yang mana yang harus mengikuti kegiatan tertentu
  - c. Kegiatan mana yang harus dikerjakan secara serentak
2. Buatlah diagram grafis jaringan sesuai dengan urutan logis kegiatan – kegiatan dan dikaji lagi hubungan logis satu sama lainnya, sehingga membentuk garis lintasan kegiatan. Suatu kegiatan dilambangkan anak panah yang menghubungkan dua peristiwa yang digambarkan sebagai lingkaran.
3. Kemudian dibuat daftar kelangsungan kegiatan yang berisi rincian kegiatan, sumber daya dan perkiraan biaya, dan dilengkapi dengan masing – masing waktu yang diperlukan. Jumlah minimum lama waktu penyelesaian keseluruhan proyek dapat dihitung dengan menjumlahkan lama waktu kegiatan sepanjang berbagai garis lintasannya. Garis lintas lama waktu yang minimum disebut sebagai lintasan kritis.

### 2.1.2 Penggunaan bahasa / symbol symbol, Badri (1997:16)

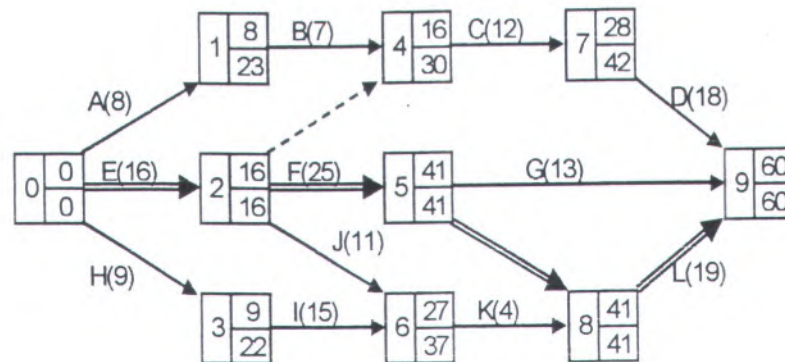
→ *Arrow* : aktivitas/kegiatan, suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan duration dan resources



*Node/event* : saat, peristiwa atau kejadian yang merupakan permulaan atau akhir dari satu atau lebih kegiatan-kegiatan.

⇒ *Double arrow* : Kegiatan berada pada Lintasan Kritis (Critical Path)

-----> *Dummy* : bukan kegiatan/aktivitas tetapi dianggap kegiatan/aktivitas, hanya saja tidak membutuhkan duration dan resources tertentu.



Gambar 2.1 Diagram Jaringan Kerja

No Kejadian	Kegiatan	EETi	Durasi	EETj	Keterangan
1	A	0	8	8	-
2	E	0	9	9	-
3	H	0	16	16	-
4	B	8	7	15	Diambil nilai terbesar,60
	DUMMY	16	0	16	
5	J	16	11	27	Diambil nilai terbesar,27
	I	9	15	24	
6	F	16	25	41	-
7	C	16	12	28	-
8	K	27	4	31	Diambil nilai terbesar,41
	DUMMY	41	0	41	
	D	28	18	46	
	G	41	13	54	
9	L	41	19	60	Diambil nilai terbesar,60

Tabel 2.1 Tabel Hubungan antar kegiatan

## 2.2 Biaya

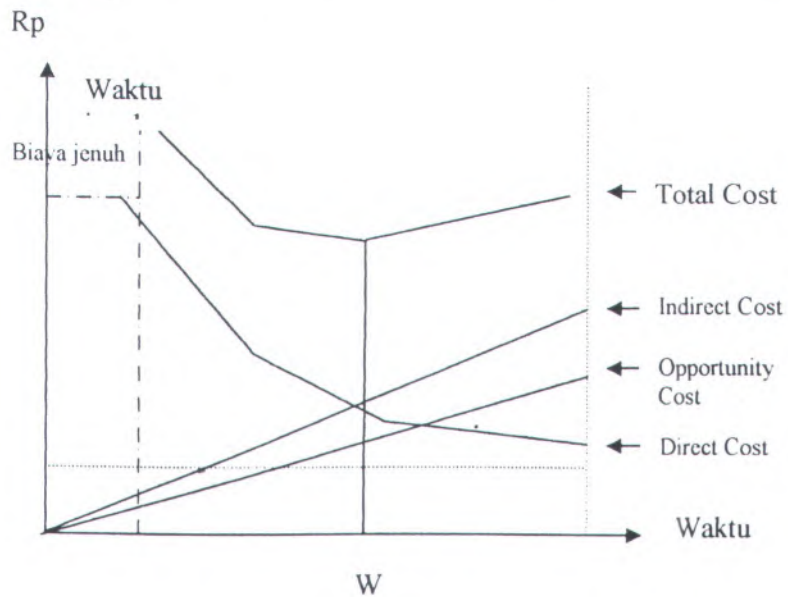
Pada suatu proyek disamping waktu dan sumber daya, biaya juga merupakan suatu faktor penting. Biaya yang mungkin timbul harus dikendalikan seminim mungkin. Biaya proyek menurut Badri, 1997 meliputi :

- a. Biaya langsung (*Direct Cost Project*). Pada biaya langsung, biaya-biaya akan naik secara tajam apabila ada pengurangan waktu pelaksanaan.
- b. Biaya tak langsung proyek (*Indirect Cost Project*), antara lain biaya tetap proyek yang meliputi biaya sewa traktor, pencampuran beton (beton mollen), sewa diesel listrik, ongkos jaga malam/keamanan,

depresiasi alat-alat , bunga bank dan sebagainya. Biaya-biaya tersebut akan naik dengan mundurnya waktu penyelesaian proyek.

- c. Biaya kesempatan yang hilang (*Opportunity Cost Project*), yaitu keuntungan potensial, yaitu keuntungan potensial yang hilang bila proyek tadi mundur penyelesaiannya. Keuntungan tadi akan didapat bila proyek tadi cepat penyelesaiannya. Biaya-biaya tersebut akan naik dengan mundurnya waktu penyelesaian proyek.

Dengan menggabungkan 3 biaya tadi dalam grafik akan diperoleh biaya minimum proyek dengan waktu optimum penyelesaian proyek



Gambar 2.2. Grafik biaya minimum proyek dengan waktu optimum penyelesaian proyek ( Badri:1997)



Sedangkan menurut Soeharto (1997), biaya proyek = modal tetap + modal kerja.

Modal tetap dibagi menjadi dua macam, yaitu :

a. Biaya Langsung (Direct Cost)

Yaitu semua biaya yang digunakan secara langsung di dalam semua aktivitas proyek. Biaya langsung terdiri dari :

1. Penyiapan lahan (site preparation).
2. Pengadaan peralatan utama.
3. Biaya merakit dan memasang peralatan utama.
4. Alat – alat listrik dan instrument.
5. Pembebasan tanah.

b. Biaya Tak Langsung (Indirect Cost)

Yaitu biaya untuk manajemen, supervisi, dan pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi produk permanen, tetapi diperlukan dalam proses pembangunan proyek. Biaya tak langsung meliputi :

1. Gaji tetap dan tunjangan bagi tim manajemen, tenaga bidang engineering, inspector, penyelia konstruksi lapangan dan lain-lain.
2. Pembangunan fasilitas sementara, termasuk perumahan darurat tenaga kerja, penyedia air, listrik, fasilitas komunikasi sementara untuk konstruksi, dan lain-lain.
3. Kontigensi ( Biaya Tak Terduga ), yaitu biaya yang digunakan untuk menutupi hal-hal yang tak terduga dan pada umumnya diperkirakan antara 0.5% sampai 5 % dari biaya total.
4. Biaya overhead, meliputi biaya operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas ada atau tidak adanya kontrak yang ditangani
5. *Profit (Keuntungan)*, Keuntungan adalah hasil jerih payah dari keahlian ditambah hasil dari faktor resiko. Untuk inilah seorang mau

mengambil resiko menjadi rekanan / kontraktor. Kalau tanpa keuntungan, siapa yang akan mau menjadi rekanan. Karena itu perlu diingat bahwa keuntungan tidak sama dengan gaji.

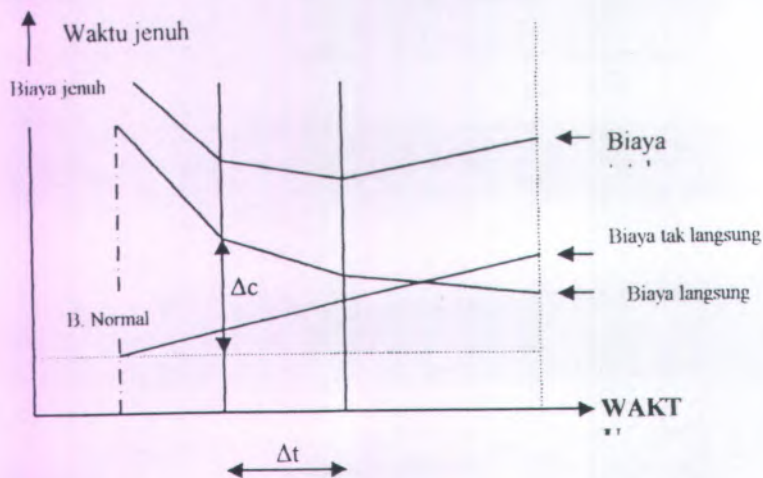
6. Pajak, sumbangan, biaya ijin, dan asuransi. Berbagai macam pajak seperti PPN, PPh, dan lainnya atas hasil operasi perusahaan.

Sedangkan modal kerja meliputi upah tenaga kerja pada awal operasi, suku cadang (1 tahun), persediaan bahan mentah dan produk, dan lain – lain.

### **2.3. Analisa Time Cost Trade Off**

Analisa time cost trade off adalah suatu analisa yang dilakukan untuk memberikan penjelasan secara empiris tentang hubungan waktu penyelesaian proyek dengan biaya keseluruhan proyek. Pada perencanaan awal suatu proyek disamping variabel waktu dan sumber daya, variabel biaya (cost) tak dapat dilupakan peranan penting-nya. Biaya merupakan suatu hal yang penting dalam manajemen, dimana biaya yang mungkin timbul harus dikendalikan seminim mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-biaya yang bersangkutan.

Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan pada masalah, bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya yang minimal. Untuk itu diperlukan suatu analisa diantaranya adalah analisa pertukaran waktu dan biaya atau *time cost trade off analysis* disingkat TCTO.

**BIAYA**

Gambar 2.3. Hubungan antara waktu dan biaya (Soeharto:219)

Apabila waktu penyelesaian suatu aktivitas dipercepat, maka biaya langsung akan bertambah sedangkan biaya tak langsung akan berkurang. Pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu disebut Cost Slope (Soeharto, 1997)

Cost Slope = perbandingan antara pertambahan biaya dengan percepatan waktu penyelesaian

$$= \frac{\text{crashcost} - \text{normalcost}}{\text{normalduration} - \text{crashduration}} = \frac{c}{t}$$

#### 2.4. Alat Berat

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi, oleh karena itu pemilihan alat berat yang tepat

sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaan, biaya proyek yang membengkak, dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana.

Di dalam pemilihan alat berat, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari. Faktor-faktor tersebut antara lain sebagai berikut :

1. *Fungsi yang harus dilaksanakan.* Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan, dan lain-lain.
2. *Kapasitas peralatan.* Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. *Cara operasi.* Alat berat dipilih berdasarkan arah ( horizontal maupun vertikal ) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan, dan lain-lain.
4. *Pembatasan dari metode yang dipakai.* Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat dapat berubah.
5. *Ekonomi.* Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan factor penting di dalam pemilihan alat berat.
6. *Jenis proyek.* Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek-proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, dam, dan sebagainya.
7. *Lokasi proyek.* Lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.
8. *Jenis dan daya dukung tanah.* Jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi

alat berat yang akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat, lepas, keras, atau lembek.

9. *Kondisi lapangan.* Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

#### 2.4.1. Bulldozer

Bulldozer adalah alat yang menggunakan traktor sebagai penggerak utama. Disebut bulldozer karena traktor ini dilengkapi dengan perlengkapan dozer. Dalam hal ini perlengkapannya adalah blade. Selain mempunyai kemampuan untuk mendorong lurus ke depan, bulldozer juga mampu untuk mendorong kesamping. Hal ini dikarenakan bulldozer memiliki angle dozer yang dapat membuat sudut  $25^\circ$  terhadap kedudukan lurus.

Menurut track shoonya bulldozer dibedakan sebagai berikut :

1. Crawler tractor dozer (dengan roda kelabang)
2. Wheel tractor dozer (dngan rod ban)
3. Swamp bulldozer (untuk daerah rawa-rawa)

Berdasarkan penggerak bladenya, bulldozer dibedakan sebagai berikut :

1. Cable controlled (kendali kabel). Pada saat ini alat ini sudah tidak diproduksi lagi.
2. Hydraulic controlled (kendali hidrolis)

Pada proyek-proyek konstruksi, bulldozer biasa digunakan untuk pemindahan tanah. Jenis pekerjaan yang biasa menggunakan bulldozer adalah sebagai berikut :

1. Pembersihan medan dari kayu-kayuan, pohon dan batu-batuan.
2. Pembukaan jalan kerja di pegunungan maupun daerah berbatu
3. Menarik scraper
4. Pembersihan medan
5. Pemeliharaan jalan kerja
6. Menyebarkan material
7. Mengisi saluran

8. Membantu mengisi material pada scraper  
Perhitungan maksimum produktivitas bulldozer dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$Pr od = V_1 \times \frac{60}{CT} \times \text{efisien}$$

#### 2.4.2. Hammer

Ada beberapa jenis alat pemancang tiang yang umum digunakan di dalam proyek konstruksi. Alat-alat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Drop hammer.
2. Diesel hammer (pemancang diesel).
3. Hydraulic hammer (pemancang hidrolis).
4. Vibratory pile driver (pemancangan dengan getaran).

##### 2.4.2.1. Drop Hammer

Drop Hammer merupakan palu berat yang diletakkan pada ketinggian tertentu di atas tiang. Palu tersebut kemudian dilepaskan dan jatuh mengenai bagian atas tiang. Untuk menghindari tiang menjadi rusak akibat tumbukan ini, pada kepala tiang dipasangkan semacam topi yang terbuat dari kayu sebagai penahan energi.

Terdapat kelebihan dan kekurangan dalam pemakaian drop hammer. Kelebihan dari alat ini adalah sebagai berikut :

- a. Investasi yang rendah.
- b. Mudah dalam pengoperasian.
- c. Mudah dalam mengatur energi per blow dengan mengatur tinggi jatuh.

Akan tetapi kekurangan dari alat ini adalah sebagai berikut :

- a. Kecepatan pemancangan yang kecil.
- b. Kemungkinan rusaknya tiang akibat tinggi jatuh yang besar.
- c. Kemungkinan rusaknya bangunan di sekitar lokasi akibat getaran pada permukaan tanah.
- d. Tidak dapat digunakan untuk pekerjaan di bawah air.

#### 2.4.2.2 Diesel Hammer.

Alat pemancang tiang tipe ini berbentuk lebih sederhana dibandingkan dengan hammer lainnya. Diesel hammer memiliki satu silinder dengan dua mesin diesel, piston, tangki bahan bakar, tangki pelumas, pompa bahan bakar, injector, dan mesin pelumas. Dalam pengoperasiannya, energi alat didapat dari berat ram yang menekan udara di dalam silinder.

Pada penggunaan diesel hammer, terdapat kelebihan dan kekurangan dibandingkan dengan pemakaian hammer jenis lain. Kelebihan diesel hammer adalah sebagai berikut :

- a. Ekonomis dalam pemakaian.
- b. Mudah dalam pemakaian di daerah terpencil.
- c. Berfungsi dengan baik pada daerah dingin.
- d. Mudah dalam perawatan.

Sedangkan kekurangan dari pemakaian alat ini adalah sebagai berikut :

- a. Kesulitan dalam menentukan energi per blow.
- b. Sulit dipakai pada tanah lunak.

#### 2.4.2.3 Hydraulic Hammer.

Cara kerja hammer ini adalah berdasarkan perbedaan tekanan pada cairan hidrolis. Alat ini baik digunakan jika ada keterbatasan daerah operasi karena tiang pancang yang dimasukkan cukup pendek. Untuk memperpanjang tiang maka dilakukan penyambungan pada ujung-ujungnya.

#### 2.4.2.4 Vibratory Pile Driver.

Alat ini sangat baik digunakan pada tanah lembab. Jika material di lokasi berupa pasir kering maka pekerjaan menjadi lebih sulit karena material tersebut tidak terpengaruh dengan adanya getaran yang dihasilkan oleh alat.

Dalam pemilihan alat pemancang tiang yang akan digunakan, terdapat beberapa kriteria yang harus diperhatikan. Kriteria-kriteria tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Jenis material, ukuran, berat, dan panjang tiang yang akan dipancang.
- b. Bagaimana kondisi lapangan yang mempengaruhi pengoperasian, seperti apakah pemancangan di bawah air atau di lokasi yang terbatas.
- c. Hammer yang akan dipilih harus sesuai dengan daya dukung tiang dan kedalaman pemancangan.
- d. Pilihlah alat yang paling ekonomis dengan kemampuan alat yang sesuai dengan yang dibutuhkan.
- e. Jika lead digunakan maka pilihlah tipe yang akan dipakai, ukuran rel untuk hammer, panjang hammer, dan tiang yang akan dipancang.

#### 2.4.3. Excavator

Yang termasuk di dalam alat gali atau *excavator* adalah backhoe, power shovel atau dikenal juga sebagai front shovel, dragline, dan clamshell. Backhoe dan power shovel juga disebut alat penggali hidrolis karena bucket digerakkan secara hidrolis. Alat-alat penggali ini mempunyai as di antara alat penggerak dan badan mesin sehingga alat berat tersebut dapat melakukan gerakan memutar walaupun tidak ada gerakan pada alat penggerak.

Pemilihan alat tergantung dari kemampuan alat tersebut pada suatu kondisi lapangan tertentu. Perbedaan setiap alat gali adalah pada benda yang dipasang di bagian depan, akan tetapi semua alat tersebut mempunyai kesamaan pada alat penggerak yaitu roda ban atau crawler. Alat beroda crawler umumnya dipilih jika alat tersebut akan digunakan pada permukaan kasar atau kurang padat. Selain itu juga karena alat tersebut di dalam pengoperasiannya tidak perlu melakukan banyak gerak. Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas Excavator :

$$Pr oduktivitas = V \times \frac{60}{CT} \times S \times BFT \times efisien$$



#### 2.4.4 CRANE

Alat pengangkat yang biasa digunakan di dalam proyek konstruksi adalah crane. Cara kerja crane adalah dengan mengangkat material yang akan dipindahkan, memindahkan secara horizontal, kemudian menurunkan material di tempat yang diinginkan. Crane mempunyai beberapa tipe yang di dalam pengoperasiannya dipilih sesuai dengan kondisi suatu proyek. Tipe crane yang umum dipakai adalah :

1. Crane beroda crawler (crawler crane)
2. Truck crane
3. Truck crane untuk lokasi terbatas
4. Truck crane untuk segala jenis lokasi
5. Tower crane

##### 2.4.4.1 Crawler Crane.

Tipe ini mempunyai bagian atas yang dapat bergerak 360°. Dengan roda crawler maka crane tipe ini dapat bergerak di dalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya. Pengaruh permukaan tanah terhadap alat tidak akan menjadi masalah karena lebar kontak antara permukaan dengan roda cukup besar, kecuali jika permukaan merupakan material yang sangat jelek. Pada saat pengangkatan material, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah posisi alat pada waktu pengoperasian harus benar-benar water level keseimbangan alat dan penurunan permukaan tanah akibat beban dari alat tersebut. Pada permukaan yang jelek atau permukaan dengan kemungkinan terjadinya penurunan maka alat harus berdiri di atas suatu alas atau matras. Keseimbangan alat juga dipengaruhi oleh besarnya jarak roda crawler. Pada beberapa jenis crane, crane mempunyai crawler yang lebih panjang untuk mengatasi keseimbangan alat.

#### 2.4.5 Pematat

Dalam pelaksanaan suatu konstruksi yang memerlukan stabilitas dan kepadatan tertentu, diperlukan peralatan untuk pemadatan. Pemadatan adalah usaha penyusunan kembali letak

butir tanah sehingga pada tanah tersebut dicapai letak butir yang rapat. Salah satu alat berat yang termasuk dalam tipe alat pemadatan ini adalah Smooth Steel Roller.

#### **2.4.5.1 Smooth Steel Roller**

Smooth Steel Roller adalah jenis penggilas dengan permukaan roda yang terbuat dari baja rata. Alat ini umumnya digerakkan dengan power unit yang bersatu. Jika kita tinjau dari segi design pengaturan/penempatan rodanya, maka ada beberapa macam di antaranya adalah :

##### **2.4.5.1.1 Three Wheel Roller**

Three Wheel Roller ini juga sering disebut dengan Macadam Roller, karena jenis ini sering dipergunakan dalam usaha-usaha pemadatan material yang berbutir kasar. Untuk menambah bobot daripada three wheel roller ini, maka roda silinder yang kosong diisi dengan zat cair (minyak atau air) atau kadang-kadang juga diisi dengan pasir. Pada umumnya berat penggilas ini berkisar antara 6 sampai 12 ton, penambahan bobot akibat pengisian zat cair pada roda silinder dapat meningkatkan beratnya 15 hingga 35 %.

##### **2.4.5.1.2 Tandem Roller.**

Jenis lain dari smooth steel roller adalah tandem roller. Alat penggilas jenis ini ada dua macam, berporos dua (two axle) dan berporos tiga (three axle tandem roller). Penggunaan dari penggilas ini umumnya untuk mendapatkan permukaan yang agak halus, misalnya pada penggilasan aspal beton dan lain-lain. Tandem roller ini memberikan lintasan yang sama pada masing-masing rodanya, beratnya antara 8 sampai 14 ton, penambahan berat yang diakibatkan oleh pengisian zat cair berkisar antara 25 hingga 60 % daripada berat penggilas. Untuk mendapatkan penambahan kepadatan pada pekerjaan penggilasan biasanya digunakan three axle tandem roller. Penggunaan tandem roller pada penggilasan batu-batuan yang keras dan tajam sebaiknya

jangan dilakukan sebab dapat merusak roda-roda penggilasnya. Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas alat ini adalah :

$$Prod = \frac{W \times L \times S}{P}$$

Dimana :

W : Lebar pepadatan suatu laluan

L : Tebal lapisan

S : Kecepatan rata - rata

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. ALUR PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil yang akurat dan sedekat mungkin dengan kenyataan di lapangan, diperlukan tahapan – tahapan pengerjaan agar tidak terjadi tumpang tindih dan telah ditentukan dalam langkah-langkah yang telah disebutkan sebagai berikut :

1. Data yang didapat adalah schedule proyek berupa bar chart, rincian anggaran biaya serta alokasi sumber daya pada tiap-tiap aktivitas berasal dari data proyek yang ada.
2. Merubah data penjadwalan dilapangan yang berupa bar chart menjadi aktivitas-aktivitas.
3. Menentukan durasi dari scedule proyek yang ada.
4. Memberi kode pada tiap-tiap aktivitas sebagai identitas aktivitas.
5. Menentukan hubungan antar aktivitas.
6. Menyusun arrow diagram dari aktivitas yang ada.
7. Menentukan crash duration aktivitas-aktivitas yang memungkinkan untuk dilakukan pengompresan durasi pelaksanaan. Percepatan aktivitas dilakukan dengan menggunakan 2 alternatif yaitu penambahan jam kerja lembur, penambahan kapasitas alat berat dan regu kerja.
8. Menentukan cost slope masing-masing aktivitas dengan rumus :

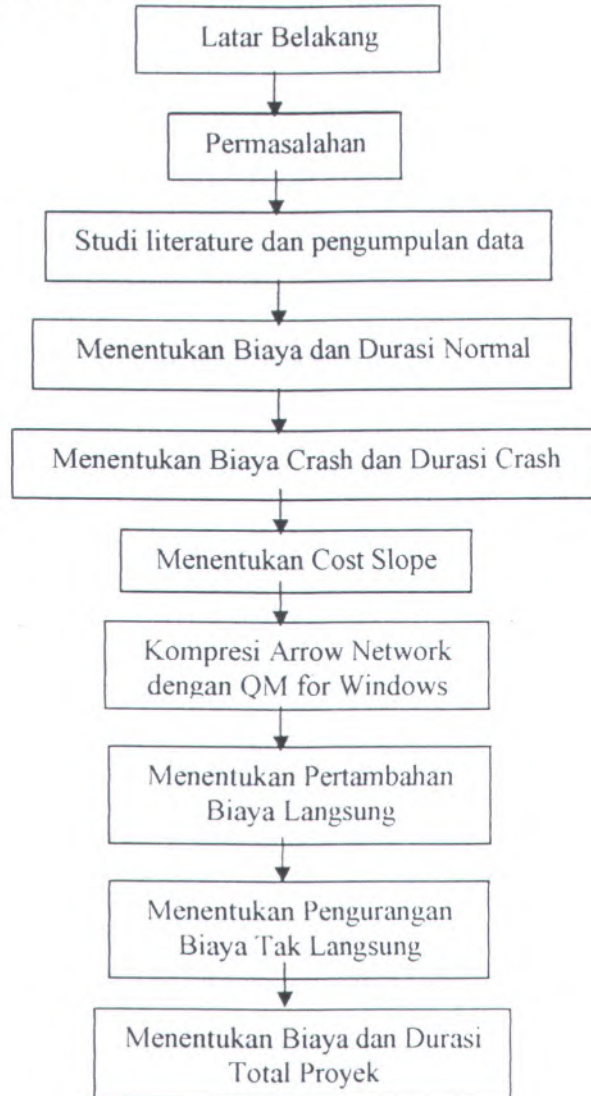
$$CostSlop = \frac{crashcost - normalcost}{normalduration - crashduration}$$

9. Perhitungan kompresi jaringan kerja.
10. Menentukan penambahan biaya langsung dan pengurangan biaya tak langsung dengan rumus :

$$\text{Biyataklangsung} = \frac{\text{totalbiyataklangsung}}{\text{harikerja}}$$

11. Menentukan penjadwalan baru dengan durasi proyek beserta biayanya di setiap pengompresan.

### 3.2 FLOW CHART

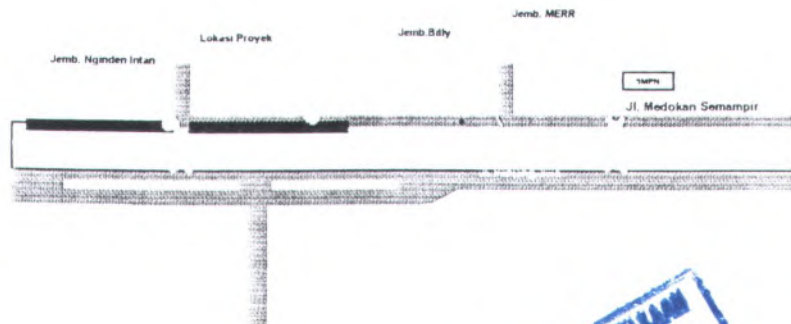


Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian

## BAB IV PERHITUNGAN WAKTU PELAKSANAAN

### 4.1. DATA UMUM PROYEK

Nama Proyek	: Pembuatan Perkuatan Tebing Kali Wonokromo
Pemilik Proyek	: Direktorat Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum
Alamat Proyek	: Kota Surabaya
Konsultan	: PT. Rudi Jaya
Kontraktor	: PT. Brantas Abipraya
Estimasi Biaya ( Anggaran )	: Rp. 9.285.949.000
Estimasi Waktu Pelaksanaan	: ± 223 hari
Panjang Tebing	: 124 m
Lebar sisi atas tanggul	: 3 m
Dimensi CSP	: 32 x 50 x 1200 cm
Dimensi tiang pancang	: Diameter 40 dan 50 cm
Mutu beton	: K 225
Dimensi baja WF	: 150 x 75 x 5 x 7 cm



#### 4.2. PENDAHULUAN

Pada pelaksanaan proyek Perkuatan Tebing Kali Wonokromo terdapat item-item pekerjaan yang meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan CSP, pekerjaan baja, dan pekerjaan retaining wall.

Dari data-data yang sudah diperoleh baik melalui interview secara langsung maupun data tertulis, langkah pertama yang dilakukan yaitu melakukan perbandingan untuk mendapatkan analisa waktu pelaksanaan yang tepat dari tiap-tiap item pekerjaan.

Setelah waktu pelaksanaan dan hubungan antar aktivitasnya diperoleh, langkah selanjutnya adalah membuat jaringan kerja (network planning) durasi normal proyek tersebut, sehingga durasi proyek secara keseluruhan dan aktivitas-aktivitasnya yang kritis dapat diketahui. Dengan didapatkan data-data hasil analisa ini, maka dapat dilakukan analisa selanjutnya, yaitu pengompresan dengan pertukaran biaya dan waktu.

#### 4.3. ASUMSI DAN BATASAN

Asumsi dan batasan proyek ini meliputi :

1. Jam kerja normal yang digunakan adalah 8 jam / hari.
2. Dalam 1 minggu bekerja selama 7 hari.
3. Data analisa waktu diperoleh dari scheduling.

#### 4.4. ANALISA WAKTU PELAKSANAAN PROYEK

Analisa waktu pelaksanaan proyek ini dihitung berdasarkan data dan alokasi sumber daya yang berupa jumlah kebutuhan tenaga kerja pada tiap – tiap aktivitas. Dengan diketahuinya alokasi sumber daya, maka dapat pula diketahui produktivitas tenaga kerja pada masing – masing aktivitas. Sedangkan untuk mengetahui waktu atau durasi lamanya aktivitas adalah :

$$Durasi = \frac{Volume}{Produktivitas} \quad (\text{hari})$$



Contoh perhitungan waktu untuk pekerjaan galian tanggul :

Volume	= 4.041 m <sup>3</sup>
Produktivitas tenaga kerja tiap regu	= 96,21 m <sup>3</sup>
Jumlah regu	= 2 regu
Waktu	= $\frac{4.041}{96,21 \times 2}$
	= 21 hari

Untuk perhitungan waktu selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.2a (Produktivitas Tenaga Kerja) dan tabel 4.2b (Produktivitas Alat Berat).

TABEL 4.1. SKENARIO CRASHING

No	Aktivitas	Lembur 4 jam/hr	Peralatan
I PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Mobilisasi (I)		
2	Mobilisasi (II)		
3	Pengalihan jalur kabel		
II PEKERJAAN TANAH			
4	Galian tanggul (I)		√
5	Galian tanggul (II)	√	√
6	Timbunan tanah luar (I)	√	√
7	Timbunan tanah luar (II)	√	√
8	Timbunan tanah luar (III)	√	√
9	Timbunan tanah kembali	√	√
10	Gebalan rumput	√	
11	Overlay jalan		√
III PEKERJAAN CSP			
12	Pengadaan CSP 32x50x12, (I)	√	√
13	Pengadaan CSP 32x50x12, (II)	√	√
14	Pengadaan CSP 32x50x12, (III)	√	√
15	Pengadaan CSP 32x50x12, (IV)	√	√
16	Pemancangan CSP 32x50x12, (I)	√	√
17	Pemancangan CSP 32x50x12, (II)	√	√
18	Pengadaan TP 40 (I)	√	√
19	Pengadaan TP 40 (II)	√	√
20	Pemancangan TP 40	√	√
21	Pengadaan TP 50	√	√
22	Pemancangan TP 50	√	√
23	Pemotongan CSP untuk Couping	√	
24	Pemotongan TP 40 untuk Couping	√	
25	Pemotongan TP 50 untuk Couping	√	
26	Pembesian (I)	√	
27	Pembesian (II)	√	
28	Pembesian (III)	√	
29	Bekisting (I)	√	
30	Bekisting (II)	√	
31	Beton K225 (I)	√	
32	Beton K225 (II)	√	
33	Elastis join (I)	√	
34	Elastis join (II)	√	
35	Perancah bambu (I)	√	
36	Perancah bambu (II)	√	
IV PEKERJAAN BAJA			
37	Pengadaan baja WF 150x75x5x7	√	
38	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (I)	√	
39	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (II)	√	
40	Pengadaan dan pemasangan sling baja (I)	√	
41	Pengadaan dan pemasangan sling baja (II)	√	
V PEKERJAAN RETAINING WALL			
42	Pondasi Strouss	√	
43	Pembesian	√	
44	Bekisting	√	
45	Beton K225	√	

Catatan : Untuk pekerjaan yang menggunakan alat berat semula menggunakan satu alat berat, namun setelah dilakukan Crashing terjadi penambahan alat berat menjadi dua alat berat hal ini dilakukan untuk mengejar keterlambatan

TABEL 4.2a. PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA

No	Aktivitas	Durasi	Vol	Sat	Produktivitas yang	Anggota	Jumlah	Produktivitas		
		Hari			Ingin Dicapai			Regu Kerja	Tiap Regu Pekerja	
					Hari			Org	Pekerjaan	Hari
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
					6 = 4 / 3			9 = 6 / 8	10 = 9 / 8	
	<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>									
1	Mobilisasi (I)	7	1 00	Ls	0.14	2.00	1.00	0.14	0.02	
2	Mobilisasi (II)	14	1 00	Ls	0.07	2.00	1.00	0.07	0.01	
3	Pengalihan jalur kabel	7	4 00	Tk	0.57	2.00	1.00	0.57	0.07	
	<b>II PEKERJAAN TANAH</b>									
4	Galian tanggul (I)	21	4 041 00	M3	192.43	3.00	2.00	96.21	12.03	
5	Galian tanggul (II)	7	406 78	M3	58.11	3.00	2.00	29.06	3.63	
6	Timbunan tanah luar (I)	7	593 58	M3	84.80	3.00	2.00	42.40	5.30	
7	Timbunan tanah luar (II)	14	4 119 83	M3	294.27	3.00	2.00	147.14	18.39	
8	Timbunan tanah luar (III)	28	8 239 67	M3	294.27	3.00	2.00	147.14	18.39	
9	Timbunan tanah kembali	7	3 097 96	M3	442.57	3.00	2.00	221.28	27.66	
10	Gebalan rumput	7	2 299 58	M2	328.51	3.00	2.00	164.26	20.53	
11	Overlay jalan	7	250 00	M2	35.71	3.00	2.00	17.86	2.23	
	<b>III PEKERJAAN CSP</b>									
12	Pengadaan CSP 32x50x12, (I)	14	4 800 00	M	342.86	4.00	3.00	114.29	14.29	
13	Pengadaan CSP 32x50x12, (II)	14	4 800 00	M	342.86	4.00	3.00	114.29	14.29	
14	Pengadaan CSP 32x50x12, (III)	14	4 800 00	M	342.86	4.00	3.00	114.29	14.29	
15	Pengadaan CSP 32x50x12, (IV)	7	2 400 00	M	342.86	4.00	3.00	114.29	14.29	
16	Pemancangan CSP 32x50x12, (I)	35	4 735 29	M	135.29	4.00	2.00	67.65	8.46	
17	Pemancangan CSP 32x50x12, (II)	84	11 364 71	M	135.29	4.00	2.00	67.65	8.46	
18	Pengadaan TP 40 (I)	28	2 441 14	M	87.18	4.00	3.00	29.06	3.63	
19	Pengadaan TP 40 (II)	21	1 830 86	M	87.18	4.00	3.00	29.06	3.63	
20	Pemancangan TP 40	60	2 702 50	M	45.04	4.00	2.00	22.52	2.82	
21	Pengadaan TP 50	7	576 00	M	82.29	4.00	3.00	27.43	3.43	
22	Pemancangan TP 50	7	564 00	M	80.57	4.00	2.00	40.29	5.04	

TABEL 4.2a. PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA

No	Aktivitas	Durasi		Sat	Produktivitas yang Ingin Dicapai	Anggota Regu Kerja	Jumlah Regu	Produktivitas Tiap Regu Pekerja	
		3	4					8	10
		Harl	Harl		8	Org	Pekerjaan	Harl	Jam
					6 = 4 / 3			9 = 8 / 8	10 = 8 / 8
23	Pemotongan CSP untuk Couping	120	1,400.00	Ttk	11.67	3.00	3.00	3.89	0.49
24	Pemotongan TP 40 untuk Couping	21	66.00	Ttk	3.14	3.00	3.00	1.05	0.13
25	Pemotongan TP 50 untuk Couping	14	16.00	Ttk	1.14	3.00	3.00	0.38	0.05
26	Pembesian (I)	21	11,614.44	Kg	553.07	3.00	5.00	110.61	13.83
27	Pembesian (II)	14	7,742.96	Kg	553.07	3.00	5.00	110.61	13.83
28	Pembesian (III)	44	2,802.75	Kg	63.70	3.00	5.00	12.74	1.59
29	Bekisting (I)	21	418.43	M2	19.93	3.00	5.00	3.99	0.50
30	Bekisting (II)	28	557.90	M2	19.93	3.00	5.00	3.99	0.50
31	Beton K225 (I)	14	31.52	M3	2.25	4.00	5.00	0.45	0.06
32	Beton K225 (II)	74	166.61	M3	2.25	4.00	5.00	0.45	0.06
33	Elastis join (I)	14	2.26	M2	0.16	4.00	4.00	0.04	0.01
34	Elastis join (II)	74	11.95	M2	0.16	4.00	4.00	0.04	0.01
35	Perancah bambu (I)	14	63.64	M	4.55	3.00	3.00	1.52	0.19
36	Perancah bambu (II)	30	136.36	M	4.55	3.00	3.00	1.52	0.19
<b>IV PEKERJAAN BAJA</b>									
37	Pengadaan baja WF 150x75x5x7	28	18,856.60	Kg	673.45	4.00	5.00	134.69	16.84
38	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (I)	21	5,999.83	Kg	285.71	4.00	3.00	95.24	11.90
39	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (II)	45	12,856.77	Kg	285.71	4.00	5.00	57.14	7.14
40	Pengadaan dan pemasangan sling baja (I)	14	225.97	M	16.14	4.00	2.00	8.07	1.01
41	Pengadaan dan pemasangan sling baja (II)	14	225.97	M	16.14	4.00	2.00	8.07	1.01
<b>V PEKERJAAN RETAINING WALL</b>									
42	Pondasi Strouss	24	520.00	M	21.67	3.00	3.00	7.22	0.90
43	Pembesian	14	2,952.56	Kg	210.90	3.00	3.00	70.30	8.79
44	Bekisting	14	312.12	M2	22.29	3.00	3.00	7.43	0.93
45	Beton K225	7	31.34	M3	4.48	4.00	2.00	2.24	0.28

TABEL 4.2b. PRODUKTIVITAS ALAT BERAT

NO	AKTIVITAS	DURASI	VOL	SAT	PRODUKTIVITAS YANG	ANGGOTA	JUMLAH	PRODUKTIVITAS	
		HARI			INGIN DICAPAI	REGU PEKERJA		REGU	TIAP REGU PEKERJA
A	B	C	D	E	SATUAN/HARI	ORG	PEKERJA	SAT/HARI	SAT/JAM
					F = D / C	G	H	I = F / B	J = I / B
	I PEKERJAAN PERSIAPAN								
	II PEKERJAAN TANAH								
1	Galian tanggul (I)	21	4.041,00	M3	192,43	1 Operataor Alat	1	192.428571	192,43
2	Galian tanggul (II)	7	406,78	M3	58,11	1 Operataor Alat	1	58.1114286	58,11
3	Timbunan tanah luar (I)	7	593,58	M3	84,80	2 Operataor Alat	2	42.3985714	21,20
4	Timbunan tanah luar (II)	14	4.119,83	M3	294,27	2 Operataor Alat	2	147.136786	73,57
5	Timbunan tanah luar (III)	28	8.239,67	M3	294,27	2 Operataor Alat	2	147.136964	73,57
6	Timbunan tanah kembali	7	3.097,96	M3	442,57	1 Operataor Alat	1	442.565714	442,57
7	Overlay jalan	7	250,00	M2	35,71	1 Operataor Alat	1	35.7142857	35,71
	III PEKERJAAN CSP								
8	Pengadaan CSP 32x50x12 (I)	14	4.800,00	M	342,86	1 Operataor Alat	1	342.857143	342,86
9	Pengadaan CSP 32x50x12 (II)	14	4.800,00	M	342,86	1 Operataor Alat	1	342.857143	342,86
10	Pengadaan CSP 32x50x12 (III)	14	4.800,00	M	342,86	1 Operataor Alat	1	342.857143	342,86
11	Pengadaan CSP 32x50x12 (IV)	7	2.400,00	M	342,86	1 Operataor Alat	1	342.857143	342,86
12	Pemancangan CSP 32x50x12, (I)	35	4.735,29	M	135,29	2 Operataor Alat	2	67.647	33,82
13	Pemancangan CSP 32x50x12, (II)	84	11.364,71	M	135,29	2 Operataor Alat	2	67.6470833	33,82
14	Pengadaan TP 40 (I)	28	2.441,14	M	87,18	1 Operataor Alat	1	87.1835714	87,18
15	Pengadaan TP 40 (II)	21	1.830,86	M	87,18	1 Operataor Alat	1	87.1838095	87,18
16	Pemancangan TP 40	60	2.702,50	M	45,04	2 Operataor Alat	2	22.5208333	11,26
17	Pengadaan TP 50	7	576,00	M	82,29	1 Operataor Alat	1	82.2857143	82,29
18	Pemancangan TP 50	7	564,00	M	80,57	2 Operataor Alat	2	40.2857143	20,14
	IV PEKERJAAN BAJA								
	V PEKERJAAN RETAINING WALL								

#### 4.5. RENCANA JADWAL PROYEK

Rencana jadwal proyek yang diperoleh dalam bentuk diagram balok, selanjutnya dapat diketahui hubungan aktivitas satu dengan aktivitas lain, sehingga keterkaitan antar aktivitas tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3.

#### 4.6. PEMBUATAN ARROW NETWORK DIAGRAM (JARINGAN KERJA)

Setelah didapatkan logika ketergantungan antar aktivitas (predecessor – successor), serta durasi masing-masing aktivitas. Langkah selanjutnya yaitu membuat jaringan kerja (Network Planning).

Sesuai dengan diagram Network Jaringan Kerja Proyek Perkuatan Tebing Kali Wonokromo (terlampir), dapat diketahui, *Normal Duration* dari proyek ini adalah 223 hari, dengan lintasan kritis pada aktivitas :

A1 – G1 – (C1 – B – C2 – P1 dan H1 – L – Q1 – U – V2 – Y – X – D3) – (R1 – AB – S2 – P3 – E dan S1).

Detail schedule dan lintasan kritis *normal duration* dapat dilihat pada lampiran I.

Tabel 4.2 LOGIKA KETERKAITAN ANTAR AKTIVITAS

No	Aktivitas	Kode	Durasi (Hari)	Predecessor
1	Mob/ demob peralatan	A	7	-
2	Pengalihan jalur kabel	B	14	C
3	Rekondisi parapet rembesan			
4	Galian tanah tanggul	C	7	J
5	Galian tanah tanggul	D	7	C
6	Timbunan tanah dari luar	E	14	Dummy 1
7	Timbunan tanah dari luar	F	28	D
8	Timunan tanah kembali	G	7	C
9	Gebalan rumput	H	7	I,F
10	Overlay Jalan	I	7	G
11	Pengadaan CSP 32 x 50 x 12 m	J	14	A
12	Pemancangan CSP 32 x 50 x 12 m	K	14	A
13	Pengadaan TP $\Phi$ 40 cm	L	7	N
14	Pemancangan TP $\Phi$ 40 cm	M	35	L,B
15	Pengadaan TP $\Phi$ 50 cm	N	84	K
16	Pemancangan TP $\Phi$ 50 cm	O	28	K
17	Pemotongan CSP untuk coupling	P	21	K
18	Pemotongan TP $\Phi$ 40 untuk coupling	Q	60	M
19	Pemotongan TP $\Phi$ 50 untuk coupling	R	7	O
20	Pembesian	S	7	Q,R,P
21	Pembesian	T	120	S
22	Bekisting	U	21	S
23	Beton K225	V	14	Dummy 2
24	Elastis Joint	W	21	Dummy 3
25	Pekerjaan Perancah Bambu	X	14	U
26	Pengadaan Baja WF 150 x 75 x 5 x 7	Y	14	A
27	Pemasangan Baja WF 150 x 75 x 5 x 7	Z	74	Y
28	Pengadaan dan pemasangan sling baja	AA	14	Z
29	Pondasi strauss $\Phi$ 30 cm - 10 cm	AB	0	AA
30	Pembesian	AC	0	AB
31	Begesting	AD	28	AC
32	Beton K 225	AE	21	AD

## BAB V PERHITUNGAN BIAYA PROYEK

### 5.1. PENDAHULUAN

Dalam perhitungan biaya proyek berikut ini, langkah-langkah perhitungan biaya proyek akan diuraikan secara terinci. Diantaranya adalah *Normal Cost (Nc)*, *Crash Cost (Cc)*, *Normal Duration (Nd)*, *Crash Duration (Cd)* dan *Cost Slope*. Dalam pembahasan, digunakan dua (2) alternatif penyelesaian, yaitu :

- a. Alternatif 1 : Penambahan Jam Kerja Lembur
- b. Alternatif 2 : Penambahan Kapasitas Alat Berat + Regu Kerja

Setelah perhitungan *Cost Slope* diketahui, langkah selanjutnya adalah memasukkan data-data yang diperlukan dalam program QM untuk mengetahui *Crash Cost* dan *Crash Schedule*. Hasil output QM nantinya dianalisa sehingga dapat diketahui biaya dan waktu optimum, serta waktu terpendek proyek tersebut dapat diselesaikan.

### 5.2. MENENTUKAN BESAR BIAYA AKTIVITAS PROYEK

Biaya aktivitas proyek dibedakan menjadi dua pokok biaya yaitu, *biaya langsung* dan *biaya tak langsung*. Nilai kontrak untuk proyek pembangunan perkuatan tebing wonokromo adalah sebesar Rp. 9.285.949.000,-. Biaya tak langsung sebesar Rp. 390.444.000,- yang meliputi biaya personil dilapangan, m pengujian terhadap bahan dan peralatan, resiko kerusakan seerta pengelolaan kebersihan. Sedangkan biaya langsung sebesar Rp. 8.895.504.000,- meliputi biaya bahan, peralatan dan upah pekerja. Jadi biaya kontrak adalah total dari biaya langsung dan biaya tak langsung.

$$\begin{aligned}\text{Biaya Kontrak} &= \text{Biaya langsung} + \text{biaya tak langsung} \\ &= \text{Rp. } 8.895.504.000 + \text{Rp. } 390.444.000 \\ &= \text{Rp. } 9.285.949.000\end{aligned}$$



### 5.2.1. Biaya Langsung

Biaya langsung adalah biaya yang langsung berhubungan dengan konstruksi / bangunan. Biaya langsung didapat dengan mengalikan volume / kuantitas suatu pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan tersebut. Harga satuan pekerjaan tersebut terdiri dari harga bahan, upah tenaga kerja dan peralatan.

$$\text{Biaya Langsung} = \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

Hal – hal yang perlu diperhatikan pada perhitungan biaya langsung :

1. Bahan bangunan
2. Upah tenaga kerja
3. Peralatan

#### a. Biaya sewa alat berat

Besar biaya aktivitas proyek untuk alat berat diperhitungkan sendiri. Perhitungan besar biaya sewa alat berat terdapat pada tabel 5.2.1.1

#### b. Biaya aktivitas pekerjaan

Perhitungan biaya aktivitas pekerjaan dalam perhitungannya menggunakan satuan volume dari setiap item pekerjaan. Biaya aktivitas pekerjaan diperoleh dari perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan setiap aktivitas. Perhitungan besar biaya berdasar aktivitas pekerjaan dapat dilihat pada tabel 5.2.1.2

Rekapitulasi biaya langsung dapat dilihat pada tabel 5.2.1.3.

### 5.2.2. Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung dibedakan terdiri dari :

#### 1. Kontigensi (*Biaya Tak Terduga*)

Kontigensi adalah biaya untuk kejadian – kejadian yang mungkin bisa terjadi, mungkin tidak. Misalnya naiknya muka air tanah, banjir, longsornya tanah dan sebagainya.

## *2. Overhead Cost*

Biaya overhead meliputi biaya untuk operasi perusahaan secara keseluruhan, terlepas dari ada atau tidak adanya kontrak yang sedang ditangani.

## *3. Profit (Keuntungan)*

Untuk inilah seorang mau mengambil resiko menjadi rekanan / kontraktor. Kalau tanpa keuntungan, siapa yang mau menjadi rekanan. Karena itu perlu diingat bahwa keuntungan tidak sama dengan gaji. Keuntungan adalah hasil jerih payah dari keahlian ditambah hasil dari faktor resiko.

Semua jenis biaya diatas (tanpa keuntungan) adalah biaya yang mau tidak mau harus dikeluarkan. Jadi tidak dapat dikurangi (kecuali mengadakan pelanggaran). Maka satu-satunya biaya yang dapat ditambah atau dikurangi adalah keuntungan. Bila ingin memenangkan suatu tender sedangkan saingan cukup besar, maka harus ada keberanian untuk menurunkan harga penawaran dengan mengurangi keuntungan.

Perhitungan biaya tak langsung dapat dilihat pada tabel 5.2.2.

TABEL 5.2.1.1a HARGA SATUAN

No	Aktivitas	Vol	Sat	Bahan	Peralatan	Upah	Total Har Sat Pekerjaan
<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>							
1	Mobilisasi (I)	0.34	Ls	0.00	0.00	0.00	12.811,200.00
2	Mobilisasi (II)	0.66	Ls	0.00	0.00	0.00	24.868,800.00
3	Pengalihan jalur kabel	4.00	Ttk	0.00	0.00	0.00	92.232,000.00
<b>II PEKERJAAN TANAH</b>							
4	Galian tanggul (I)	4,041.00	M3	0.00	33,264,000.00	14,162.50	90.494.662.50
5	Galian tanggul (II)	406.78	M3	0.00	11,088,000.00	12,635.00	16.227.665.30
6	Timbunan tanah luar (I)	593.58	M3	42,900.00	22,484,000.00	5,307.50	51.099.007.85
7	Timbunan tanah luar (II)	4,119.83	M3	39,000.00	44,968,000.00	5,307.50	227.507.367.73
8	Timbunan tanah luar (III)	8,239.67	M3	39,000.00	89,936,000.00	5,307.50	455.015.178.53
9	Timbunan tanah kembali	3,097.96	M3	0.00	22,484,000.00	8,706.50	49.456.388.74
10	Gebalan rumput	2,299.58	M2	1,500.00	0.00	2,570.00	9.359.290.60
11	Qverlay jalan	250.00	M2	48,960.00	7,000,000.00	7,980.48	21.235.120.00
<b>III PEKERJAAN CSP</b>							
12	Pengadaan CSP 32x50x12, (I)	4,800.00	M'	283,800.00	22,792,000.00	6,235.00	1.414.960.000.00
13	Pengadaan CSP 32x50x12, (II)	4,800.00	M'	283,800.00	22,792,000.00	6,235.00	1.414.960.000.00
14	Pengadaan CSP 32x50x12, (III)	4,800.00	M'	283,800.00	22,792,000.00	6,235.00	1.414.960.000.00
15	Pengadaan CSP 32x50x12, (IV)	2,400.00	M'	283,800.00	11,396,000.00	6,235.00	707.480.000.00
16	Pemancangan CSP 32x50x12, (I)	4,735.29	M'	0.00	87,010,000.00	5,043.04	110.890.256.88
17	Pemancangan CSP 32x50x12, (II)	11,364.71	M'	0.00	208,824,000.00	5,043.04	266.136.687.12
18	Pengadaan TP 40 (I)	2,441.14	M'	272,000.00	45,584,000.00	638.00	711.131.527.32
19	Pengadaan TP 40 (II)	1,830.86	M'	272,000.00	34,188,000.00	638.00	533.350.008.68
20	Pemancangan TP 40	2,702.50	M'	15,075.00	149,160,000.00	10,607.58	218.567.172.45
21	Pengadaan TP 50	576.00	M'	314,000.00	11,396,000.00	1,925.00	193.368.800.00
22	Pemancangan TP 50	564.00	M'	20,100.00	17,402,000.00	10,607.58	34.721.075.12

TABEL 5.2.1.1a HARGA SATUAN

No	Aktivitas	Vol	Sat	Bahan	Peralatan	Upah	Total Har Sat Pekerjaan
23	Pemotongan CSP untuk Couping	1,400.00	Ttk	0.00	0.00	19,853.45	27,794,830.00
24	Pemotongan TP 40 untuk Couping	66.00	Ttk	0.00	0.00	37,280.00	2,460,480.00
25	Pemotongan TP 50 untuk Couping	16.00	Ttk	0.00	0.00	42,230.00	675,680.00
26	Pembesian (I)	11,614.44	Kg	5,321.00	0.00	2,151.88	86,793,316.39
27	Pembesian (II)	7,742.96	Kg	4,901.00	0.00	2,151.88	54,610,167.72
28	Pembesian (III)	2,802.75	Kg	4,901.00	0.00	2,151.88	19,767,459.42
29	Bekisting (I)	418.43	M2	51,461.07	0.00	24,804.50	31,911,802.46
30	Bekisting (II)	557.90	M2	51,461.07	0.00	24,804.50	42,548,561.50
31	Beton K225 (I)	31.52	M3	249,000.00	0.00	122,404.72	11,706,676.77
32	Beton K225 (II)	166.61	M3	249,000.00	0.00	122,404.72	61,879,740.40
33	Elastis join (I)	2.26	M2	70,100.00	0.00	100,000.00	384,426.00
34	Elastis join (II)	11.95	M2	70,100.00	0.00	100,000.00	2,032,695.00
35	Perancah bambu (I)	63.64	M'	3,125.00	0.00	1,699.50	307,031.18
36	Perancah bambu (II)	136.36	M'	3,125.00	0.00	1,699.50	657,868.82
<b>IV PEKERJAAN BAJA</b>							
37	Pengadaan baja WF 150x75x5x7	18,856.60	Kg	9,500.00	0.00	1,416.25	205,843,359.75
38	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (I)	5,999.83	Kg	6,030.00	0.00	2,653.75	52,101,023.76
39	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (II)	12,856.77	Kg	6,030.00	0.00	2,653.75	111,644,976.49
40	Pengadaan dan pemasangan sling baja (I)	225.97	M'	12,200.00	0.00	4,420.08	3,755,556.38
41	Pengadaan dan pemasangan sling baja (II)	225.97	M'	12,200.00	0.00	4,420.08	3,755,556.38
<b>V PEKERJAAN RETAINING WALL</b>							
42	Pondasi Strouss	520.00	M'	87,078.51	0.00	4,793.60	47,773,497.20
43	Pembesian	2,952.56	Kg	4,901.00	0.00	2,151.87	20,824,021.85
44	Bekisting	312.12	M2	51,461.07	0.00	24,804.50	23,804,009.71
45	Beton K225	31.34	M3	249,000.00	0.00	122,404.72	11,639,823.92



TABEL 5.2.1.1b RENCANA ANGGARAN BIAYA ALAT BERAT

No	Aktivitas	Durasi ( Hari )	Excavator ( Rp/hari )	Crawl Crane ( Rp/hari )	Bulldozer ( Rp/hari )	Pile Hammer ( Rp/hari )	Tandem Roller ( Rp/hari )	Biaya ( Rp )
25	Pemotongan TP 50 untuk Couping	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	Pembesian (I)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	Pembesian (II)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	Pembesian (III)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	Bekisting (I)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	Bekisting (II)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	Beton K225 (I)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	Beton K225 (II)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	Elastis join (I)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	Elastis join (II)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	Perancah bambu (I)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	Perancah bambu (II)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL III</b>								<b>633,336,000.00</b>
<b>IV PEKERJAAN BAJA</b>								
37	Pengadaan baja WF 150x75x5x7	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (I)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (II)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	Pengadaan dan pemasangan sling baja (I)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	Pengadaan dan pemasangan sling baja (II)	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL IV</b>								<b>0.00</b>
<b>V PEKERJAAN RETAINING WALL</b>								
42	Pondasi Strouss	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	Pembesian	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	Bekisting	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45	Beton K225	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL V</b>								<b>0.00</b>
<b>TOTAL BIAYA PEMAKAIAN ALAT BERAT</b>								<b>864,560,000.00</b>

TABEL 5.2.1.2a RENCANA ANGGARAN BIAYA BAHAN

No	Aktivitas	Volume	Sat	Harga Sat Bahan	Total Har Sat
<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
1	Mobilisasi (I)	1 00	Ls	0 00	0 00
2	Mobilisasi (II)	1 00	Ls	0 00	0 00
3	Pengalihan jalur kabel	4 00	Ttk	0 00	0 00
<b>TOTAL I</b>					<b>0.00</b>
<b>II PEKERJAAN TANAH</b>					
4	Galian tanggul (I)	4,041 00	M3	0 00	0 00
5	Galian tanggul (II)	406 78	M3	0 00	0 00
6	Timbunan tanah luar (I)	593 58	M3	42,900 00	25,464,562 00
7	Timbunan tanah luar (II)	4 119 83	M3	39 000 00	160 673,370 00
8	Timbunan tanah luar (III)	8,239 67	M3	39 000 00	321,347,130 00
9	Timbunan tanah kembali	3,097 96	M3	0 00	0 00
10	Gebalan rumput	2,299 58	M2	1,500 00	3 449,370 00
11	Overlay jalan	250 00	M2	48 960 00	12 240,000 00
<b>TOTAL II</b>					<b>523,174,452.00</b>
<b>III PEKERJAAN CSP</b>					
12	Pengadaan CSP 32x50x12, (I)	4 800 00	M'	283 800 00	1,362 240,000 00
13	Pengadaan CSP 32x50x12, (II)	4 800 00	M'	283 800 00	1,362 240,000 00
14	Pengadaan CSP 32x50x12, (III)	4 800 00	M'	283 800 00	1,362 240 000 00
15	Pengadaan CSP 32x50x12, (IV)	2 400 00	M'	283 800 00	681,120 000 00
16	Pemancangan CSP 32x50x12, (I)	4 735 29	M'	0 00	0 00
17	Pemancangan CSP 32x50x12 (II)	11 364 71	M'	0 00	0 00
18	Pengadaan TP 40 (I)	2 441 14	M'	272 000 00	663 960 000 00
19	Pengadaan TP 40 (II)	1,830 86	M'	272 000 00	497 993,920 00
20	Pemancangan TP 40	2 702 50	M'	15,075 00	40 740,187 50
21	Pengadaan TP 50	vr59 576 00	M'	314,000 00	180 864,000 00
22	Pemancangan TP 50	564 00	M'	20,100 00	11,336,400 00
23	Pemotongan CSP untuk Couping	1,400 00	Ttk	0 00	0 00
24	Pemotongan TP 40 untuk Couping	66 00	Ttk	0 00	0 00
25	Pemotongan TP 50 untuk Couping	16 00	Ttk	0 00	0 00
26	Pembesian (I)	11,614 44	Kg	5,321 00	61 800,435 24
27	Pembesian (II)	7,742 96	Kg	4,901 00	37,948,246 96
28	Pembesian (III)	2,802 75	Kg	4,901 00	13,736,277 75
29	Bekisting (I)	418 43	M2	51,461 07	21,532,855 52
30	Bekisting (II)	557 90	M2	51,461 07	28 710,130 95
31	Beton K225 (I)	31 52	M3	249,000 00	7,848,480 00
32	Beton K225 (II)	166 61	M3	249,000 00	41,485,890 00
33	Elastis join (I)	2 26	M2	70,100 00	158 426 00
34	Elastis join (II)	11 95	M2	70,100 00	837,695 00
35	Perancah bambu (I)	63 64	M'	3,125 00	198,875 00
36	Perancah bambu (II)	136 36	M'	3,125 00	426,125 00
<b>TOTAL III</b>					<b>6,377,448,024.92</b>
<b>IV PEKERJAAN BAJA</b>					
37	Pengadaan baja WF 150x75x5x7	18,856 60	Kg	9,500 00	179,137,700 00
38	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (I)	5,999 83	Kg	6,030 00	36,178,974 90
39	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (II)	12,856 77	Kg	6,030 00	77,526,323 10
40	Pengadaan dan pemasangan sling baja (I)	225 97	M'	12,200 00	2,756,773 00
41	Pengadaan dan pemasangan sling baja (II)	225 97	M'	12,200 00	2,756,773 00
<b>TOTAL IV</b>					<b>298,356,544.00</b>
<b>V PEKERJAAN RETAINING WALL</b>					
42	Pondasi Strouss	520 00	M'	87,078 51	45,280,825 20
43	Pembesian	2,952 56	Kg	4,901 00	14,470,496 56
44	Bekisting	312 12	M2	51,461 07	16,062,029 17
45	Beton K225	31 34	M3	249 000 00	7 803,660 00
<b>TOTAL V</b>					<b>83,617,010.93</b>

TABEL 5.2.1.2b RENCANA ANGGARAN BIAYA UPAH TENAGA KERJA

No	Aktivitas	Volume	Sat	Harga Sat Upah	Total Har Sat
<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
1	Mobilisasi (I)	1 00	Ls		0 00
2	Mobilisasi (II)	1 00	Ls		0 00
3	Pengalihan jalur kabel	4 00	Tik		0 00
<b>TOTAL I</b>					<b>0 00</b>
<b>II PEKERJAAN TANAH</b>					
4	Galian tanggul (I)	4,041 00	M3	14,182 50	57,230,862 50
5	Galian tanggul (II)	406 78	M3	12,635 00	5,139,665 30
6	Timbunan tanah luar (I)	563 58	M3	5,307 50	3,150,425 85
7	Timbunan tanah luar (II)	4,119 83	M3	5,307 50	21,885,967 73
8	Timbunan tanah luar (III)	8,239 67	M3	5,307 50	43,732,048 53
9	Timbunan tanah kembali	3,097 96	M3	8,706 50	26,972,388 74
10	Gebalan rumput	2,299 58	M2	2,570 00	5,909,920 80
11	Overlay jalan	250 00	M2	7,980 48	1,995,120 00
<b>TOTAL II</b>					<b>166,996,229 24</b>
<b>III PEKERJAAN CSP</b>					
12	Pengadaan CSP 32x50x12, (I)	4,800 00	M <sup>3</sup>	6,235 00	29,928,000 00
13	Pengadaan CSP 32x50x12, (II)	4,800 00	M <sup>3</sup>	6,235 00	29,928,000 00
14	Pengadaan CSP 32x50x12, (III)	4,800 00	M <sup>3</sup>	6,235 00	29,928,000 00
15	Pengadaan CSP 32x50x12, (IV)	2,400 00	M <sup>3</sup>	6,235 00	14,964,000 00
16	Pemancangan CSP 32x50x12, (I)	4,735 29	M <sup>3</sup>	5,043 04	23,880,256 88
17	Pemancangan CSP 32x50x12, (II)	11,364 71	M <sup>3</sup>	5,043 04	57,312,687 12
18	Pengadaan TP 40 (I)	2,441 14	M <sup>3</sup>	638 00	1,557,447 32
19	Pengadaan TP 40 (II)	1,830 86	M <sup>3</sup>	638 00	1,168,088 88
20	Pemancangan TP 40	2,702 50	M <sup>3</sup>	10,607 58	28,666,984 95
21	Pengadaan TP 50	576 00	M <sup>3</sup>	1,925 00	1,108,800 00
22	Pemancangan TP 50	564 00	M <sup>3</sup>	10,607 58	5,982,675 12
23	Pemotongan CSP untuk Couping	1,400 00	Tik	19,853 45	27,794,830 00
24	Pemotongan TP 40 untuk Couping	66 00	Tik	37,280 00	2,460,480 00
25	Pemotongan TP 50 untuk Couping	18 00	Tik	42,230 00	875,680 00
26	Pembesian (I)	11,614 44	Kg	2,151 88	24,992,861 15
27	Pembesian (II)	7,742 96	Kg	2,151 88	16,661,920 76
28	Pembesian (III)	2,602 75	Kg	2,151 88	6,031,181 67
29	Bekisting (I)	418 43	M2	24,804 50	10,378,946 94
30	Bekisting (II)	557 90	M2	24,804 50	13,838,430 55
31	Beton K225 (I)	31 52	M3	122,404 72	3,858,196 77
32	Beton K225 (II)	166 61	M3	122,404 72	20,393,850 40
33	Elastis join (I)	2 26	M2	100,000 00	226,000 00
34	Elastis join (II)	11 95	M2	100,000 00	1,195,000 00
35	Perancah bambu (I)	83 64	M <sup>3</sup>	1,699 50	140,816 80
36	Perancah bambu (II)	136 36	M <sup>3</sup>	1,699 50	231,743 82
<b>TOTAL III</b>					<b>353,272,238 31</b>
<b>IV PEKERJAAN BAJA</b>					
37	Pengadaan baja WF 150x75x5x7	18,856 60	Kg	1,416 25	26,705,659 75
38	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (I)	5,999 83	Kg	2,653 75	15,922,048 86
39	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (II)	12,856 77	Kg	2,653 75	34,118,653 39
40	Pengadaan dan pemasangan sling baja (I)	225 97	M <sup>3</sup>	4,420 08	998,783 38
41	Pengadaan dan pemasangan sling baja (II)	225 97	M <sup>3</sup>	4,420 08	998,783 38
<b>TOTAL IV</b>					<b>78,743,928 75</b>
<b>V PEKERJAAN RETAINING WALL</b>					
42	Pondasi Strouss	520 00	M <sup>3</sup>	4,793 60	2,492,672 00
43	Pembesian	2,952 56	Kg	2,151 88	6,353,525 29
44	Bekisting	312 12	M2	24,804 50	7,741,980 54
45	Beton K225	31 34	M3	122,404 72	3,836,163 92
<b>TOTAL V</b>					<b>20,424,341 75</b>
<b>JUMLAH TOTAL</b>					<b>618,436,738 06</b>



TABEL 5.2.1.3 REKAPITULASI BIAYA LANGSUNG

No	Aktivitas	BIAYA			BIAYA LANGSUNG
		ALAT BERAT ( Rp )	BAHAN ( Rp )	TENAGA KERJA ( Rp )	
<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
1	Mobilisasi (I)	0,00	0,00	0,00	12.811.200,00
2	Mobilisasi (II)	0,00	0,00	0,00	24.868.800,00
3	Pengalihan jalur kabel	0,00	0,00	0,00	92.232.000,00
<b>TOTAL I</b>					<b>129.912.000,00</b>
<b>II PEKERJAAN TANAH</b>					
4	Galian tanggul (I)	33.264.000,00	0,00	57.230.662,50	90.494.662,50
5	Galian tanggul (II)	11.088.000,00	0,00	5.139.665,30	16.227.665,30
6	Timbunan tanah luar (I)	22.484.000,00	25.464.582,00	3.150.425,85	51.099.007,85
7	Timbunan tanah luar (II)	44.968.000,00	160.673.370,00	21.865.997,73	227.507.367,73
8	Timbunan tanah luar (III)	89.936.000,00	321.347.130,00	43.732.048,53	455.015.178,53
9	Timbunan tanah kembali	22.484.000,00	0,00	26.972.388,74	49.456.388,74
10	Gebalan rumput	0,00	3.449.370,00	5.909.920,60	9.359.290,60
11	Qverlay jalan	7.000.000,00	12.240.000,00	1.995.120,00	21.235.120,00
<b>TOTAL II</b>					<b>920.394.681,24</b>
<b>III PEKERJAAN CSP</b>					
12	Pengadaan CSP 32x50x12, (I)	22.792.000,00	1.362.240.000,00	29.928.000,00	1.414.960.000,00
13	Pengadaan CSP 32x50x12, (II)	22.792.000,00	1.362.240.000,00	29.928.000,00	1.414.960.000,00
14	Pengadaan CSP 32x50x12, (III)	22.792.000,00	1.362.240.000,00	29.928.000,00	1.414.960.000,00
15	Pengadaan CSP 32x50x12, (IV)	11.396.000,00	681.120.000,00	14.964.000,00	707.480.000,00
16	Pemancangan CSP 32x50x12, (I)	87.010.000,00	0,00	23.880.256,88	110.890.256,88
17	Pemancangan CSP 32x50x12, (II)	208.824.000,00	0,00	57.312.687,12	266.136.687,12
18	Pengadaan TP 40 (I)	45.584.000,00	663.990.080,00	1.557.447,32	711.131.527,32
19	Pengadaan TP 40 (II)	34.188.000,00	497.993.920,00	1.168.088,68	533.350.008,68
20	Pemancangan TP 40	149.160.000,00	40.740.187,50	28.666.984,95	218.567.172,45
21	Pengadaan TP 50	11.396.000,00	180.864.000,00	1.108.800,00	193.368.800,00

TABEL 5.2.1.3 REKAPITULASI BIAYA LANGSUNG

No	Aktivitas	BIAYA			BIAYA LANGSUNG
		ALAT BERAT ( Rp )	BAHAN ( Rp )	TENAGA KERJA ( Rp )	
22	Pemancangan TP 50	17,402,000.00	11,338,400.00	5,982,675.12	34,721,075.12
23	Pemotongan CSP untuk Couping	0.00	0.00	27,794,830.00	27,794,830.00
24	Pemotongan TP 40 untuk Couping	0.00	0.00	2,460,480.00	2,460,480.00
25	Pemotongan TP 50 untuk Couping	0.00	0.00	675,680.00	675,680.00
26	Pembesian (I)	0.00	61,800,435.24	24,992,881.15	86,793,316.39
27	Pembesian (II)	0.00	37,948,246.96	16,661,920.76	54,610,167.72
28	Pembesian (III)	0.00	13,736,277.75	6,031,181.67	19,767,459.42
29	Bekisting (I)	0.00	21,532,855.52	10,378,946.94	31,911,802.46
30	Bekisting (II)	0.00	28,710,130.95	13,838,430.55	42,548,561.50
31	Beton K225 (I)	0.00	7,848,480.00	3,858,196.77	11,706,676.77
32	Beton K225 (II)	0.00	41,485,890.00	20,393,850.40	61,879,740.40
33	Elastis join (I)	0.00	158,426.00	226,000.00	384,426.00
34	Elastis join (II)	0.00	837,695.00	1,195,000.00	2,032,695.00
35	Perancah bambu (I)	0.00	198,875.00	108,156.18	307,031.18
36	Perancah bambu (II)	0.00	426,125.00	231,743.82	657,868.82
	<b>TOTAL III</b>				<b>7,364,056,263.23</b>
<b>IV</b>	<b>PEKERJAAN BAJA</b>				
37	Pengadaan baja WF 150x75x5x7	0.00	179,137,700.00	26,705,659.75	205,843,359.75
38	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (I)	0.00	36,178,974.90	15,922,048.86	52,101,023.76
39	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (II)	0.00	77,526,323.10	34,118,653.39	111,644,976.49
40	Pengadaan dan pemasangan sling baja (I)	0.00	2,756,773.00	998,783.38	3,755,556.38
41	Pengadaan dan pemasangan sling baja (II)	0.00	2,756,773.00	998,783.38	3,755,556.38
	<b>TOTAL IV</b>				<b>377,100,472.75</b>
<b>V</b>	<b>PEKERJAAN RETAINING WALL</b>				
42	Pondasi Strouss	0.00	45,280,825.20	2,492,672.00	47,773,497.20
43	Pembesian	0.00	14,470,496.56	6,353,525.29	20,824,021.85
44	Bekisting	0.00	16,062,029.17	7,741,980.54	23,804,009.71

TABEL 5.2.1.3 REKAPITULASI BIAYA LANGSUNG

No	Aktivitas	BIAYA			BIAYA LANGSUNG
		ALAT BERAT ( Rp )	BAHAN ( Rp )	TENAGA KERJA ( Rp )	
45	Beton K225	0.00	7,803,660.00	3,836,163.92	11,639,823.92
	<b>TOTAL V</b>				<b>104,041,352.68</b>
	<b>JUMLAH TOTAL BIAYA LANGSUNG</b>				<b>8,895,504,769.91</b>

TABEL 5.2.2 BIAYA TAK LANGSUNG PROYEK

No	Deskripsi Pekerjaan	Vol	Sat	Harga Satuan	Sub Total	Jangka Waktu	Harga Total
I	Biaya Personel di Lapangan						
1	- Kepala Proyek	1.00	Org	5,045,000.00	5,045,000.00	7.43	37,501,166.67
2	- Site Manager	1.00	Org	4,745,000.00	4,745,000.00	7.43	35,271,166.67
3	- Pelaksana Civil , Arsitek	2.00	Org	4,200,000.00	8,400,000.00	7.43	62,196,231.00
4	- Pelaksana ME	1.00	Org	3,745,000.00	3,745,000.00	7.43	27,837,833.33
5	- Pembantu pelaksana	1.00	Org	2,295,000.00	2,295,000.00	7.43	17,059,500.00
6	- Teknik	1.00	Org	3,045,000.00	3,045,000.00	7.43	22,634,500.00
7	- Administrasi Kontraktor	1.00	Org	3,045,000.00	3,045,000.00	7.43	22,634,500.00
8	- Quality Control	1.00	Org	3,045,000.00	3,045,000.00	7.43	22,634,500.00
9	- Staf Quality Control	1.00	Org	2,545,000.00	2,545,000.00	7.43	18,917,833.33
10	- Drafter	1.00	Org	2,295,000.00	2,295,000.00	7.43	17,059,500.00
11	- Keuangan	1.00	Org	3,045,000.00	3,045,000.00	7.43	22,634,500.00
12	- Peralatan	1.00	Org	3,045,000.00	3,045,000.00	7.43	22,634,500.00
13	- Staff logistik	1.00	Org	1,795,000.00	1,795,000.00	7.43	13,342,833.33
14	- Staff Peralatan	1.00	Org	1,795,000.00	1,795,000.00	7.43	13,342,833.33
15	- Gudang	1.00	Org	1,795,000.00	1,795,000.00	7.43	13,342,833.33
V	Pengujian terhadap bahan, peralatan, dsb	1.00	Is	5,800,000.00	5,800,000.00	1.00	5,800,000.00
IV	Resiko Kerusakan	1.00	Is	7,800,000.00	7,800,000.00	1.00	7,800,000.00
VII	Pengelolaan Kebersihan	1.00	Is	7,800,000.00	7,800,000.00	1.00	7,800,000.00
<b>TOTAL BIAYA TAK LANGSUNG</b>							<b>390,444,231.00</b>
BIAYA TAK LANGSUNG PERHARI = Rp. 363.705.000 : 223							<b>1,750,870.99</b>

### 5.3. PENENTUAN COST SLOPE

Cost Slope diketahui dari perhitungan, dengan mengurangi biaya langsung proyek dipercepat (Crash Cost) dengan biaya normal proyek tersebut. Kemudian dibagi dengan selisih waktu normal proyek dengan waktu dari proyek dipercepat.

Cost Slope = perbandingan antara pertambahan biaya dengan percepatan waktu penyelesaian

$$= \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}} = \frac{C_c - N_c}{N_d - C_d}$$

Dimana : Crash Cost = Biaya Proyek Dipercepat  
 Normal Cost = Biaya Normal Proyek  
 Crash Duration = Waktu Proyek Dipercepat  
 Normal Duration = Waktu Normal Proyek.

Untuk aktivitas A1, A2, B, C1, C2, G1, H1, K, L, Q1 dan I1 tidak dianalisa kompresi, karena aktivitas tersebut sudah dilaksanakan sebelum dilakukan analisa TCTO.

#### 5.3.1. Alternatif Pertama

Alternatif pertama yang digunakan yaitu perhitungan dengan cara menambahkan jam kerja lembur sebanyak 4 jam. Pada saat aktivitas berjalan normal, jam kerja yang dipergunakan adalah 8 jam perhari (dipergunakan dalam perencanaan awal durasi).

Penambahan jam kerja di luar jam kerja normal berpengaruh pada nilai upah kerja dan produktifitasnya. Upah kerja di luar jam kerja normal, tiap jamnya diperhitungkan sebanyak 2 kali upah kerja normal perjam. Sedangkan produktifitasnya mengalami penurunan sebesar 30%.

Langkah – langkah perhitungan Cost Slope Alternatif 1

Contoh : Pekerjaan Timbunan Tanah Kembali

1. Data : Volume = 3.097,96 m<sup>3</sup>  
 Harga Satuan pekerja = Rp 8.706,50 /m<sup>3</sup>  
 Harga Satuan Alat = Rp. 3.212.000/m<sup>3</sup>  
 Durasi Normal = 7 hari

2. Normal cost bahan dan pekerja
  - = Volume x (Harga satuan (bahan+pekerja)
  - =  $3.097,96 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 8.706,50 / \text{m}^3$
  - = Rp. 26.972.388,74
3. Normal cost alat
  - = Durasi Normal x ( Harga satuan alat+Operator)
  - =  $7 \times \text{Rp. } 3.212.000/\text{m}^3 = 22.484.000$
4. Total Normal Cost
  - = (Normal cost bahan, peralatan dan pekerja)+ Normal cost alat berat
  - = Rp. 49.456.388,74
5. Produktivitas Normal
  - =  $\frac{\text{Volume}}{\text{DurasiNormal}}$
  - Produktivitas Normal Perhari
  - =  $\frac{3097,96\text{m}^3}{7\text{hari}} = 442,57\text{m}^2 / \text{hari}$
  - Produktivitas Normal Perjam
  - =  $\frac{\text{Pr oduktivitasNormalPerhari}}{\text{JamKerjaDurasiNormal}} = \frac{442,57\text{m}^2 / \text{hari}}{8 \text{ jam / hari}}$
  - =  $55,32 \text{ m}^3/\text{jam}$
6. Produktivitas Harian Setelah Crash
  - = (Jam Kerja Durasi Normal x Produktivitas Normal/jam)
  - + (Jam Kerja Lembur x Efisiensi x Produktivitas Normal/jam)
  - =  $(8 \text{ jam} \times 55,32 \text{ m}^2/\text{jam}) + (4 \text{ jam} \times 70\% \times 55,32 \text{ m}^3/\text{jam})$
  - =  $597,46 \text{ m}^3/\text{hari}$
7. Crash Duration (Hari)
  - =  $\frac{\text{Volume}}{\text{Pr oduktivitasHarianSetelahCrash}}$

$$= \frac{3097,96m^2}{597,46m^2 / hari} = 5hari$$

8. Normal Cost per jam Alat berat

$$= \frac{\text{Harga Satuan Alathberat}}{8 jam} = 0$$

$$= \frac{3212000}{8} = Rp401500$$

9. Normal Cost Perjam Pekerja

= Harga Satuan Upah Pekerja x Produktivitas Normal perjam

$$= Rp. 8706,50/m^3 \times 55,32 m^3/jam$$

$$= Rp. 481649,80/jam$$

10. Biaya Lembur per jam Pekerja

= 2 x Normal Cost Per jam Pekerja

$$= 2 \times Rp. 481649,80/jam = Rp. 963.299,60 /jam$$

11. Crash Cost Perhari Pekerja

= (8jam x Normal cost perjam pekerja) + ( 4 jam/hari x Biaya lembur perjam pekerja)

$$= (8 jam/hari \times Rp. 481649,80/jam) + ( 4 jam/hari \times Rp. 963.299,60 /jam)$$

$$= Rp. 770.6396,78 / hari$$

12. Crash cost Alat = 33.369.629,63

13. Total crash cost bahan+pekerja

= (Volume x Harga Satuan Bahan) + (Crash duration x crash cost perhari pekerja)

$$= (3097,96 m^3 \times Rp 0 /m^3) + (5 hari \times Rp. 7706396,78 /hari)$$

$$= Rp 38531983,91$$

14. Total Crash Cost

= (Crash cost Alat+operator) + (Total crash cost bahan+pekerja)

$$= Rp 33.369.629,63 + Rp 39.959.094,43$$

$$= Rp 73.268.724,06$$

## 15. Cost Slope

$$\frac{C_c - N_c}{N_d - C_d} = \frac{Rp73.268.724,06 - Rp49.456.388,74}{7hari - 5hari} = Rp13.121.082,73 / hari$$

Untuk perhitungan *cost slope* alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 5.3.1.





TABEL 5.3.1. PERHITUNGAN COST SLOPE ALTERNATIF 1(Penambahan jam kerja lembur =4jam)

NO.	AKTIVITAS	KODE	VOL.	SAT.	HARGA SATUAN			NORMAL COST BAHAN DAN PEKERJA (Rp.)	NORMAL COST ALAT (Rp.)	TOTAL NORMAL COST (Rp.)	NORMAL DURATION (HARIAN)	PRODUKTIVITAS		PRODUKTIVITAS HARIAN SETELAH CRASH
					BAHAN (Rp./unit)	PEKERJA (Rp./unit)	ALAT (Rp./hari)					HARIAN C/L	JAM M/B jam	
	A	B	C	D	E	F	G	I C x (E+F)	J L x G	K I + J	L	M	N	O (8 jam x N) + (4jam x 0,7 x N)
<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>														
1	Mobilisasi (I)	A1	0.34	Ls	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12,811,200.00	7	0.05	0.01	0.07
2	Mobilisasi (II)	A2	0.66	Ls	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24,868,800.00	14	0.05	0.01	0.06
3	Pengalihan jalur kabel	B	4.00	Ttk	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	92,232,000.00	7	0.57	0.07	0.77
<b>II PEKERJAAN TANAH</b>														
4	Galian tanggul (I)	C1	4,041.00	M3	0.00	14,162.50	1,584,000.00	57,230,662.50	33,264,000.00	90,494,662.50	21	192.43	24.05	259.78
5	Galian tanggul (II)	C2	406.78	M3	0.00	12,635.00	1,584,000.00	5,139,665.30	11,088,000.00	16,227,665.30	7	58.11	7.26	78.45
6	Timbunan tanah luar (I)	D1	593.58	M3	42,900.00	5,307.50	3,212,000.00	28,615,007.85	22,484,000.00	51,099,007.85	7	84.80	10.60	114.48
7	Timbunan tanah luar (II)	D2	4,119.83	M3	39,000.00	5,307.50	3,212,000.00	182,539,367.73	44,968,000.00	227,507,367.73	14	294.27	36.78	397.27
8	Timbunan tanah luar (III)	D3	8,239.67	M3	39,000.00	5,307.50	3,212,000.00	365,079,178.53	89,936,000.00	455,015,178.53	28	294.27	36.78	397.27
9	Timbunan tanah kembali	AB	3,097.96	M3	0.00	8,706.50	3,212,000.00	26,972,388.74	22,484,000.00	49,456,388.74	7	442.57	55.32	597.46
10	Gebalan rumput	E	2,299.58	M2	1,500.00	2,570.00	0.00	9,359,290.60	0.00	9,359,290.60	7	328.51	41.06	443.49
11	Qverlay jalan	F	250.00	M2	48,960.00	7,960.46	1,000,000.00	14,235,120.00	7,000,000.00	21,235,120.00	7	35.71	4.46	48.21
<b>III PEKERJAAN CSP</b>														
12	Pengadaan CSP 32x50x12. (I)	G1	4,800.00	M'	283,800.00	6,235.00	1,628,000.00	1,392,168,000.00	22,792,000.00	1,414,960,000.00	14	342.86	42.86	462.86
13	Pengadaan CSP 32x50x12. (II)	G2	4,800.00	M'	283,800.00	6,235.00	1,628,000.00	1,392,168,000.00	22,792,000.00	1,414,960,000.00	14	342.86	42.86	462.86
14	Pengadaan CSP 32x50x12. (III)	G3	4,800.00	M'	283,800.00	6,235.00	1,628,000.00	1,392,168,000.00	22,792,000.00	1,414,960,000.00	14	342.86	42.86	462.86
15	Pengadaan CSP 32x50x12. (IV)	G4	2,400.00	M'	283,800.00	6,235.00	1,628,000.00	696,084,000.00	11,396,000.00	707,480,000.00	7	342.86	42.86	462.86
16	Pemancangan CSP 32x50x12. (I)	H1	4,735.29	M'	0.00	5,043.04	2,486,000.00	23,880,256.88	87,010,000.00	110,890,256.88	35	135.29	16.91	182.65
17	Pemancangan CSP 32x50x12. (II)	H2	11,364.71	M'	0.00	5,043.04	2,486,000.00	57,312,687.12	208,824,000.00	266,136,687.12	84	135.29	16.91	182.65
18	Pengadaan TP 40 (I)	I1	2,441.14	M'	272,000.00	638.00	1,628,000.00	665,547,527.32	45,584,000.00	711,131,527.32	28	87.18	10.90	117.70
19	Pengadaan TP 40 (II)	I2	1,830.86	M'	272,000.00	638.00	1,628,000.00	499,162,008.68	34,188,000.00	533,350,008.68	21	87.18	10.90	117.70
20	Pemancangan TP 40	J	2,702.50	M'	15,075.00	10,607.56	2,486,000.00	69,407,172.45	149,160,000.00	218,567,172.45	60	45.04	5.63	60.81
21	Pengadaan TP 50	K	576.00	M'	314,000.00	1,925.00	1,628,000.00	181,972,800.00	11,396,000.00	193,368,800.00	7	82.29	10.29	111.09
22	Pemancangan TP 50	L	564.00	M'	20,100.00	10,607.56	2,486,000.00	17,319,075.12	17,402,000.00	34,721,075.12	7	80.57	10.07	108.77
23	Pemotongan CSP untuk Couping	M	1,400.00	Ttk	0.00	19,853.45	0.00	27,794,830.00	0.00	27,794,830.00	120	11.67	1.46	15.75
24	Pemotongan TP 40 untuk Couping	N	68.00	Ttk	0.00	37,280.00	0.00	2,460,480.00	0.00	2,460,480.00	21	3.14	0.39	4.24
25	Pemotongan TP 50 untuk Couping	O	16.00	Ttk	0.00	42,230.00	0.00	675,680.00	0.00	675,680.00	14	1.14	0.14	1.54
26	Pembesian (I)	P1	11,614.44	Kg	5,321.00	2,151.88	0.00	86,793,316.39	0.00	86,793,316.39	21	553.07	69.13	746.64
27	Pembesian (II)	P2	7,742.96	Kg	4,901.00	2,151.88	0.00	54,610,167.72	0.00	54,610,167.72	14	553.07	69.13	746.64
28	Pembesian (III)	P3	2,802.75	Kg	4,901.00	2,151.88	0.00	19,767,459.42	0.00	19,767,459.42	44	63.70	7.96	85.99
29	Bekisting (I)	Q1	418.43	M2	51,461.07	24,804.50	0.00	31,911,802.46	0.00	31,911,802.46	21	19.93	2.49	26.90
30	Bekisting (II)	Q2	557.90	M2	51,461.07	24,804.50	0.00	42,548,561.50	0.00	42,548,561.50	28	19.93	2.49	26.90
31	Beton K225 (I)	R1	31.52	M3	249,000.00	122,404.72	0.00	11,706,676.77	0.00	11,706,676.77	14	2.25	0.28	3.04
32	Beton K225 (II)	R2	166.61	M3	249,000.00	122,404.72	0.00	61,879,740.40	0.00	61,879,740.40	74	2.25	0.28	3.04
33	Elastis join (I)	S1	2.26	M2	70,100.00	100,000.00	0.00	384,426.00	0.00	384,426.00	14	0.16	0.02	0.22
34	Elastis join (II)	S2	11.95	M2	70,100.00	100,000.00	0.00	2,032,695.00	0.00	2,032,695.00	74	0.16	0.02	0.22
35	Perancah bambu (I)	T1	63.64	M'	3,125.00	1,699.50	0.00	307,031.18	0.00	307,031.18	14	4.55	0.57	6.14
36	Perancah bambu (II)	T2	136.36	M'	3,125.00	1,699.50	0.00	657,868.82	0.00	657,868.82	30	4.55	0.57	6.14
<b>IV PEKERJAAN BAJA</b>														
37	Pengadaan baja WF 150x75x5x7	U	18,856.60	Kg	9,500.00	1,416.25	0.00	205,843,359.75	0.00	205,843,359.75	28	673.45	84.18	909.16
38	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (I)	V1	5,999.83	Kg	6,030.00	2,653.75	0.00	52,101,023.76	0.00	52,101,023.76	21	285.71	35.71	385.70
39	Pemasangan baja WF 150x75x5x7, (II)	V2	12,856.77	Kg	6,030.00	2,653.75	0.00	111,644,976.49	0.00	111,644,976.49	45	285.71	35.71	385.70
40	Pengadaan dan pemasangan sling baja (I)	W1	225.97	M'	12,200.00	4,420.06	0.00	3,755,556.38	0.00	3,755,556.38	14	16.14	2.02	21.79
41	Pengadaan dan pemasangan sling baja (II)	W2	225.97	M'	12,200.00	4,420.06	0.00	3,755,556.38	0.00	3,755,556.38	14	16.14	2.02	21.79
<b>V PEKERJAAN RETAINING WALL</b>														
42	Pondasi Strouss	X	520.00	M'	87,078.51	4,793.60	0.00	47,773,497.20	0.00	47,773,497.20	24	21.67	2.71	29.25
43	Pembesian	Y	2,952.56	Kg	4,901.00	2,151.87	0.00	20,824,021.85	0.00	20,824,021.85	14	210.90	26.36	284.71
44	Bekisting	Z	312.12	M2	51,461.07	24,804.50	0.00	23,804,009.71	0.00	23,804,009.71	14	22.29	2.79	30.10
45	Beton K225	AA	31.34	M3	249,000.00	122,404.72	0.00	116,398,233.92	0.00	116,398,233.92	7	4.48	0.56	6.04

CRASH DURATION (HARI)	NORMAL COST PER JAM ALAT (Rp.)	NORMAL COST PER HARI PEKERJA (Rp.)	NORMAL COST PER JAM PEKERJA (Rp.)	BIAYA LEMBUR PER JAM PEKERJA (Rp.)	BIAYA LEMBUR PER JAM ALAT (Rp.)	CRASH COST PER HARI ALAT (Rp.)	TOTAL CRASH COST ALAT (Rp.)	CRASH COST PER HARI PEKERJA (Rp.)	TOTAL CRASH COST BAHAN DAN PEKERJA (Rp.)	TOTAL CRASH COST (Rp.)	COST SLOPE (Rp.)
Q	R	T	U	V	W	Y	Z	AA	AB	AC	AD
CIO	G8	F x M	F x N	2 x U	2 x R	(8xR)+(4xW)	Q x Y	(8 x U) + (4 x V)	(C x E) + (Q x AA)	Z + AB	(AC - K) / (L - Q)
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	198,000.00	2,725,269.64	340,658.71	681,317.41	396,000.00	3,188,000.00	66,528,000.00	5,450,539.29	114,461,325.00	90,494,662.50	0.00
5	198,000.00	734,237.90	91,779.74	183,559.48	396,000.00	3,168,000.00	16,426,666.67	1,468,475.80	7,614,318.96	24,040,985.63	4,305,298.96
7	401,500.00	450,060.84	56,257.60	112,515.21	803,000.00	6,424,000.00	44,968,000.00	900,121.67	31,765,433.70	51,099,007.85	0.00
14	401,500.00	1,561,856.98	195,232.12	390,464.25	803,000.00	6,424,000.00	89,936,000.00	3,123,713.96	204,405,365.45	227,507,367.73	0.00
21	401,500.00	1,561,858.88	195,232.36	390,464.72	803,000.00	6,424,000.00	133,238,518.52	3,123,717.75	386,135,350.04	519,373,868.56	8,865,737.91
5	401,500.00	3,853,198.39	481,649.80	963,299.60	803,000.00	6,424,000.00	33,309,629.63	7,706,396.78	39,959,094.43	73,268,724.06	13,121,082.73
5	0.00	844,274.37	105,534.30	211,068.59	0.00	0.00	0.00	1,688,548.74	12,204,807.93	12,204,807.93	1,567,938.12
7	125,000.00	285,017.14	35,627.14	71,254.29	250,000.00	2,000,000.00	14,000,000.00	570,034.29	16,230,240.00	21,235,120.00	0.00
14	203,500.00	2,137,714.29	267,214.29	534,428.57	407,000.00	3,256,000.00	45,584,000.00	4,275,428.57	1,422,096,000.00	1,414,960,000.00	0.00
14	203,500.00	2,137,714.29	267,214.29	534,428.57	407,000.00	3,256,000.00	45,584,000.00	4,275,428.57	1,422,096,000.00	1,414,960,000.00	0.00
14	203,500.00	2,137,714.29	267,214.29	534,428.57	407,000.00	3,256,000.00	45,584,000.00	4,275,428.57	1,422,096,000.00	1,414,960,000.00	0.00
7	203,500.00	2,137,714.29	267,214.29	534,428.57	407,000.00	3,256,000.00	22,792,000.00	4,275,428.57	711,048,000.00	707,480,000.00	0.00
35	310,750.00	682,293.05	85,286.63	170,573.26	621,500.00	4,972,000.00	174,020,000.00	1,364,586.11	47,760,513.76	110,890,256.88	0.00
84	310,750.00	682,293.89	85,286.74	170,573.47	621,500.00	4,972,000.00	417,648,000.00	1,364,587.79	114,625,374.24	266,136,687.12	0.00
28	203,500.00	55,623.12	6,952.89	13,905.78	407,000.00	3,256,000.00	91,168,000.00	111,246.24	667,104,974.64	711,131,527.32	0.00
21	203,500.00	55,623.27	6,952.91	13,905.82	407,000.00	3,256,000.00	68,376,000.00	111,246.54	500,330,097.36	533,350,008.68	0.00
60	310,750.00	477,783.08	59,722.89	119,445.77	621,500.00	4,972,000.00	298,320,000.00	955,566.17	98,074,157.40	218,567,172.45	0.00
7	203,500.00	158,400.00	19,800.00	39,600.00	407,000.00	3,256,000.00	22,792,000.00	316,800.00	183,081,600.00	193,368,800.00	0.00
7	310,750.00	854,667.87	106,833.48	213,666.97	621,500.00	4,972,000.00	34,804,000.00	1,709,335.75	23,301,750.24	34,721,075.12	0.00
120	0.00	231,623.58	28,952.95	57,905.90	0.00	0.00	0.00	463,247.17	55,589,660.00	27,794,830.00	0.00
21	0.00	117,165.71	14,645.71	29,291.43	0.00	0.00	0.00	234,331.43	4,920,960.00	2,460,480.00	0.00
14	0.00	48,262.86	6,032.86	12,065.71	0.00	0.00	0.00	96,525.71	1,351,360.00	675,680.00	0.00
16	0.00	1,190,137.20	148,767.15	297,534.30	0.00	0.00	0.00	2,380,274.39	98,826,925.83	98,826,925.83	2,210,254.80
14	0.00	1,190,137.20	148,767.15	297,534.30	0.00	0.00	0.00	2,380,274.39	71,272,088.49	54,610,167.72	0.00
33	0.00	137,072.31	17,134.04	34,268.08	0.00	0.00	0.00	274,144.62	22,671,361.71	22,671,361.71	254,562.86
26	0.00	494,235.57	61,779.45	123,558.89	0.00	0.00	0.00	988,471.14	36,909,073.20	36,909,073.20	917,866.06
18	0.00	494,229.66	61,778.71	123,557.42	0.00	0.00	0.00	988,459.33	56,386,992.05	42,548,561.50	0.00
10	0.00	275,585.48	34,448.19	68,896.37	0.00	0.00	0.00	551,170.97	13,564,327.07	13,564,327.07	511,801.61
74	0.00	275,592.57	34,449.07	68,898.14	0.00	0.00	0.00	551,185.15	82,273,590.80	61,879,740.40	0.00
10	0.00	16,142.86	2,017.86	4,035.71	0.00	0.00	0.00	32,285.71	493,240.81	493,240.81	29,979.59
55	0.00	16,148.65	2,018.58	4,037.16	0.00	0.00	0.00	32,297.30	2,608,065.37	2,608,065.37	29,990.35
14	0.00	7,725.44	965.68	1,931.36	0.00	0.00	0.00	15,450.88	415,187.36	307,031.18	0.00
30	0.00	7,724.79	965.60	1,931.20	0.00	0.00	0.00	15,449.59	889,612.64	657,868.82	0.00
21	0.00	953,773.56	119,221.70	238,443.39	0.00	0.00	0.00	1,907,547.13	218,701,640.37	218,701,640.37	1,771,293.76
21	0.00	758,192.80	94,774.10	189,548.20	0.00	0.00	0.00	1,516,385.61	68,023,072.63	52,101,023.76	0.00
33	0.00	758,192.30	94,774.04	189,548.07	0.00	0.00	0.00	1,516,384.60	128,072,476.27	128,072,476.27	1,408,071.41
14	0.00	71,341.67	8,917.71	17,835.42	0.00	0.00	0.00	142,683.34	4,754,339.75	3,755,556.38	0.00
14	0.00	71,341.67	8,917.71	17,835.42	0.00	0.00	0.00	142,683.34	4,754,339.75	3,755,556.38	0.00
18	0.00	103,861.33	12,982.67	25,965.33	0.00	0.00	0.00	207,722.67	48,973,672.61	48,973,672.61	192,885.33
10	0.00	453,823.23	56,727.90	113,455.81	0.00	0.00	0.00	907,646.47	23,883,126.62	23,883,126.62	842,814.58
14	0.00	552,998.61	69,124.83	138,249.65	0.00	0.00	0.00	1,105,997.22	31,545,990.25	23,804,009.71	0.00
7	0.00	-548,023.42	68,502.93	137,005.85	0.00	0.00	0.00	1,096,046.84	15,475,987.85	11,639,823.92	0.00

### 5.3.2. Alternatif Kedua

Pada alternatif kedua ini perhitungan cost slope dengan menambahkan kapasitas alat berat. Penambahan kapasitas alat berat diasumsikan 2 kali kapasitas normal. Pada penambahan alat berat mengalami penambahan tenaga kerja. Hal ini dikarenakan dengan kapasitas yang lebih besar, maka tenaga yang dibutuhkan pada saat penghamparan beton juga bertambah. Diasumsikan untuk aktivitas yang mengalami penambahan kapasitas alat ditambah 1 regu kerja

Contoh perhitungan cost slope untuk alternatif 2 pada pekerjaan Timbunan tanah dari luar I :

- |                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| Data : Volume             | = 593,58 m <sup>3</sup>       |
| Harga Satuan Bahan        | = Rp 42.900 /m <sup>3</sup>   |
| Harga Satuan Upah         | = Rp. 5.307,50/m <sup>3</sup> |
| Harga Satuan Alat         | = Rp. 22.484.000 /hari        |
| Durasi Normal             | = 7 hari                      |
| Produktivitas Harian Alat | = 84,80 m <sup>3</sup> /hari  |
1. Penambahan Produktivitas Alat Harian = 84,80 m<sup>3</sup>/hari
  2. Produktivitas setelah ditambah = 84,80 m<sup>3</sup>/hari + 84,80 m<sup>3</sup>/hari = 169,59 m<sup>3</sup>/hari
  3. Crash Duration
- $$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Setelah Ditambah}} = \frac{593,58 \text{ m}^3}{169,59 \text{ m}^3 / \text{hari}} = 4 \text{ hari}$$
4. Normal cost
    - = Volume x (Harga satuan bahan+pekerja) +
    - (Durasi Normal x ( Harga satuan alat+Operator))
    - = (593,58 m<sup>3</sup> x (Rp 42.900 /m<sup>3</sup>+ Rp. 5.307,50,00/m<sup>3</sup>))
    - + (7 hari x (Rp. 22.484.000 /hari+ Rp.0/hari))
    - = Rp. 186.003.601,43
  5. Penambahan regu kerja = 1 regu kerja
  6. Crash Cost Perhari Pekerja
    - = Harga Satuan Pekerja x Produktivitas setelah ditambah
    - = Rp. 5.307,50/m<sup>3</sup> x 169,59 m<sup>3</sup>/hari

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 900.121,67/\text{hari} \\
 7. \text{ Crash cost Alat+operator} &= \text{Rp. } 236.082.000 \\
 8. \text{ Total crash cost bahan+pekerja} &= (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Bahan}) + (\text{Crash duration} \times \\
 &\quad \text{crash cost perhari pekerja}) \\
 &= (593,58 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 42.900/\text{m}^2) + (4 \text{ hari} \times \text{Rp. } 900.121,67 \\
 &\quad / \text{hari}) \\
 &= \text{Rp } 28.615.007,85 \\
 9. \text{ Total Crash Cost} &= (\text{Crash cost Alat+operator}) + (\text{Total crash cost bahan} \\
 &\quad + \text{pekerja}) \\
 &= \text{Rp. } 236.082.000 + \text{Rp } 28.615.007,85 \\
 &= \text{Rp } 264.697.007 \\
 10. \text{ Cost Slope} &= \frac{\text{CrashCost} - \text{NormalCost}}{\text{NormalDuration} - \text{CrashDuration}} \\
 &= \frac{\text{Rp}264.697.007 - \text{Rp}186.003.601,43}{7 - 4} = \text{Rp}22.483.830,41/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan *cost slope* alternatif 2 dapat dilihat pada tabel 5.3.2.

TABEL 5.3.2. Perhitungan Cost Slope Alternatif 2 (Penambahan Kapasitas Alat Berat + Tenaga Kerja)

NO.	AKTIVITAS	NORMAL DURATION (HARI)	KODE	VOL.	SAT.	NORMAL COST (Rp.)	HARGA SATUAN			PRODUKTIVITAS NORMAL ALAT HARIAN	PENAMBAHAN PRODUKTIVITAS ALAT HARIAN	PRODUKTIVITAS SETELAH DITAMBAH ALAT HARIAN	JUMLAH REGU KERJA	PENAMBAHAN REGU KERJA
							BAHAN (Rp./unit)	PEKERJA (Rp./unit)	ALAT (Rp./hari)					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M K+L	N	O
1	Galian tanggul (I)	21	C1	4,041.00	M3	755,778,703.50	0.00	14,162.50	33,264,000.00	192.43	384.86	577.29	1	
2	Galian tanggul (II)	7	C2	406.78	M3	82,756,072.08	0.00	12,635.00	11,088,000.00	58.11	116.22	174.33	1	
3	Timbunan tanah luar (I)	7	D1	593.58	M3	186,003,601.43	42,900.00	5,307.50	22,484,000.00	84.80	84.80	169.59	2	
4	Timbunan tanah luar (II)	14	D2	4,119.83	M3	812,095,487.56	39,000.00	5,307.50	44,968,000.00	294.27	294.27	588.55	2	
5	Timbunan tanah luar (III)	28	D3	8,239.67	M3	2,883,295,418.20	39,000.00	5,307.50	89,936,000.00	294.27	882.82	1,177.10	2	
6	Timbunan tanah kembali	7	AB	3,097.96	M3	184,363,486.70	0.00	8,706.50	22,484,000.00	442.57	885.13	1,327.70	1	
7	Qverlay jalan	7	F	250.00	M2	63,235,370.00	48,960.00	7,980.48	7,000,000.00	35.71	35.71	71.43	1	
8	Pengadaan CSP 32x50x12, (I)	14	G1	4,800.00	M'	1,711,260,800.00	283,800.00	6,235.00	22,792,000.00	342.86	685.71	1,028.57	1	
9	Pengadaan CSP 32x50x12, (II)	14	G2	4,800.00	M'	1,711,260,800.00	283,800.00	6,235.00	22,792,000.00	342.86	685.71	1,028.57	1	
10	Pengadaan CSP 32x50x12, (III)	14	G3	4,800.00	M'	1,711,260,800.00	283,800.00	6,235.00	22,792,000.00	342.86	685.71	1,028.57	1	
11	Pengadaan CSP 32x50x12, (IV)	7	G4	2,400.00	M'	775,858,400.00	283,800.00	6,235.00	11,396,000.00	342.86	685.71	1,028.57	1	
12	Pemancangan CSP 32x50x12, (I)	35	H1	4,735.29	M'	3,069,234,992.17	0.00	5,043.04	87,010,000.00	135.29	270.59	405.88	2	
13	Pemancangan CSP 32x50x12, (II)	84	H2	11,364.71	M'	17,598,540,051.83	0.00	5,043.04	208,824,000.00	135.29	270.59	405.88	2	
14	Pengadaan TP 40 (I)	28	I1	2,441.14	M'	1,941,901,968.46	272,000.00	638.00	45,584,000.00	87.18	174.37	261.55	1	
15	Pengadaan TP 40 (II)	21	I2	1,830.86	M'	1,217,111,839.54	272,000.00	638.00	34,188,000.00	87.18	87.18	174.37	1	
16	Pemancangan TP 40	60	J	2,702.50	M'	9,019,009,874.95	15,075.00	10,607.58	149,160,000.00	45.04	90.08	135.13	2	
17	Pengadaan TP 50	7	K	576.00	M'	261,745,376.00	314,000.00	1,925.00	11,396,000.00	82.29	82.29	164.57	1	
18	Pemancangan TP 50	7	L	564.00	M'	139,133,639.12	20,100.00	10,607.58	17,402,000.00	80.57	80.57	161.14	2	

PRODUKTIVITAS AKIBAT PENAMBAHAN REGU KERJA (M3/hari)	CRASH DURATION (HARI)	CRASH COST PER HARI PEKERJA  (Rp.)	CRASH COST BAHAN DAN PEKERJA  (Rp.)
P	Q	R	S
	D/M	H x P	(DxG)+(QxR)
577.29	7	8,175,808.93	57,230,662.50
174.33	2	2,202,713.70	5,139,665.30
169.59	4	900,121.67	28,615,007.85
588.55	7	3,123,713.96	182,539,367.73
1,177.10	7	6,247,435.50	365,079,178.53
1,327.70	2	11,559,595.17	26,972,388.74
71.43	4	570,034.29	14,235,120.00
1,028.57	5	6,413,142.86	1,392,168,000.00
1,028.57	5	6,413,142.86	1,392,168,000.00
1,028.57	5	6,413,142.86	1,392,168,000.00
1,028.57	2	6,413,142.86	696,084,000.00
405.88	12	2,046,879.16	23,880,256.88
405.88	28	2,046,881.68	57,312,687.12
261.55	9	166,869.36	665,547,527.32
174.37	11	111,246.54	499,162,008.68
135.13	20	1,433,349.25	69,407,172.45
164.57	4	316,800.00	181,972,800.00
161.14	4	1,709,335.75	17,319,075.12

CRASH COST ALAT  (Rp.)	TOTAL CRASH COST  (Rp.)	COST SLOPE  (Rp.)
T	U	V
(BxI)+(QxI)	S+T	(U-F)/(B-Q)
931,392,000.00	988,622,662.50	16,631,711.36
103,488,000.00	108,627,665.30	5,543,912.83
236,082,000.00	264,697,007.85	22,483,830.41
944,328,000.00	1,126,867,367.73	44,967,411.45
3,147,760,000.00	3,512,839,178.53	29,978,274.30
209,850,666.67	236,823,055.41	11,241,336.15
73,500,000.00	87,735,120.00	0.00
425,450,666.67	1,817,618,666.67	11,395,485.71
425,450,666.67	1,817,618,666.67	11,395,485.71
425,450,666.67	1,817,618,666.67	11,395,485.71
106,362,666.67	802,446,666.67	5,697,485.71
4,060,466,666.67	4,084,346,923.55	43,504,797.06
3,388,288,000.00	23,445,600,687.12	104,411,797.06
701,802,666.67	2,367,350,193.99	22,791,869.22
1,076,922,000.00	1,576,084,008.68	34,187,825.63
932,800,000.00	12,002,207,172.45	74,579,932.44
119,658,000.00	301,630,800.00	11,395,835.43
182,721,000.00	200,040,075.12	17,401,838.86

#### 5.4. ANALISA TIME COST TRADE OFF

Analisa TCTO ini diterapkan pada lintasan kritis yang diketahui dari hasil pembuatan diagram panah. Perhitungan dan proses pemampatan ini dibantu dengan program komputer QM For Windows Version 2.1. Untuk proses pemampatannya itu sendiri dipilih cost slope terendah yang terdapat pada lintasan kritis yang ditinjau, lebih jelasnya dapat diikuti proses pemampatan di bawah ini :

Data yang dipergunakan sebagai input dalam QM For Windows Version 2.1 yaitu aktivitas-aktivitas beserta Start node, End node, Normal Duration, Crash Duration, Normal Cost dan Crash Cost yang sudah didapatkan dari perhitungan-perhitungan sebelumnya.

Output yang diperoleh dari tiap-tiap alternative adalah total normal time, Crash Time, Crashing Cost dan Crash Schedule dari tiap alternatif (tabel 5.4.1.1, tabel 5.4.1.2, tabel 5.4.2.1, tabel 5.4.2.2, tabel 5.4.3.1 dan tabel 5.4.3.2).

##### 5.4.1. Analisa TCTO untuk alternatif 1 (Penambahan Jam Kerja Lembur = 4 jam)

Tahap 1 :

Cost slope terendah pada lintasan kritis waktu normal terdapat pada aktivitas S1 = Rp. 27.203,70 Pemampatan sebesar 1 hari,

Durasi Pemampatan = 223 - 10 = 213 hari

Penambahan biaya akibat pemampatan = 10 x Rp. 27.203,70

Total biaya Langsung adalah = Rp 8.895.504.769,91 + (10 x Rp. 27.203,70)

= Rp 8.895.776.806

Biaya Tak Langsung proyek (dari tabel 5.1.2) adalah sebesar Rp. 363.705.000,00 dengan Biaya tak langsung perhari sebesar Rp. 1.630.964,13/hari. Hal ini berarti setiap kali proyek berkurang 1 hari pelaksanaan, maka biaya tak langsung juga berkurang 1 hari.

Biaya Tak langsung = Biaya tak langsung (223hari) - biaya tak langsung (1 hari)

= Rp. 363.705.000,00 - Rp. 1.630.964,13

= Rp. 362.074.035,9

Sehingga untuk tahap I alternatif I, Total Biayanya adalah :

Total Biaya = Biaya Langsung (222 hari) + Biaya Tak  
Langsung (222 hari)

= Rp 8.895.776.806 + Rp. 362.074.035,9

= Rp. 9.257.850.841

Untuk perhitungan waktu pemampatan alternatif I dapat dilihat pada tabel 5.4.1.3.

Berdasarkan tabel 5.4.1.3, Waktu proyek dapat diselesaikan dengan total biaya terendah didapatkan pada crash tahap ke-19 dengan data :

Tahap Crash = 19

Durasi = 204 hari = 6,8 bulan

Biaya Langsung = Rp 8.914.319.314,51

Biaya Tak Langsung = Rp 332.716.681,61

Total Biaya = Rp 9.247.035.996,12

Sedangkan waktu terpendek proyek dapat diselesaikan (maksimum crashing) adalah pada :

Tahap Crash = 35

Durasi = 188 hari = 6,27 bulan

Biaya Langsung = Rp. 9.004.980.794,51

Biaya Tak Langsung = Rp. 306.621.255,61

Total Biaya = Rp. 9.311.602.050,11

Grafik Biaya – Waktu serta Total Cost dapat dilihat pada gambar 5.4.1.1 dan 5.4.1.2.



TABEL 5.4.1.1. TABEL OUT PUT QM ALTERNATIF 1 ( Penambahan jam lembur 4 jam )

Project	Normal time	Crash time	Normal Cost	Crash Cost	Crash cost/pd	Crash by	Crashing cost
	223	188					
A1	7	7	12.811.200,00	12.811.200,00	0,00	0,00	0,00
A2	14	14	24.868.800,00	24.868.800,00	0,00	0,00	0,00
B	7	7	92.232.000,00	92.232.000,00	0,00	0,00	0,00
C:1	21	21	90.494.660,00	90.494.660,00	0,00	0,00	0,00
C2	7	5	16.227.670,00	24.040.990,00	3.906.661,00	2,00	7.813.321,00
D1	7	7	51.099.010,00	51.099.010,00	5.493.092,00	0,00	0,00
D2	14	14	227.507.400,00	227.507.400,00	7.160.788,00	0,00	0,00
D3	28	21	455.015.200,00	519.373.900,00	9.194.068,00	7,00	64.358.690,00
AB	7	5	49.456.390,00	73.256.730,00	11.906.170,00	0,00	0,00
E	7	5	9.359.291,00	12.204.810,00	1.422.759,00	0,00	0,00
F	7	7	21.235.120,00	21.235.120,00	1.927.526,00	0,00	0,00
G1	14	14	1.414.960.000,00	1.414.960.000,00	0,00	0,00	0,00
G2	14	14	1.414.960.000,00	1.414.960.000,00	5.648.576,00	0,00	0,00
G3	14	14	1.414.960.000,00	1.414.960.000,00	5.648.576,00	0,00	0,00
G4	7	7	707.480.000,00	707.480.000,00	5.648.576,00	0,00	0,00
H1	35	35	110.890.300,00	110.890.300,00	0,00	0,00	0,00
H2	84	84	266.136.700,00	266.136.700,00	5.760.535,00	0,00	0,00
H	28	28	711.131.500,00	711.131.500,00	0,00	0,00	0,00
I	21	21	533.350.000,00	533.350.000,00	3.703.975,00	0,00	0,00
J	60	60	218.567.200,00	218.567.200,00	5.186.620,00	0,00	0,00
K	7	7	193.368.800,00	193.368.800,00	0,00	0,00	0,00
L	7	7	34.721.080,00	34.721.080,00	0,00	0,00	0,00
M	120	120	27.794.630,00	27.794.630,00	433.360,20	0,00	0,00
N	21	21	2.450.480,00	2.450.480,00	257.764,50	0,00	0,00
O	14	14	675.680,00	675.680,00	72.394,28	0,00	0,00
P1	21	16	86.793.320,00	98.826.930,00	2.406.722,00	0,00	0,00
P2	14	14	54.610.170,00	54.610.170,00	1.785.206,00	0,00	0,00
P3	44	33	19.767.460,00	22.671.360,00	263.991,10	11,00	2.903.902,00
Q1	21	16	31.911.800,00	36.909.070,00	999.454,00	5,00	4.997.270,00
Q2	28	28	42.548.560,00	42.548.560,00	988.459,40	0,00	0,00
R1	14	10	11.706.680,00	13.564.330,00	464.412,50	3,00	1.393.238,00
R2	74	74	61.879.740,00	61.879.740,00	522.175,40	0,00	0,00
S1	14	10	384.426,00	493.240,80	27.203,70	0,00	0,00
S2	74	55	2.032.695,00	2.608.065,00	30.282,64	19,00	575.370,30
T1	14	14	307.031,20	307.031,20	11.588,16	0,00	0,00
T2	30	30	657.868,80	657.868,80	13.518,39	0,00	0,00
U	28	21	205.843.400,00	218.701.600,00	1.836.898,00	4,00	7.347.593,00
V1	21	21	52.101.020,00	52.101.020,00	1.668.024,00	0,00	0,00
V2	45	33	111.645.000,00	128.072.500,00	1.368.959,00	12,00	16.427.500,00
W1	14	14	3.755.557,00	3.755.557,00	107.012,50	0,00	0,00
W2	14	14	3.755.557,00	3.755.557,00	107.012,50	0,00	0,00
X	24	18	47.773.500,00	48.973.670,00	200.029,30	3,00	600.088,00
Y	14	10	20.824.020,00	23.883.130,00	764.776,00	4,00	3.059.104,00
Z	14	14	23.804.010,00	23.804.010,00	829.498,00	0,00	0,00
AA	7	7	11.639.820,00	11.639.820,00	822.035,00	0,00	0,00
<b>TOTALS</b>			<b>8.895.506.000,00</b>				<b>109.476.100,00</b>



TA

Pr	P2	P3	Q1	Q2	R1	R2	S1	S2	T1	T2	U	V1	V2	W1	W2	X	Y	Z	AA
								1								1			
								2											
								3								3			
								4								3	1		
								5								3	2		
								6								3	3		
								7								3	4		
								8								3	4		
								9								3	4		
								10								3	4		
								11								3	4		
								12								3	4		
								13					1			3	4		
								14				2				3	4		
								15				3				3	4		
								16				4				3	4		
								17				5				3	4		
								18				6				3	4		
								19				7				3	4		
								19				8				3	4		
			1	5				19				9				3	4		
			2	5				19				10				3	4		
			3	5				19				11				3	4		
			4	5				19				12				3	4		
			5	5				19				12				3	4		
			6	5				19				12				3	4		
			7	5				19			1	12				3	4		
			7	5				19			2	12				3	4		
			7	5				19			3	12				3	4		
			7	5				19			4	12				3	4		
			8	5				19			4	12				3	4		
			9	5				19			4	12				3	4		
			10	5				19			4	12				3	4		
			11	5				19			4	12				3	4		
			11	5				19			4	12				3	4		
			11	5			1	19			4	12				3	4		
			11	5			2	19			4	12				3	4		
			11	5			3	19			4	12				3	4		

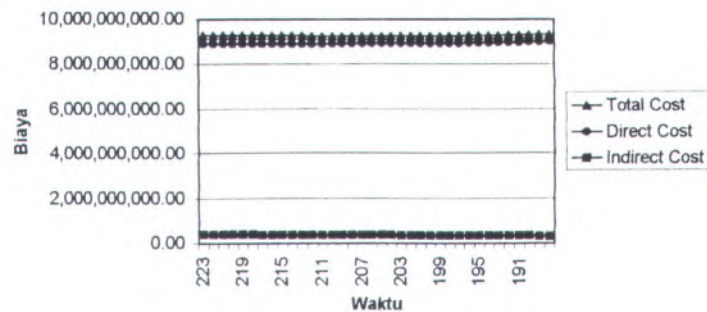
TABEL 5.4.1.3. ANALISA BIAYA DAN WAKTU OPTIMUM ALTERNATIF 1  
( Penambahan jam kerja lembur 4 jam )

Tahap Crash	Durasi		Pertambahan Biaya Langsung	Biaya langsung	Biaya Tak Langsung	Pengurangan Biaya Tak langsung	Total Biaya
	Hari	Bln					
0	223	7.43	0.00	8,895,504,769.91	390,444,231.00	1,750,870.99	9,285,949,000.91
1	222	7.40	230,311.30	8,895,735,081.21	388,693,360.01	1,750,870.99	9,284,428,441.22
2	221	7.37	230,311.30	8,895,965,392.51	386,942,489.02	1,750,870.99	9,282,907,881.53
3	220	7.33	230,311.30	8,896,195,703.81	385,191,618.03	1,750,870.99	9,281,387,321.84
4	219	7.30	795,060.10	8,896,990,763.91	383,440,747.04	1,750,870.99	9,280,431,510.94
5	218	7.27	795,060.30	8,897,785,824.21	381,689,876.04	1,750,870.99	9,279,475,700.25
6	217	7.23	795,060.00	8,898,580,884.21	379,939,005.05	1,750,870.99	9,278,519,889.26
7	216	7.20	795,060.30	8,899,375,944.51	378,188,134.06	1,750,870.99	9,277,564,078.57
8	215	7.17	1,029,737.00	8,900,405,681.51	376,437,263.07	1,750,870.99	9,276,842,944.58
9	214	7.13	1,029,737.00	8,901,435,418.51	374,686,392.08	1,750,870.99	9,276,121,810.59
10	213	7.10	1,029,737.00	8,902,465,155.51	372,935,521.09	1,750,870.99	9,275,400,676.60
11	212	7.07	1,029,737.00	8,903,494,892.51	371,184,650.10	1,750,870.99	9,274,679,542.61
12	211	7.03	1,029,737.00	8,904,524,629.51	369,433,779.11	1,750,870.99	9,273,958,408.62
13	210	7.00	1,399,241.00	8,905,923,870.51	367,682,908.12	1,750,870.99	9,273,606,778.63
14	209	6.97	1,399,241.00	8,907,323,111.51	365,932,037.13	1,750,870.99	9,273,255,148.63
15	208	6.93	1,399,240.00	8,908,722,351.51	364,181,166.13	1,750,870.99	9,272,903,517.64
16	207	6.90	1,399,241.00	8,910,121,592.51	362,430,295.14	1,750,870.99	9,272,551,887.65
17	206	6.87	1,399,241.00	8,911,520,833.51	360,679,424.15	1,750,870.99	9,272,200,257.66
18	205	6.83	1,399,241.00	8,912,920,074.51	358,928,553.16	1,750,870.99	9,271,848,627.67
19	204	6.80	1,399,240.00	8,914,319,314.51	357,177,682.17	1,750,870.99	9,271,496,996.68
20	203	6.77	1,632,948.00	8,915,952,262.51	355,426,811.18	1,750,870.99	9,271,379,073.69
21	202	6.73	1,632,950.00	8,917,585,212.51	353,675,940.19	1,750,870.99	9,271,261,152.70
22	201	6.70	1,632,948.00	8,919,218,160.51	351,925,069.20	1,750,870.99	9,271,143,229.71
23	200	6.67	1,632,950.00	8,920,851,110.51	350,174,198.21	1,750,870.99	9,271,025,308.71
24	199	6.63	1,632,948.00	8,922,484,058.51	348,423,327.22	1,750,870.99	9,270,907,385.72
25	198	6.60	2,100,878.00	8,924,584,936.51	346,672,456.22	1,750,870.99	9,271,257,392.73
26	197	6.57	2,100,878.00	8,926,685,814.51	344,921,585.23	1,750,870.99	9,271,607,399.74
27	196	6.53	5,743,548.00	8,932,429,362.51	343,170,714.24	1,750,870.99	9,275,600,076.75
28	195	6.50	5,743,548.00	8,938,172,910.51	341,419,843.25	1,750,870.99	9,279,592,753.76
29	194	6.47	9,458,088.00	8,947,630,998.51	339,668,972.26	1,750,870.99	9,287,299,970.77
30	193	6.43	9,458,088.00	8,957,089,086.51	337,918,101.27	1,750,870.99	9,295,007,187.78
31	192	6.40	9,458,084.00	8,966,547,170.51	336,167,230.28	1,750,870.99	9,302,714,400.79
32	191	6.37	9,458,088.00	8,976,005,258.51	334,416,359.29	1,750,870.99	9,310,421,613.80
33	190	6.33	9,658,512.00	8,985,663,770.51	332,665,488.30	1,750,870.99	9,318,329,258.80
34	189	6.30	9,658,512.00	8,995,322,282.51	330,914,617.30	1,750,870.99	9,326,236,899.81
35	188	6.27	9,658,512.00	9,004,980,794.51	329,163,746.31	1,750,870.99	9,334,144,540.82

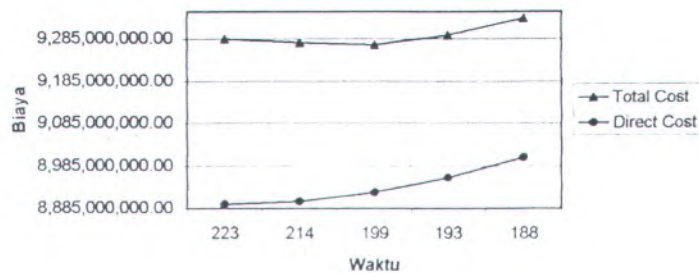
Keterangan :

1. Tahap Crash 24 = Biaya dan waktu optimum
2. Tahap Crash 30 = Tahap Crash untuk mengejar keterlambatan proyek 30 hari
3. Tahap Crash 35 = Maximujm Crashing ( 188 hari )

Grafik 5.4.1.1 Biaya Waktu Alternatif 1

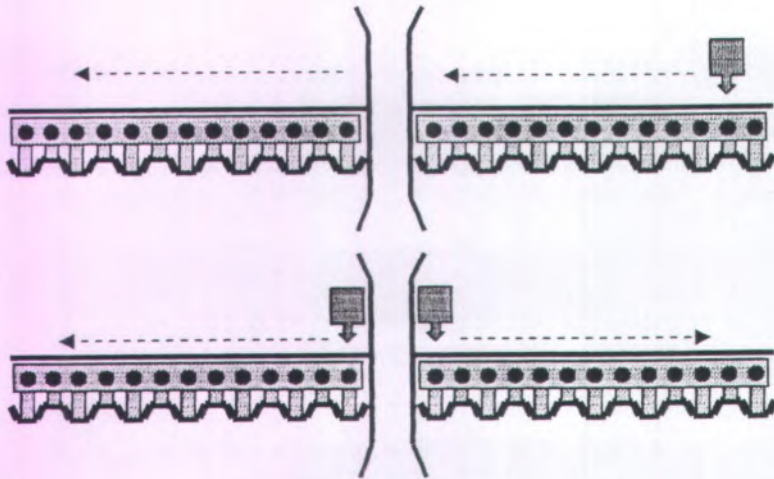


Grafik 5.4.1.2 Penyederhanaan Grafik Alternatif 1



#### 5.4.2. Analisa TCTO untuk alternatif 2 (Penambahan Kapasitas Alat Berat + Regu Kerja)

Pada awal proyek ini dilaksanakan dengan menggunakan alat berat yang terbatas, misalnya pada pelaksanaan pekerjaan pemancangan. Pada pekerjaan pemancangan hanya digunakan satu alat diesel hammer saja. Akan tetapi, rute yang dilalui alat tersebut untuk mencapai lokasi proyek yang lainnya cukup rumit dan memakan waktu sehingga diputuskan untuk dilakukan crashing dengan menambah menjadi 2 alat diesel hammer.



#### Tahap I :

Cost slope terendah pada lintasan kritis waktu normal terdapat pada aktivitas C2 = Rp. 18.480.000. Pemampatan sebesar 2 hari,  
 Durasi Pemampatan = 223 - = 221 hari  
 Penambahan biaya akibat pemampatan = 2 x Rp. 18.480.000  
 Total biaya Langsung adalah =Rp 8.895.504.769,91 + (2 x Rp. 18.480.000)

$$= \text{Rp } 8.932.464.769$$

Biaya Tak Langsung proyek ( dari tabel 5.1.2 ) adalah sebesar Rp. 363.705.000,00 dengan Biaya tak langsung perhari sebesar Rp. 1.630.964,13/hari. Hal ini berarti setiap kali proyek berkurang 1 hari pelaksanaan, maka biaya tak langsung juga berkurang 1 hari.

Biaya Tak langsung = Biaya tak langsung (223hari) - biaya tak langsung (1 hari)

$$= \text{Rp. } 363.705.000,00 - \text{Rp. } 1.630.964,13$$

$$= \text{Rp. } 362.074.035,9$$

Sehingga untuk tahap 1 alternatif 1, Total Biayanya adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Biaya Langsung (222 hari)} + \text{Biaya Tak} \\ &\text{Langsung (222 hari)} \\ &= \text{Rp } 8.932.464.769 + \text{Rp. } 362.074.035,9 \\ &= \text{Rp. } 9.294.538.804 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan waktu pemampatan alternatif 2 dapat dilihat pada tabel 5.4.2.3.

Berdasarkan tabel 5.4.2.3, Waktu proyek dapat diselesaikan dengan total biaya terendah didapatkan pada crash tahap ke-3 dengan data :

$$\begin{aligned} \text{Tahap Crash} &= 3 \\ \text{Durasi} &= 220 \text{ hari} = 7,33 \text{ bulan} \\ \text{Biaya Langsung} &= \text{Rp } 8.899.969.730 \\ \text{Biaya Tak Langsung} &= \text{Rp } 358.812.107 \\ \text{Total Biaya} &= \text{Rp } 9.258.781.837 \end{aligned}$$

Sedangkan waktu terpendek proyek dapat diselesaikan (maksimum crashing) adalah pada :

$$\begin{aligned} \text{Tahap} &= 33 \\ \text{Durasi} &= 190 \text{ hari} = 6,33 \text{ bulan} \\ \text{Biaya Langsung} &= \text{Rp. } 9.014.323.090 \\ \text{Biaya Tak Langsung} &= \text{Rp. } 309.883.183 \\ \text{Total Biaya} &= \text{Rp. } 9.324.206.273 \end{aligned}$$

Grafik Biaya – Waktu serta Total Cost dapat dilihat pada gambar 5.4.2.1 dan 5.4.2.2.

TABEL 5.4.2.1. TABEL OUT PUT QM ALTERNATIF 2 ( Penambahan Peralatan &amp; Tenaga Kerja )

Project	Normal time	Crash time	Normal Cost	Crash Cost	Crash cost/pd	Crash by	Crashing cost
	223	190					
A1	7	7	12.811.200,00	12.811.200,00	0,00	0,00	0,00
A2	14	14	24.868.800,00	24.868.800,00	0,00	0,00	0,00
B	7	7	92.232.000,00	92.232.000,00	0,00	0,00	0,00
C1	21	7	90.494.660,00	988.622.700,00	64.152.000,00	14,00	898.128.000,00
C2	7	2	16.227.670,00	108.627.700,00	18.480.000,00	5,00	92.399.990,00
D1	7	4	51.099.010,00	264.697.000,00	71.199.340,00	0,00	0,00
D2	14	7	227.507.400,00	1.126.867.000,00	128.480.000,00	0,00	0,00
D3	28	7	456.015.200,00	3.512.839.000,00	145.610.700,00	21,00	3.057.824.000,00
AB	7	2	49.456.390,00	236.823.100,00	37.473.330,00	5,00	187.366.700,00
E	7	7	9.359.291,00	11.892.110,00	0,00	0,00	0,00
F	7	4	21.235.120,00	87.735.120,00	22.166.670,00	0,00	0,00
G1	14	5	1.414.960.000,00	1.817.619.000,00	44.739.860,00	9,00	402.658.700,00
G2	14	5	1.414.960.000,00	1.817.619.000,00	44.739.860,00	0,00	0,00
G3	14	5	1.414.960.000,00	1.817.619.000,00	44.739.860,00	0,00	0,00
G4	7	2	707.480.000,00	802.446.700,00	18.903.330,00	0,00	0,00
H1	35	12	110.890.300,00	4.084.347.000,00	172.759.000,00	0,00	0,00
H2	84	28	266.136.700,00	23.445.600.000,00	413.919.000,00	0,00	0,00
I1	28	9	711.131.500,00	2.367.350.000,00	87.169.410,00	0,00	0,00
I2	21	11	533.350.000,00	1.576.084.000,00	104.273.400,00	0,00	0,00
J	60	20	218.567.200,00	12.002.210.000,00	294.591.000,00	0,00	0,00
K	7	4	193.368.800,00	301.630.800,00	36.087.330,00	0,00	0,00
L	7	4	34.721.080,00	200.040.100,00	55.106.330,00	3,00	165.319.000,00
M	120	120	27.794.830,00	179.737.700,00	0,00	0,00	0,00
N	21	21	2.460.480,00	3.749.303,00	0,00	0,00	0,00
O	14	14	675.680,00	965.257,10	0,00	0,00	0,00
P1	21	21	86.793.320,00	99.884.820,00	0,00	0,00	0,00
P2	14	14	54.610.170,00	61.750.990,00	0,00	0,00	0,00
P3	44	44	19.767.460,00	22.783.050,00	0,00	0,00	0,00
Q1	21	21	31.911.800,00	42.290.750,00	0,00	0,00	0,00
Q2	28	28	42.548.560,00	49.467.780,00	0,00	0,00	0,00
R1	14	14	11.706.680,00	13.360.190,00	0,00	0,00	0,00
R2	74	74	61.879.740,00	71.801.070,00	0,00	0,00	0,00
S1	14	14	384.426,00	481.283,10	0,00	0,00	0,00
S2	74	74	2.032.695,00	2.614.046,00	0,00	0,00	0,00
T1	14	14	307.031,20	353.383,80	0,00	0,00	0,00
T2	30	30	657.868,80	766.015,90	0,00	0,00	0,00
U	28	28	205.843.400,00	219.196.200,00	0,00	0,00	0,00
V1	21	21	52.101.020,00	60.441.140,00	0,00	0,00	0,00
V2	45	45	111.645.000,00	127.567.000,00	0,00	0,00	0,00
W1	14	14	3.755.557,00	4.183.607,00	0,00	0,00	0,00
W2	14	14	3.755.557,00	4.183.607,00	0,00	0,00	0,00
X	24	24	47.773.500,00	49.019.830,00	0,00	0,00	0,00
Y	14	14	20.824.020,00	23.546.960,00	0,00	0,00	0,00
Z	14	14	23.804.010,00	27.122.000,00	0,00	0,00	0,00
AA	7	7	11.639.820,00	13.283.890,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTALS</b>			<b>8.895.506.000,00</b>				<b>4.803.697.000,00</b>







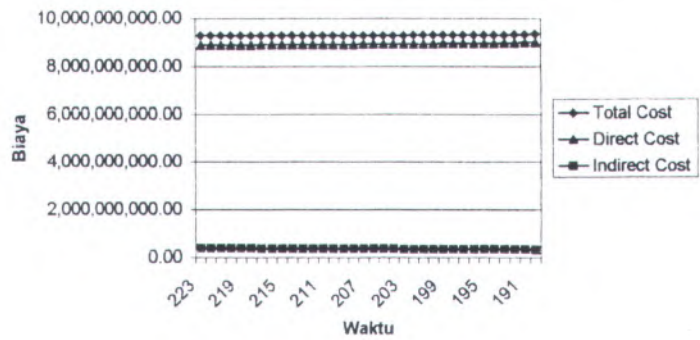
TABEL 5.4.2.3. ANALISA BIAYA DAN WAKTU OPTIMUM ALTERNATIF 2  
( Penambahan kapasitas alat berat + tenaga kerja )

Tahap Crash	Durasi		Pertambahan Biaya Langsung	Biaya Langsung	Biaya Tak Langsung	Pengurangan Biaya Tak langsung	Total Biaya
	Hari	Bln					
0	223	7.43	0	8.895.504.769.91	390.444.231.00	1.750.870.99	9.285.949.000.91
1	222	7.40	1.488.320.10	8.896.993.090.01	388.693.360.01	1.750.870.99	9.285.686.450.02
2	221	7.37	1.488.320.10	8.898.481.410.11	386.942.489.02	1.750.870.99	9.285.423.899.13
3	220	7.33	1.488.320.10	8.899.969.730.21	385.191.618.03	1.750.870.99	9.285.161.348.24
4	219	7.30	1.961.332.40	8.901.931.062.61	383.440.747.04	1.750.870.99	9.285.371.809.64
5	218	7.27	1.961.332.50	8.903.892.395.11	381.689.876.04	1.750.870.99	9.285.582.271.15
6	217	7.23	1.961.332.30	8.905.853.727.41	379.939.005.05	1.750.870.99	9.285.792.732.46
7	216	7.20	1.961.332.50	8.907.815.059.91	378.188.134.06	1.750.870.99	9.286.003.193.97
8	215	7.17	2.310.355.00	8.910.125.414.91	376.437.263.07	1.750.870.99	9.286.562.677.98
9	214	7.13	2.310.356.00	8.912.435.770.91	374.686.392.08	1.750.870.99	9.287.122.162.99
10	213	7.10	2.317.818.00	8.914.753.588.91	372.935.521.09	1.750.870.99	9.287.689.110.00
11	212	7.07	2.607.434.00	8.917.361.022.91	371.184.650.10	1.750.870.99	9.288.545.673.01
12	211	7.03	2.607.435.00	8.919.968.457.91	369.433.779.11	1.750.870.99	9.289.402.237.02
13	210	7.00	2.607.434.00	8.922.575.891.91	367.682.908.12	1.750.870.99	9.290.258.800.03
14	209	6.97	2.607.434.00	8.925.183.325.91	365.932.037.13	1.750.870.99	9.291.115.363.03
15	208	6.93	2.607.434.00	8.927.790.759.91	364.181.166.13	1.750.870.99	9.291.971.926.04
16	207	6.90	2.607.434.00	8.930.398.193.91	362.430.295.14	1.750.870.99	9.292.828.489.05
17	206	6.87	2.607.434.00	8.933.005.627.91	360.679.424.15	1.750.870.99	9.293.685.052.06
18	205	6.83	2.607.433.00	8.935.613.060.91	358.928.553.16	1.750.870.99	9.294.541.614.07
19	204	6.80	2.607.434.00	8.938.220.494.91	357.177.682.17	1.750.870.99	9.295.398.177.08
20	203	6.77	2.850.982.00	8.941.071.476.91	355.426.811.18	1.750.870.99	9.296.254.740.09
21	202	6.73	2.850.982.00	8.943.922.458.91	353.675.940.19	1.750.870.99	9.297.111.303.10
22	201	6.70	2.850.980.00	8.946.773.438.91	351.925.069.20	1.750.870.99	9.297.967.866.11
23	200	6.67	3.431.692.00	8.950.205.130.91	350.174.198.21	1.750.870.99	9.300.379.329.11
24	199	6.63	3.431.692.00	8.953.636.822.91	348.423.327.22	1.750.870.99	9.302.790.792.12
25	198	6.60	3.431.692.00	8.957.068.514.91	346.672.456.22	1.750.870.99	9.305.202.255.13
26	197	6.57	3.431.692.00	8.960.500.206.91	344.921.585.23	1.750.870.99	9.307.613.718.14
27	196	6.53	3.431.692.00	8.963.931.898.91	343.170.714.24	1.750.870.99	9.310.025.181.15
28	195	6.50	3.431.692.00	8.967.363.590.91	341.419.843.25	1.750.870.99	9.312.436.644.16
29	194	6.47	3.431.692.00	8.970.795.282.91	339.668.972.26	1.750.870.99	9.314.848.107.17
30	193	6.43	11.071.868.00	8.981.867.150.91	337.918.101.27	1.750.870.99	9.319.785.252.18
31	192	6.40	11.235.312.00	8.993.102.462.91	336.167.230.28	1.750.870.99	9.324.722.407.19
32	191	6.37	11.235.316.00	9.004.337.778.91	334.416.359.29	1.750.870.99	9.329.659.562.20
33	190	6.33	9.985.312.00	9.014.323.090.91	332.665.488.30	1.750.870.99	9.334.596.717.21

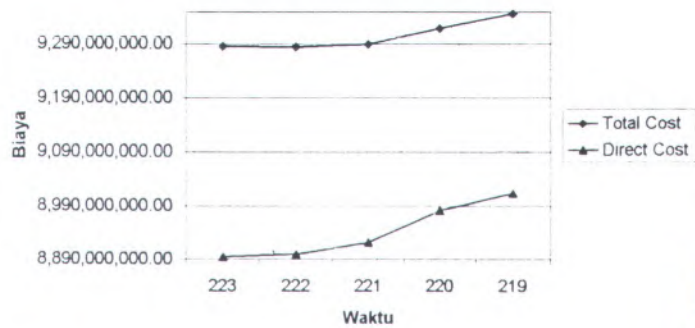
Keterangan :

1. Tahap Crash 3 = Biaya dan waktu optimum
2. Tahap Crash 30 = Tahap Crash untuk mengejar keterlambatan proyek 30 hari
3. Tahap Crash 33 = Maximum Crashing ( 190 hari )

Grafik 5.4.2.1 Biaya Waktu Alternatif 2



Grafik 5.4.2.2 Penyederhanaan Grafik Alternatif 2



### 5.4.3. Perbandingan Antar Alternatif

Dari perhitungan analisa TCTO untuk tiap tiap alternatif diatas maka dapat diketahui perbandingannya antara desain yang satu dengan desain yang lainnya dan juga perbandingannya terhadap desain asli waktu dan biaya dari proyek tersebut sebelum dimampatkan. (tabel 5.4.3.1., tabel 5.4.3.2. dan tabel 5.4.3.3.).

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa :

- a. Untuk dapat mengejar keterlambatan pelaksanaan selama 30 hari dapat digunakan alternatif 1 dan alternatif 2.
- b. Waktu terpendek proyek dapat diselesaikan (maksimum crashing) untuk tiap-tiap alternatif, yaitu alternatif 1 selama 188 hari, sedangkan alternatif 2 selama 190 hari.
- c. Proyek dapat diselesaikan dengan total biaya terendah, yaitu secara berurutan alternatif 1(Rp.9.270.907.385,72; 199 hari), alternatif 2(Rp. 9.285.161.348,24 ; 220 hari).

TABEL 5.4.3.1. Perbandingan Biaya dan waktu Untuk Mengejar Keterlambatan 30 Hari

NO	AKTIVITAS	WAKTU	BIAYA TOTAL	SELISIH	SELISIH
		HARI		WAKTU	BIAYA TOTAL
1	Desain ASLI	223	9.285.949.000,91	-	-
2	Alternatif 1	193	9.295.007.187,78	30	(9.058.186,87)
3	Alternatif 2	193	9.319.785.252,18	30	(33.836.251,27)

TABEL 5.4.3.2. Perbandingan Biaya dan waktu (Maksimum Crashing) Tiap Alternatif Terhadap Desain Asli

NO	AKTIVITAS	WAKTU	BIAYA TOTAL	SELISIH	SELISIH
		HARI		WAKTU	BIAYA TOTAL
1	Desain ASLI	223	9.285.949.000,91	-	-
2	Alternatif 1	188	9.334.144.450,82	35	(48.195.449,91)
3	Alternatif 2	190	9.346.988.579,20	33	(61.039.578,29)

TABEL 5.4.3.3. Perbandingan Biaya dan waktu Optimum Tiap Alternatif Terhadap Desain Asli

NO	AKTIVITAS	WAKTU	BIAYA TOTAL	SELISIH	SELISIH
		HARI		WAKTU	BIAYA TOTAL
1	Desain ASLI	223	9.285.949.000,91	-	-
2	Alternatif 1	199	9.270.907.385,72	24	15.041.615,19
3	Alternatif 2	220	9.285.161.348,24	3	787.652,67

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. KESIMPULAN**

Dari hasil analisa yang telah dilakukan (crashing biaya dan waktu) pada proyek Perkuatan Tebing Kali Wonokromo, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Keterlambatan proyek dapat diatasi dengan metode crashing dengan menggunakan beberapa alternatif. Diantaranya alternatif 1 yaitu penambahan jam kerja lembur 4 jam, dan alternatif 2 yaitu penambahan kapasitas alat berat + regu kerja.
2. Agar dapat mengejar keterlambatan proyek sebesar 30 hari sehingga proyek dapat diselesaikan dalam waktu 193 hari dapat dilaksanakan dengan menggunakan alternatif 1 dan alternatif 2. Alternatif 1 mengalami penambahan biaya sebesar Rp 9.085.186,87. Sedangkan alternatif 2 mengalami penambahan biaya sebesar Rp 33.836.251,27
3. Durasi maksimum proyek (total crash) tiap alternatif, alternatif 1 selama 188 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp. 48.195.449,91. Alternatif 2 selama 190 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp. 61.039.578,29

#### **6.2. SARAN**

Dalam analisa pertukaran biaya dan waktu pada proyek Perkuatan Tebing Kali Wonokromo ini, kenaikan Indirect cost pada penambahan jam kerja lembur tidak diperhitungkan. Padahal pada kenyataannya, indirect cost juga ikut mempengaruhi total biaya proyek. Oleh karena itu, disarankan agar dalam penelitian selanjutnya kenaikan Indirect Cost juga ikut diperhitungkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badri, S., 1997, *Dasar-dasar Network Planning*, Rineka Cipta, Jakarta
- Callahan, M.T. 1992, *Construction Project Scheduling*, McGraw-Hill, New York.
- Dipohusodo, 1995, *Manajemen Proyek & Konstruksi, Jilid 2* Kanisius, Yogyakarta.
- Ervianto, W., 2002, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi, Yogyakarta.
- Fatena Rostiyanti, S., 2002, *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Soeharto, I. 1995, *Manajemen Proyek (dari konseptual sampai operasional)*, Erlangga, Jakarta.
- Sosrodarsono, S., 1992, *Alat alat Berat dan Penggunaanya*, YBPPU, Jakarta.



NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	Keterangan
1	2	3	4	5	6	7
I	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
1	Mobilisasi & Demobilisasi	ls	1.00	37.680.000.00	37.680.000.00	
2	Pengalihan jalur kabel	titik	4.00	23.058.000.00	92.232.000.00	
3	Rekondisi parapet rembesan	m	-	341.930.50	-	
					129,912,000.00	
II	<b>PEKERJAAN TANAH</b>					
1	a. Galian tanah tanggul	m3	4.041.00	15.207.50	61.453.507.50	
	b. Galian tanah tanggul	m3	406.78	13.680.00	5.564.750.40	
2	a. Timbunan tanah dari luar	m3	593.58	66.868.28	39.691.673.64	
	b. Timbunan tanah dari luar	m3	12.359.50	62.908.28	777.514.886.66	
3	Timbunan tanah kembali	m3	3.097.96	14.210.90	44.024.799.76	
4	Gebalan rumput	m2	2.299.56	4.123.00	9.481.168.34	
5	Overlay Jalan	m2	250.00	58.815.48	14.703.870.00	
					952,434,656.31	
III	<b>PEKERJAAN CSP</b>					
1	Pengadaan CSP 32x50x12 m	m	16.800.00	304.910.00	5.122.488.000.00	
2	Pemancangan CSP 32x50x12 m	m	16.100.00	36.493.04	587.537.944.00	
3	Pengadaan TP $\phi$ 40 cm	m	4.272.00	272.638.00	1.164.709.536.00	
4	Pemancangan TP $\phi$ 40 cm	m	2.702.50	72.091.50	194.827.278.75	
5	Pengadaan TP $\phi$ 50 cm	m	576.00	315.925.00	181.972.800.00	
6	Pemancangan TP $\phi$ 50 cm	m	564.00	80.541.50	45.425.406.00	
7	Pemotongan CSP untuk Couping	ltk	1.400.00	23.603.45	33.044.830.00	
8	Pemotongan TP $\phi$ 40 untuk Couping	ltk	66.00	47.280.10	3.120.486.60	
9	Pemotongan TP $\phi$ 50 untuk Couping	ltk	16.00	52.230.10	835.681.60	
10	a. Pembesian	kg	19.357.40	8.226.62	159.245.973.99	
	b. Pembesian	kg	2.802.75	7.176.62	20.114.271.71	
11	a. Rekisting	m2	976.33	76.905.67	75.085.215.16	
12	Dnton K225	m3	198.13	416.404.72	82.502.267.17	
13	Elastis Joint	m2	14.21	221.280.00	3.144.388.80	
14	Pekerjaan Perancah Bambu	m	200.00	7.770.71	1.554.142.00	
					7,675,608,221,77	
IV	<b>PEKERJAAN BAJA</b>					
1	Pengadaan Baja WF 150x75x5x7	kg	18.856.60	10.916.25	205.843.359.75	
2	Pemasangan Baja WF 150x75x5x7	kg	18.856.60	10.512.15	198.223.407.69	
3	Pengadaan dan Pemasangan Sling Baja	m	451.93	16.620.04	7.511.112.75	
					411,577,880.19	
V	<b>PEKERJAAN RETAINING WALL</b>					
1	Pondasi strauss dia 30 cm - 10 m	m	520.00	111.872.11	58.173.497.20	
2	Pembesian	kg	2.952.56	7.176.62	21.189.401.15	
3	Rekisting	m2	312.12	76.905.67	24.003.765.51	
4	Beton K 225	m3	31.34	416.404.72	13.050.123.92	
					116,416,788.78	
					9,285,949,547.06	
					9,285,949,000.00	
					928,594,900.00	
					10,214,543,900.00	

PT. Brantas Abipraya(Persero)

  
 Ir. C. Thomas Parigiarbuan, MM  
 Direktur Perencanaan

Panitia Pelelangan Pengadaan Barang dan Jasa Pemborongan, Pemihian  
 Langsung dan Negosiasi Salker NVT PBPP Brantas

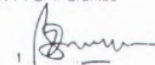
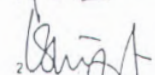

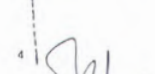

1. Basuki Rachmad, BE  
 Ketua

2. Ir. Isqiyanto, MT  
 Sekretaris

3. Ir. Dwi Ali Almajid  
 Anggota

4. Ir. H.M. Hery Suprpto, MT  
 Anggota

5. Winarto, BE  
 Anggota

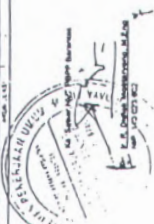
KUALA

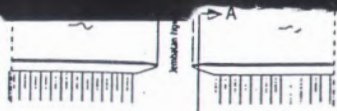
No. 1 - (a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) (k) (l) (m) (n) (o) (p) (q) (r) (s) (t) (u) (v) (w) (x) (y) (z)

No. 2 - (a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) (k) (l) (m) (n) (o) (p) (q) (r) (s) (t) (u) (v) (w) (x) (y) (z)

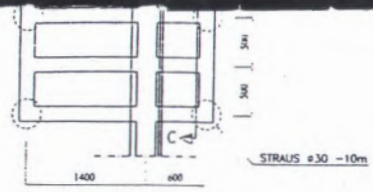
No. 3 - (a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) (k) (l) (m) (n) (o) (p) (q) (r) (s) (t) (u) (v) (w) (x) (y) (z)

No.	Description	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

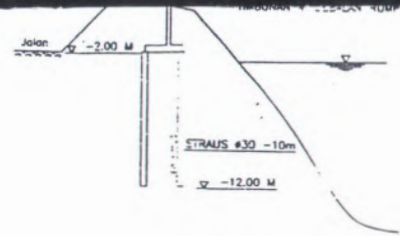




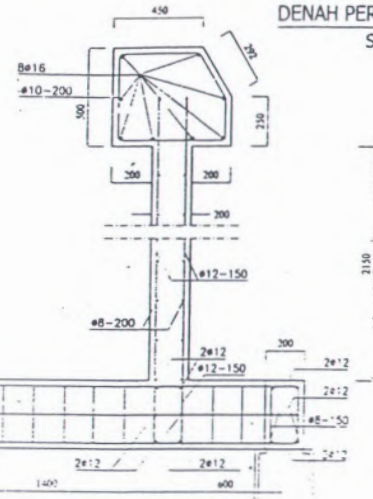
DENAH  
SKALA 1:150



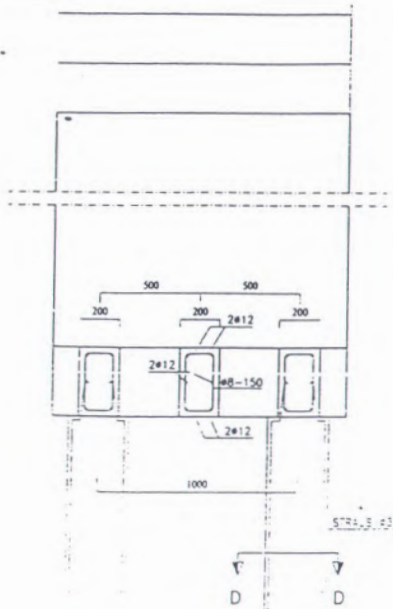
DENAH PERLETAKAN STRAUSS  
SKALA 1:40



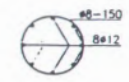
POTONGAN A - A  
SKALA 1:150



POTONGAN B - B  
SKALA 1:20

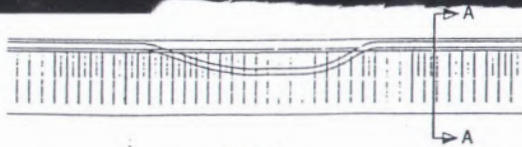


POTONGAN C - C  
SKALA 1:20

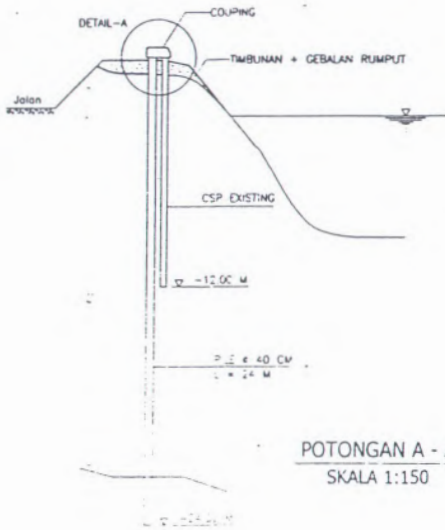


POTONGAN D - D  
SKALA 1:20

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BINAAN, KEGIATAN PEMBANGUNAN DAN PENYALURAN AIR BUNYI PENGENDALIAN BANJIR DAN PENYALURAN AIR A. SUMBER AIR B. KEGIATAN PEMBANGUNAN DAN PENYALURAN AIR C. PENYALURAN AIR			
Pekerjaan: STRUKTUR PERLETAKAN TIEBET			
Judul: DENAH DAN POTONGAN STRAUSS			
Skala: 1: 15 1: 30	Disetujui:	Disetujui:	Disetujui:
Lembar:	M. Fauzi ST Disetujui:	Disetujui:	Disetujui:
G. p. geomarketing	Disetujui:	Disetujui:	Disetujui:
Tanggal: 12 Mei 2007	Disetujui:	Disetujui:	Disetujui:

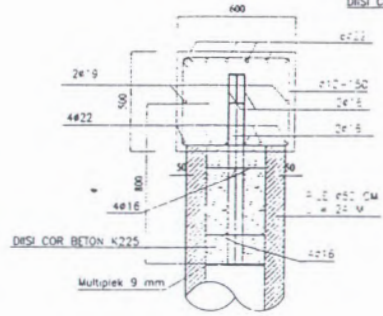


DENAH  
SKALA 1:150

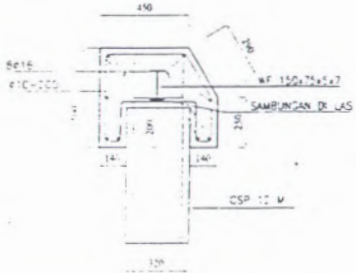


POTONGAN A - A  
SKALA 1:150

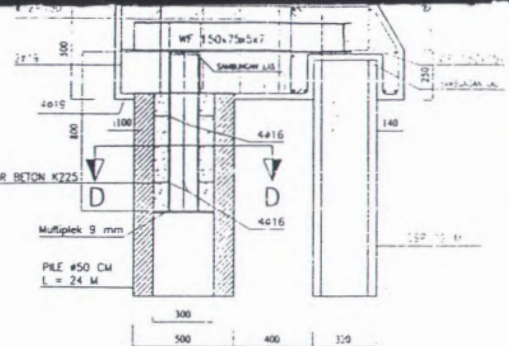
DENAH PILE CAP  
SKALA 1:40



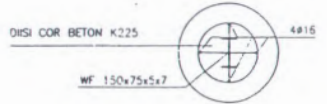
POTONGAN C - C  
SKALA 1:20



DETAIL POTONGAN COPING  
SKALA 1:20



POTONGAN B - B  
SKALA 1:20



POTONGAN D - D  
SKALA 1:20

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMU  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA &  
MUDA & KETAHANAN PANGAN  
SALAH SANGGAI  
SALAH SANGGAI  
SALAH SANGGAI

DESKRIPSI: RENCANA PERENCANAAN TEKNIK KAWASAN SUNGAI

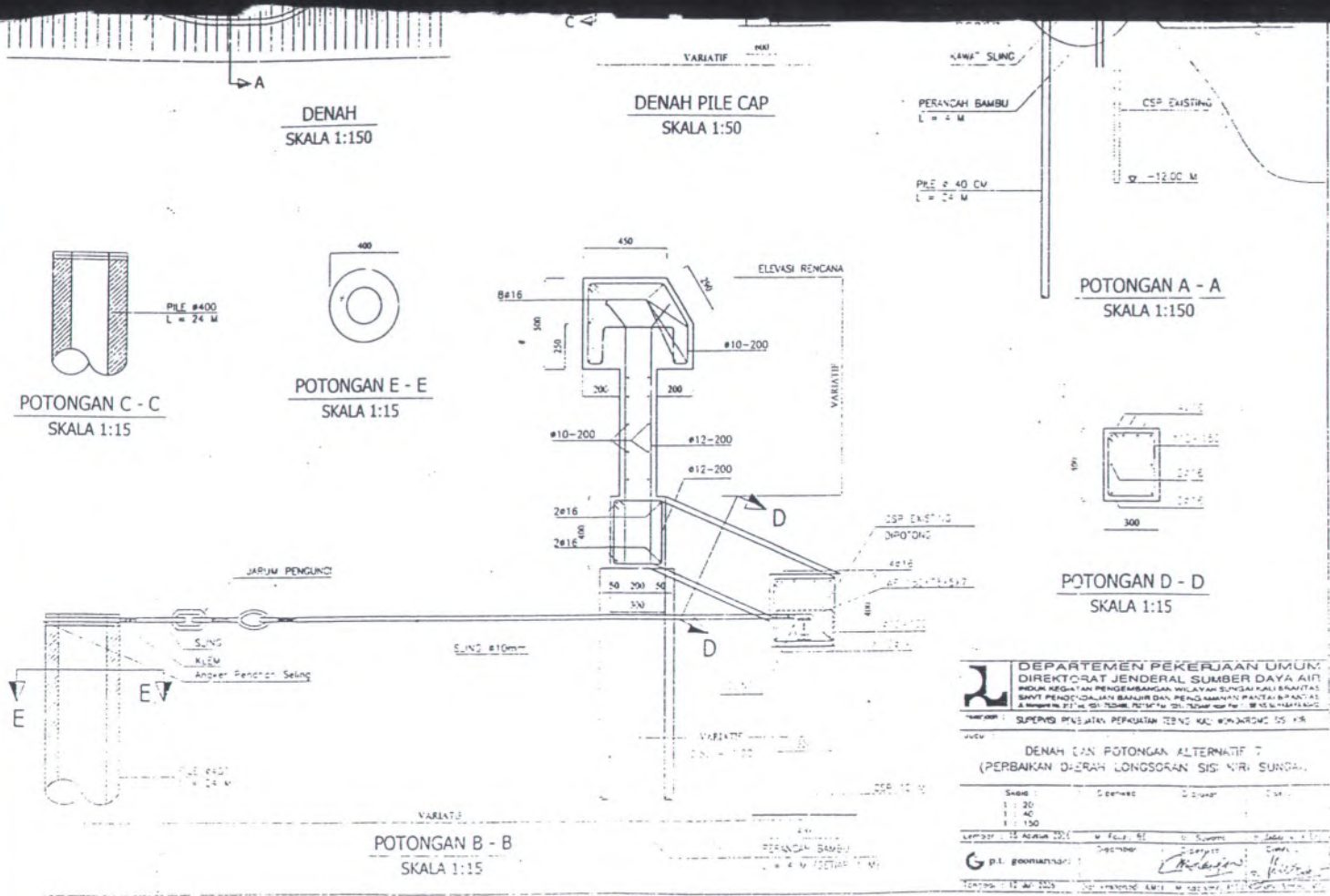
Judul: DENAH DAN POTONGAN ALTERNATIF 3 (UNTUK SISI KANAN SUNGAI)

Skala:	Disusun:	Disetujui:	Ditutupi:
1:150			

Disusun oleh: G. P. G. (G. P. G.)

Ditutupi oleh: [Signature]

Tanggal: 12 April 2011

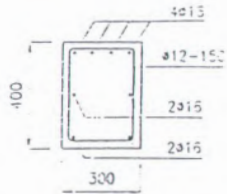


**DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
 RENCANA KEBANGUNAN DAN PERENCANAAN  
 RENCANA KEBANGUNAN DAN PERENCANAAN  
 RENCANA KEBANGUNAN DAN PERENCANAAN  
 RENCANA KEBANGUNAN DAN PERENCANAAN

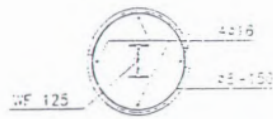
DENAH DAN POTONGAN ALTERNATIF 7  
 (PERBAIKAN DERAH LONGSORAN SISIR KIRI SUNDA.)

No.	Skala	Desain	Disain	Cek
1	1:20			
2	1:40			
3	1:150			

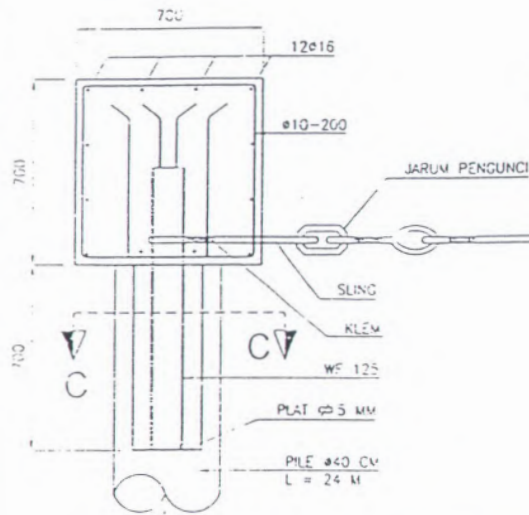
Lembar: 12 dari 20  
 W. F. S. R.  
 p.t. goomah...  
 12 Mei 2005



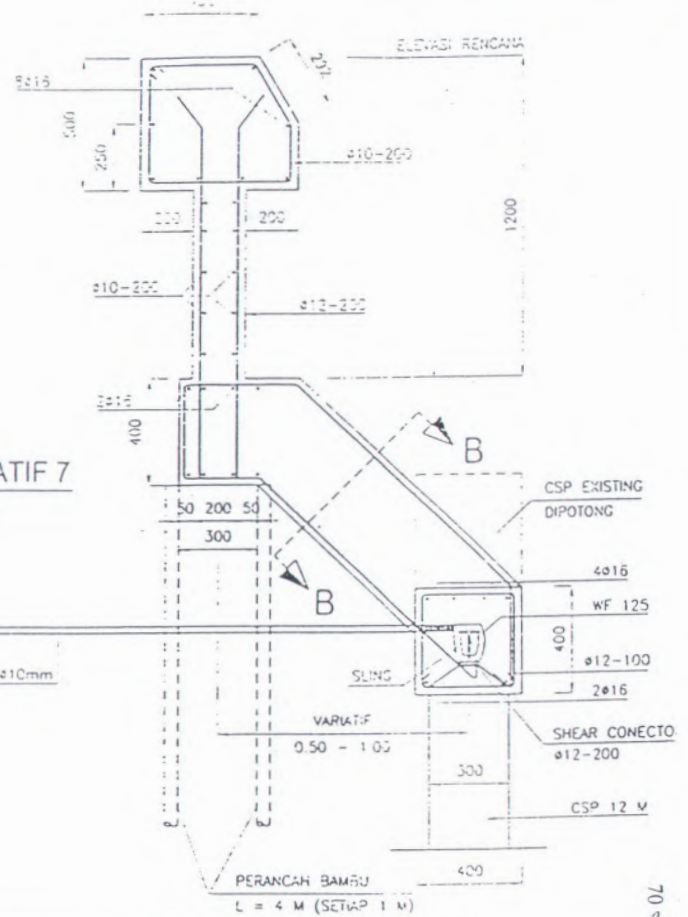
POTONGAN A-A  
SKALA 1:15



POTONGAN B-B  
SKALA 1:15



DETAIL ALTERNATIF 7  
SKALA 1:15



70  
P-

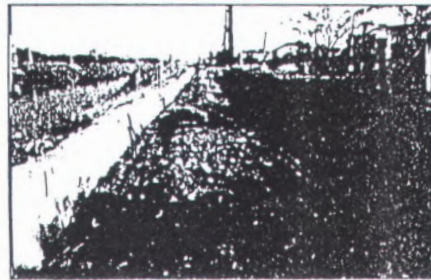
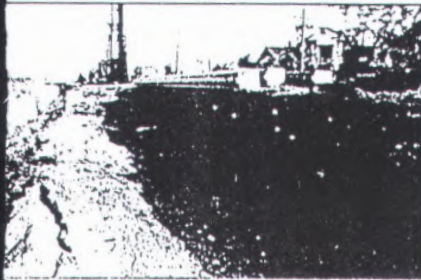
## KONDISI DI STA W 13



Pemancangan  
CSP pada  
tanggal 13 juni



Kondisi geser  
dan turunnya  
tanggul tanggal  
22 Juni



Kondisi tanggul setelah mengalami penurunan dan  
pergeseran



Penulis dilahirkan di Surabaya, 02 Mei 1979, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Sarinah Surabaya, SDK Santo Carolus Surabaya, SMPN 1 Surabaya dan SMUN 5 Surabaya. Kemudian Penulis menempuh pendidikan Diploma Tiga di jurusan Teknik Sipil Keairan FTSP-ITS pada tahun 1998 dan terdaftar dengan NRP. 3198 031 008. Setelah menempuh pendidikan Diploma Tiga penulis melanjutkan pendidikan Tingkat Sarjana di Fakultas Teknik Sipil ITS pada tahun 2003 dan terdaftar dengan NRP. 3103 109 612