

14.483/H/102

ITS

TUGAS AKHIR

APLIKASI PROGRAMA LINIER UNTUK ANALISA TCTO PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SURABAYA

OLEH :

NINA ANGGRENI
3197.100.086

RSS
692.5
Ang
a-1
2002



04/CN/12
H
21.4.2002

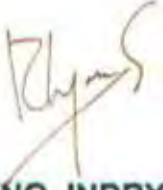
PROGRAM SARJANA (S-1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2002

TUGAS AKHIR

APLIKASI PROGRAMA LINIER UNTUK ANALISA TCTO PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SURABAYA

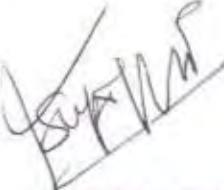
SURABAYA, 24 JANUARI 2002
MENGETAHUI/MENYETUJUI

Pembimbing I


IR. RETNO INDRYANI, MS.
NIP. 131.558.635



Pembimbing II


SUPANI, ST.
NIP. 132.206.860

PROGRAM SARJANA (S-1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2002

ABSTRAK

APLIKASI PROGRAMA LINIER UNTUK ANALISA TCTO PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SURABAYA

Disusun Oleh :
NINA ANGGRENI
3197.100.086

Dosen Pembimbing :
IR. RETNO INDRYANI, MS.
SUPANI, ST.

ABSTRAK

Pembangunan gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya diperlukan untuk memenuhi kebutuhan sarana pendidikan akibat pemindahan kampus Universitas Surabaya dari jalan Ngagel serta untuk menampung masuknya mahasiswa baru. Agar pembangunan dapat selesai pada awal tahun ajaran baru maka waktu penyelesaian proyek harus dipercepat.

Permasalahan yang timbul dengan mempercepat penyelesaian proyek adalah penambahan biaya langsung dan pengurangan biaya tak langsung. Sehingga perlu diketahui hubungan antara waktu dan biaya dengan menggunakan Analisa Time Cost Trade Off. Analisa TCTO dengan metode Cut Set System memerlukan waktu lama dalam perhitungannya karena kompresi yang dilakukan secara bertahap, sehingga diperlukan alternatif lain yang lebih baik.

Tugas Akhir ini akan menerapkan Analisa Time Cost Trade Off untuk mendapatkan waktu optimum dan biaya minimum dengan menggunakan Programa Linier tanpa melalui tahapan kompresi. Dan untuk mengontrol hasil akhirnya dibandingkan dengan menggunakan metode Cut Set System. Dalam perhitungannya dipakai program bantu komputer berupa software QSB+ (Quantitative System for Business Plus) untuk metode Cut Set System, sedangkan untuk Programa Linier dengan bantuan software Mathcad.

Hasil kompresi yang didapatkan dari Programa Linier sama dengan hasil dari metode Cut Set System yaitu pengurangan durasi 51 hari sehingga total durasi menjadi 131 hari dengan biaya total sebesar Rp. 2.003.049.879,00. Dan total keuntungan yang didapatkan setelah diadakan kompresi adalah Rp.472.222.167,92.

KATA PENGANTAR



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Alhamdulillah, tiada yang dapat saya ucapkan, selain puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul " Aplikasi Program Linier untuk Analisa TCTO pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya ".

Penyusunan Tugas Akhir merupakan persyaratan bagi mahasiswa untuk menyelesaikan studi pada tingkat Sarjana (S1) di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Tercelesaikannya Tugas Akhir ini juga tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, baik secara langsung maupun tidak langsung, baik di dalam mendapatkan referensi dan literature maupun atas bimbingan dan dorongannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sehubungan dengan hal itu, maka lewat kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya, khususnya kepada:

1. Bapak Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc, PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
2. Ibu Ir. Retno Indryani, MS selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan saran dan pengarahan dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.



3. Bapak Supani, ST selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan petunjuk dan pengarahan sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Ir. Hitapriya Suprayitno, MEng selaku Dosen Wali yang telah memberikan dorongan dan saran selama masa perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil.
5. Bapak Ir. Putu Artama, MT dan Ibu Dr.Ir. Ria Asih, MEng selaku Dosen Pengaji yang telah memberikan saran demi penyempurnaan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh jajaran staff dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan yang telah banyak membantu dalam memperlancar penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Drs. Hani Natawidjaya, SE selaku Pembantu Rektor Universitas Surabaya yang telah memberikan ijin untuk menganalisa proyek pembangunan gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya sebagai bahan studi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Bapak Ir. Budi Agung W. selaku Koordinator Pengawas Lapangan yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan untuk penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Bapak Drs. Budi Teguh dan Bapak Ridwan yang telah memberikan bimbingan serta bantuan dalam pengumpulan data untuk penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Bapak Drs. Kamdi selaku Ketua Yayasan Tunas Paratama Bhakti yang telah memberikan banyak bantuan selama perkuliahan maupun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.



11. Bapak Djoko Poernomo, Bapak Katidjan, SH, Bapak Drs. Djoko Primanto, Bapak Asgunadi yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan serta dorongan selama masa perkuliahan hingga terselesaiannya Tugas Akhir ini.
12. Ibu Djoko Primanto, Ibu Retno serta seluruh staff Yayasan Tunas Paratama Bhakti yang selalu memberikan pengarahan dan bantuan selama masa perkuliahan.
13. Bapak, Ibu, Budhe Tatik, Mbak Ririn, Oppie, kakek, nenek serta saudara-saudara yang lain untuk kasih sayingnya, dorongan baik materiil maupun spirituul dan dukungan dalam membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.
14. Sahabat – sahabatku Sara, Lisa, Istanti Nina, Lia, Asrul, Reynhard, Jefry atas bantuan, dukungan dan dorongan dalam penyusunan Tugas Akhir ini serta kebersamaan yang diberikan selama masa kuliah baik suka maupun duka.
15. Seluruh crew 40 (arek-arek 1997) serta teman – teman di Teknik Sipil yang lain atas dukungan, bantuan, dorongan serta kebersamaannya selama ini.
16. Sovy, Ika, Musholawati, Sam, Helin, Sumarsono dan arek-arek Kalijudan lainnya atas bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dan kebersamaannya selama masa kuliah.
17. Accep atas segala bantuan dan dorongan yang diberikan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
18. Mbak Elly, Tri, Mas Adi, Ido dan arek-arek Nusaraya lainnya atas dorongan serta refreshing yang diberikan.



Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan segala bentuk saran dan kritik yang bersifat membengun demi perbaikan dan penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya rekan-rekan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 24 Januari 2002

Penulis

DAFTAR ISI



DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi	4
1.5.1. Mengadakan Studi Literatur sebagai Dasar Penyusunan Tugas Akhir	4
1.5.2. Pengumpulan Data	4
1.5.3. Pembuatan Diagram Panah	6
1.5.4. Penerapan Analisa Time Cost Trade Off	6
1.5.5. Melakukan Perbandingan Hasil Analisa TCTO	7
1.5.6. Mengevaluasi Hasil Analisa TCTO Terhadap Proyek	7



BAB II. DASAR TEORI	8
2.1. Penjadwalan	8
2.1.1. Diagram Balok (Gantt / Bar Chart)	9
2.1.2. Diagram Panah (Arrow Diagram)	11
2.1.2.1. Aktivitas nyata dan palsu (dummy)	11
2.1.2.2. Macam – macam hubungan antar aktivitas	12
2.1.2.3. Penentuan jalur lintasan kritis	15
2.2. Jenis Biaya pada Proyek Konstruksi	18
2.2.1. Biaya Langsung (Direct Cost)	18
2.2.2. Biaya Tak Langsung (Indirect Cost)	13
2.3. Analisa Time Cost Trade Off (TCTO)	19
2.3.1. Elemen Waktu Normal dan Waktu Cepat	20
2.3.2. Elemen Biaya Normal dan Biaya Percepatan	22
2.4. Metode untuk Analisa Time Cost Trade Off	24
2.4.1. Analisa TCTO dengan Cut Set System	24
2.4.2. Analisa TCTO dengan Program Linier	32
2.5. Cash Flow	38
2.6. Nilai Waktu dari Uang	39
BAB III. PENERAPAN ANALISA TCTO	40
3.1. Proyek Pembangunan Fakultas Teknik Universitas Surabaya	40
3.2. Data-Data yang Diperoleh	41
3.3. Pembuatan Diagram Panah	42
3.4. Biaya Proyek	44



3.5. Perhitungan Cost Slope	45
3.6. Penerapan TCTO dengan Cut Set System	47
3.7. Penerapan TCTO dengan Programa Linier	50
BAB IV. PEMBAHASAN HASIL ANALISA TCTO	58
4.1. Hasil Analisa TCTO dengan Cut Set System	58
4.2. Hasil Analisa TCTO dengan Programa Linier	61
4.3. Hasil Perbandingan Analisa TCTO	63
4.4. Perhitungan Cash Flow Pelaksanaan Proyek	63
4.4.1. Perhitungan Bobot Prestasi	63
4.4.2. Cash Flow In	64
4.4.3. Cash Flow Out	67
4.4.4. Perhitungan Total Nilai Profit	69
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
PENERAPAN ANALISA TCTO	
Tabel 3.1. Logika Keterkaitan Antar Aktivitas	43
Tabel 3.2. Data masukan untuk Analisa TCTO dengan Cut Set System	48
Tabel 3.3. Data untuk Programa Linier	51
 PEMBAHASAN HASIL ANALISA	
Tabel 4.1. Total Cost setelah Dilakukan Kompresi	58
Tabel 4.2. Durasi Hasil Analisa TCTO dengan Cut Set System	60
Tabel 4.3. Hasil Analisa TCTO dengan Programa Linier	62
Tabel 4.4. Bobot Prestasi sebelum Kompresi	64
Tabel 4.5. Bobot Prestasi sesudah Kompresi	64
Tabel 4.6. Sistem Pembayaran dengan Uang Muka 30 %	65
Tabel 4.7. Cash Flow In sebelum dilakukan Kompresi	65
Tabel 4.8. Cash Flow In sesudah dilakukan Kompresi	65
Tabel 4.9. Cash Flow Out sebelum dilakukan Kompresi	67
Tabel 4.10. Cash Flow Out sesudah dilakukan Kompresi	68
Tabel 4.11. Total Nilai Profit sebelum dilakukan Kompresi	71
Tabel 4.12. Total Nilai Profit sesudah dilakukan Kompresi	71

DAFTAR GAMBAR



DAFTAR GAMBAR

Halaman

PENDAHULUAN

Gambar 1.1. Flow Chart Metodologi	7
-----------------------------------	---

DASAR TEORI

Gambar 2.1. Gantt Chart	10
Gambar 2.2. Aktivitas-aktivitas yang Berurutan	12
Gambar 2.3. Merge Event	13
Gambar 2.4. Burst Event	13
Gambar 2.5. Merge dan Burst Event	14
Gambar 2.6. Hubungan antara Waktu dan Biaya	23
Gambar 2.7. Hubungan Time-Cost yang Kontinue	33
Gambar 2.8. Cost Slope dari Aktivitas i	33
Gambar 2.9. M_{ij} dan B_{ij} untuk Option Aktivitas i	35
Gambar 2.10. Cash Flow	38

PEMBAHASAN HASIL ANALISA

Gambar 4.1. Grafik Hubungan Durasi dengan Total Cost	60
Gambar 4.2. Grafik Pendapatan Kumulatif Proyek sebelum Kompresi	66
Gambar 4.3. Grafik Pendapatan Kumulatif Proyek sesudah Kompresi	66
Gambar 4.4. Grafik Biaya Kumulatif Proyek sebelum Kompresi	68



Gambar 4.5. Grafik Biaya Kumulatif Proyek sesudah Kompresi	69
Gambar 4.6. Cash Flow sebelum Kompresi	70
Gambar 4.7. Cash Flow sesudah Kompresi	70

DAFTAR LAMPIRAN



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Time Schedule Proyek Asli

Lampiran 2. Arrow Diagram

Lampiran 3. Rencana Anggaran Biaya Proyek

Lampiran 4. Cost Slope

Lampiran 5. Input dan Output Software QSB+

Lampiran 6. Input dan Output Software Mathcad

Lampiran 7. Time Schedule Baru Sebelum dan Sesudah Kompresi

Lampiran 8. Gambar – Gambar Proyek

BAB I

PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Dalam proyek konstruksi, waktu dan biaya merupakan faktor utama yang harus dipertimbangkan. Pengalaman kontraktor dalam mengestimasi biaya dan waktu sangat menentukan. Kedua hal tersebut sangat berperan dalam tahap perencanaan, penjadwalan dan pengendalian yang sangat mempengaruhi kelancaran proses pelaksanaan proyek.

Suatu proyek terdiri atas aktivitas – aktivitas dimana terdapat sumber daya yang ditugaskan untuk mengerjakan aktivitas tersebut, sehingga dapat diperkirakan durasi dan biaya untuk menyelesaikan tiap aktivitas. Penambahan sumber daya dapat memperpendek waktu pelaksanaan proyek, tetapi disisi lain biaya pelaksanaan semakin meningkat.

Metoda pertukaran waktu dan biaya (Time Cost Trade Off) memberikan alternatif kepada perencana proyek untuk dapat menyusun perencanaan yang terbaik guna mengoptimalkan waktu dan biaya dalam menyelesaikan suatu proyek. Penyesuaian penugasan sumber daya untuk mengefisienkan alokasi sumber daya juga diperlukan, sehingga dapat dihasilkan durasi yang diinginkan dengan biaya yang minimum.

Dengan bantuan teknik critical path method dapat diketahui aktivitas – aktivitas kritis, sehingga pemilihan sumber daya dapat dilakukan dengan tepat.



Seringkali timbul banyak alternatif sehingga butuh waktu lama untuk menemukan keputusan yang optimal. Tugas akhir ini mencoba menggunakan program linier untuk melakukan analisa TCTO yang dapat mengoptimalkan waktu dan biaya dari proyek konstruksi secara efisien.

1.2. PERMASALAHAN

Permasalahan yang dihadapi dalam penerapan program linier untuk analisa TCTO adalah :

1. Bagaimana penggunaan program linier dalam melakukan analisa TCTO ?
2. Bagaimana perbandingan program linier dengan Cut Set System dalam analisa TCTO ?
3. Bagaimana pengaruh analisa TCTO yang dilakukan terhadap biaya dan waktu pelaksanaan ?

1.3. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud penulisan tugas akhir dengan judul “Aplikasi Program Linier untuk Analisa TCTO pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya” adalah menganalisa atau menemukan durasi yang tepat dengan biaya yang minimum pada pembangunan gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya.

Sedangkan tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Melakukan analisa TCTO dengan program linier sehingga didapatkan biaya dan waktu pelaksanaan proyek yang optimum.



2. Membandingkan program linier dengan Cut Set System dalam analisa TCTO dimana Cut Set System ini sebagai pengontrol apakah dengan program linier dapat dihasilkan analisa TCTO yang optimal.
3. Dari hasil penjadwalan proyek yang baru dapat dianalisa dan dibandingkan penghematan waktu dan pengeluaran biaya antara jadwal baru dengan jadwal lama sehingga dapat dianalisa keuntungan dari penghematan waktu pelaksanaan yang dilakukan.

1.4. BATASAN MASALAH

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan diatas, maka untuk menghindari penyimpangan pembahasan perlu dibuat pembatasan masalah. Suatu metode pelaksanaan yang tepat dapat mengoptimalkan waktu, biaya dan mutu dalam pengerjaan suatu proyek, untuk itu dalam pembahasan ini dibatasi permasalahannya sebagai berikut :

1. Jenis pekerjaan yang dianalisa hanya untuk pelaksanaan pekerjaan struktur, karena prosentase pekerjaan ini cukup besar dari nilai anggaran keseluruhan.
2. Anggaran biaya yang diperhitungkan pada studi ini diambil dari biaya langsung yang terdapat pada kontrak dan biaya tak langsung yang diasumsikan berdasarkan keadaan di proyek.
3. Biaya peralatan, harga satuan dan produktivitas dibuat tetap sesuai dengan data yang ada pada rencana anggaran biaya proyek.
4. Perencanaan penjadwalan proyek dan durasi tiap aktivitas berdasarkan data dari time schedule, laporan harian, mingguan dan bulanan.
5. Jumlah material yang tersedia tak terbatas.



1.5. METODOLOGI

Untuk penyusunan tugas akhir ini digunakan langkah-langkah sebagai berikut :

1.5.1. Mengadakan Studi Literatur sebagai Dasar Penyusunan Tugas Akhir

Literatur yang dipakai dapat digunakan sebagai penunjang dan landasan teori dalam mengevaluasi pekerjaan, antara lain meliputi :

- Proses penjadwalan (*scheduling*) untuk mengetahui waktu (*durasi*) pelaksanaan proyek
- Perhitungan anggaran biaya proyek, baik biaya langsung maupun biaya tak langsung
- Penggunaan analisa Time Cost Trade Off untuk mengetahui pengaruh percepatan waktu terhadap biaya proyek
- Menganalisa pertukaran nilai waktu dan biaya dengan Cut Set System
- Penerapan Programa Linier untuk analisa TCTO

1.5.2. Pengumpulan Data

Selanjutnya dilakukan pengumpulan data – data yang diambil dari proyek yang ditinjau agar nantinya hasil penggerjaannya dapat dibandingkan dengan hasil sesungguhnya. Adapun data – data yang dibutuhkan dalam penggerjaan tugas akhir ini adalah :

a. *Schedule Proyek*

Untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan proyek, serta jadwal masing – masing aktivitas pada penggerjaannya di lapangan. Maka time



schedule dari proyek sangat membantu dalam menentukan durasi tiap aktivitas dan waktu penyelesaiannya. Time Schedule proyek pembangunan gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya dapat dilihat pada lampiran 1.

b. Anggaran Biaya Proyek

Dalam menentukan analisa TCTO, faktor biaya sangat menentukan untuk dapat mempercepat durasi dari proyek tersebut. Pengaruh pemampatan durasi dapat mengakibatkan naiknya biaya langsung dan turunnya biaya tak langsung dari proyek. Jadi anggaran biaya tiap aktivitas, baik harga satuan bahan , tenaga kerja maupun peralatan sangat dibutuhkan. Anggaran biaya proyek pembangunan gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya secara umum dapat dilihat pada lampiran 2.

c. Data Pendukung

Guna menganalisa waktu dan biaya, selain schedule proyek dan anggaran biayanya, diperlukan juga data penunjang lainnya agar proses analisa yang dilakukan lebih akurat, misalnya : gambar proyek, denah, laporan mingguan / bulanan, spesifikasi proyek dan lain – lain.

1.5.3. Pembuatan Diagram Panah

Dalam time schedule proyek berupa diagram balok, sehingga untuk mengubahnya menjadi diagram panah dilakukan beberapa langkah sebagai berikut:

- a. Menguraikan setiap aktivitas, bila terdapat overlap pada suatu aktivitas maka aktivitas itu dibagi menjadi beberapa kegiatan sesuai dengan overlapnya.
- b. Menentukan durasi pelaksanaan tiap aktivitas.
- c. Menentukan kegiatan yang mendahului kegiatan lainnya (logic of network).



- d. Membentuk diagram panah disertai dengan elemen – elemen waktu pendukungnya.
- e. Menentukan lintasan kritis.

1.5.4. Penerapan Analisa Time Cost Trade Off

Setelah mengetahui lintasan kritis dapat dilakukan analisa pertukaran waktu dan biaya dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- a. Penentuan crash duration untuk seluruh aktivitas.
- b. Penentuan crash cost untuk seluruh aktivitas.
- c. Perhitungan cost slope serta pemilihan cost slope terendah pada lintasan kritis
- d. Proses analisa TCTO.

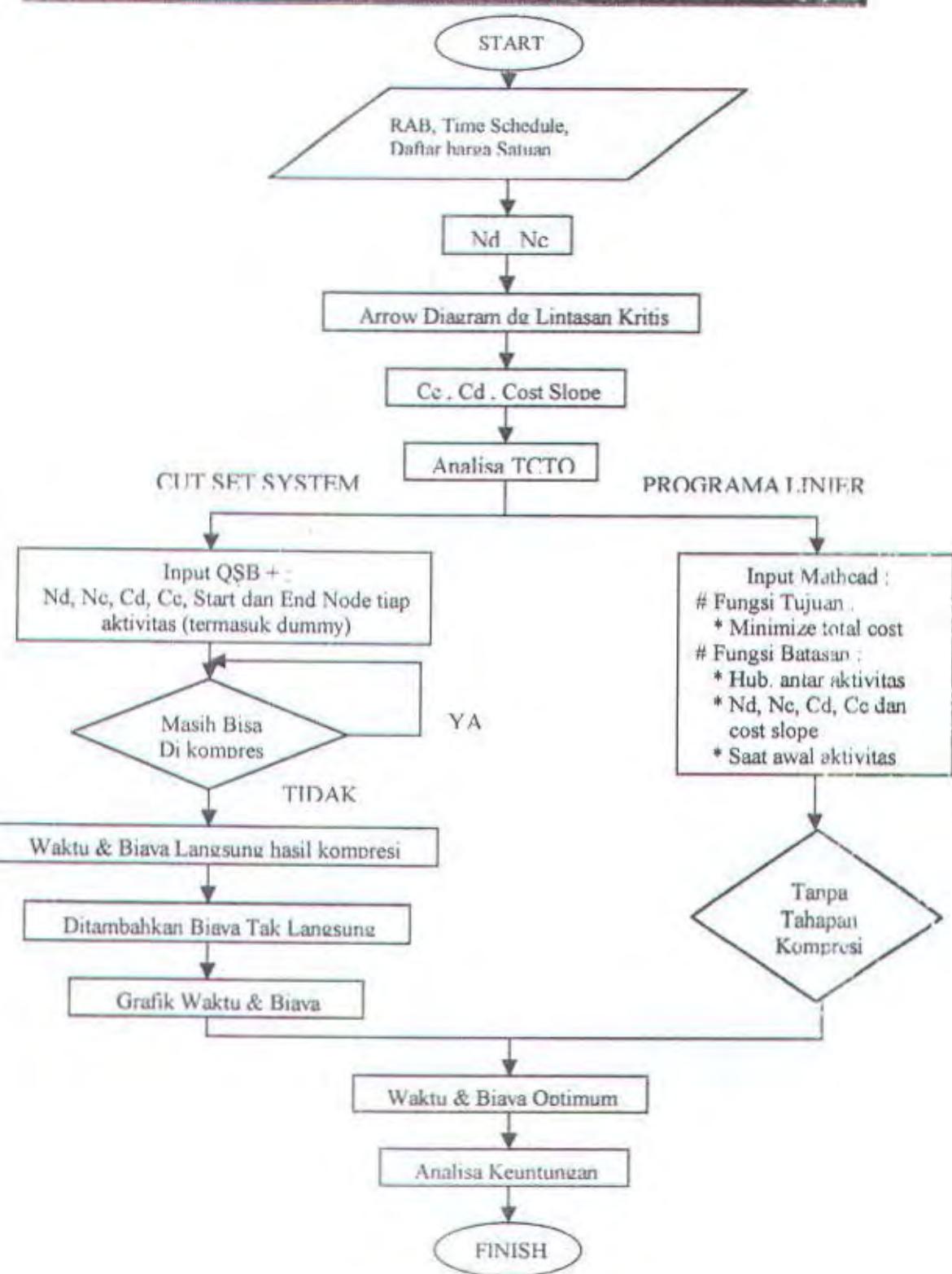
Analisa TCTO yang digunakan dalam tugas akhir ini dengan programa linier dan kemudian dibandingkan dengan Cut Set System.

1.5.5. Melakukan Perbandingan Hasil Analisa TCTO

Untuk mengontrol hasil analisa TCTO dengan programma linier maka digunakan Cut Set System sebagai pembandingnya. Agar nantinya mendapatkan hasil pengompresan waktu yang optimum dengan biaya total proyek yang minimum.

1.5.6. Mengevaluasi Hasil Analisa TCTO Terhadap Proyek

Dari hasil TCTO yang dilakukan dapat dibandingkan antara jadwal dan biaya proyek yang asli dengan yang baru sehingga dengan analisa TCTO akan menguntungkan bagi kontraktor maupun pemilik proyek baik ditinjau dari segi waktu maupun biaya.



Gambar 1.1. Flow Chart Metodologi

BAB II

DASAR TEORI



BAB II

DASAR TEORI.

2.1. PENJADWALAN

Penjadwalan merupakan suatu fase yang menterjemahkan suatu perencanaan ke dalam suatu diagram – diagram yang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktivitas – aktivitas itu dimulai, ditunda, dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber – sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan.

Untuk merencanakan penjadwalan dari aktivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi, sampai saat ini dikenal beberapa metode, antara lain :

1. Diagram balok (Gantt / Bar Chart)
2. Diagram Garis (Time / Production Graph)
3. Diagram Panah (Arrow Diagram)
4. Diagram Skala Waktu (Time Scale Diagram)
5. Diagram Presendence (Precendence Diagram)

Masing – masing metode memiliki ciri – ciri sendiri dan dikombinasikan pada proyek – proyek konstruksi. Dasar pemikiran untuk metode – metode tersebut harus berorientasi pada maksud penggunaannya. Pada dasarnya satu pekerjaan konstruksi dipecah – pecah menjadi seperangkat pekerjaan – pekerjaan kecil sehingga dapat dianggap sebagai satu unit pekerjaan yang dapat berdiri sendiri dan memiliki suatu perkiraan jadwal yang tertentu pula.



Seorang perencana yang berpengalaman memiliki kepekaan dalam membagi-bagi suatu proyek pekerjaan yang besar menjadi unit – unit pekerjaan kecil atau disebut juga aktivitas pekerjaan yang spesifik.

Untuk pekerjaan yang tidak begitu rumit dan banyak unit aktivitasnya, serta bentuk dan proses konstruksinya sederhana, pada umumnya menggunakan diagram balok (Gantt / Bar Chart).

2.1.1. Diagram Balok (Gantt / Bar Chart)

Diagram balok ini diciptakan oleh Henry Gantt, oleh karena itu diagram balok sering disebut “ Gantt Bar Chart ”. Sumbu x adalah skala waktu dan sumbu y adalah aktivitas – aktivitas yang direncanakan untuk diukur waktu pelaksanaannya yang digambarkan dengan garis horizontal tebal (batang). Panjang batang tersebut menyatakan lamanya suatu aktivitas dengan waktu awal (start) dan selesai (finish).

Pada diagram balok ini, informasi yang diberikan mencakup 3 segi, yaitu : pekerjaan yang seharusnya sedang berlangsung, dan pekerjaan yang seharusnya sudah dimulai. Diagram balok ini mempunyai sejumlah manfaat atau keuntungan dibandingkan dengan sistem penjadwalan yang lain. Bentuk grafiknya sederhana dan mudah dimengerti oleh semua tingkatan manajemen, oleh karena itu dapat diterima secara luas, demikian juga penggunaannya didalam pelaksanaan. Disamping itu merupakan alat perencanaan dan penjadwalan yang luas serta hanya memerlukan sedikit penyempurnaan dan pembaharuan dari pada sistem penjadwalan yang lain. Gambaran ini pada umumnya untuk membantu perencanaan jadwal pada tingkat pendahuluan dari proyek – proyek konstruksi dan perkayasaan dimana perubahan – perubahan sering terjadi.



Disamping keuntungan – keuntungan diatas, diagram balok juga mempunyai keterbatasan dan kelemahan, antara lain :

1. Hubungan antar aktivitas tidak dapat dilihat dengan jelas.
2. Diagram balok sulit untuk dipergunakan pada pekerjaan pengawasan, karena aktivitas – aktivitas yang sangat menentukan ketepatan waktu tidak terlihat jelas.
3. Alternatif untuk memperbaiki jadwal pelaksanaan yang lain tidak dapat dibaca pada diagram balok.
4. Bila satu atau beberapa aktivitas mengalami keterlambatan maka gambaran situasi keseluruhan proyek tersebut sulit untuk diketahui secara tepat sampai seberapa jauh hal tersebut akan mempengaruhi jadwal seluruh proyek.

Contoh Diagram Balok :

No	Macam Kegiatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
1	Galian tanah 1 & 2							
2	Plat pondasi 3							
3	Plat pondasi 4							
4	Tembok pondasi 5							
5	Tembok pondasi 6							
6	Plat jembatan 7							
7	Urug balik 8							
8	Urug balik 9							

Gambar 2.1. Gantt Chart



2.1.2. Diagram Panah (Arrow Diagram)

Metoda jaringan kerja ini pertama-tama berkembang di Amerika pada awal tahun 1957 yang dikenal dengan critical path method (CPM), di Perancis tahun 1959 dengan metode potential method (MPM).

Metode ini tercipta setelah ada kebutuhan mendesak yaitu bagaimana mengorganisir suatu proyek yang melibatkan ribuan aktivitas yang harus diselesaikan dalam waktu tertentu.

Dalam diagram ini status aktivitas digambarkan dan ditentukan dalam jaringan kerja (network), dengan mempertimbangkan beberapa jenis hubungan antar aktivitas, antara lain hubungan akhir – awal (end start relation). Urutan aktivitas yang ditunjukkan dalam jaringan tersebut menggambarkan ketergantungan dari suatu aktivitas dengan aktivitas lainnya, di mana tiap-tiap aktivitas memiliki tenggang waktu pelaksanaan (duration) yang sudah ditentukan.

2.1.2.1. Aktivitas nyata dan palsu (dummy).

Aktivitas nyata adalah pelaksanaan kegiatan yang nyata dari suatu kegiatan. Oleh karena itu aktivitas ini memerlukan sumber daya seperti tenaga manusia, mesin, peralatan, material, dan fasilitas – fasilitas lainnya. Aktivitas nyata ini biasanya digambarkan secara grafis sebagai anak panah pada jaringan kerja dan biasanya dicantumkan waktu pelaksanaannya (duration). Aktivitas palsu disebut juga dummy activity. Aktivitas ini digambarkan dengan anak panah dengan garis putus-putus dan fungsinya untuk menunjukkan ketergantungan antar aktivitas. Aktivitas palsu ini tidak mempunyai waktu penggerjaan (zero activity).



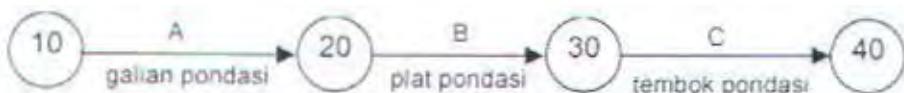
Kejadian (event) merupakan titik pangkal dari titik akhir suatu aktivitas. Suatu event tidak memerlukan waktu atau sumber daya. Secara grafis dapat digambarkan sebagai lingkaran dengan nomor di dalamnya.

2.1.2.2. Macam – macam hubungan antar aktivitas.

Terdapat beberapa macam hubungan antar aktivitas yang terjadi pada sebuah diagram panah. Hubungan tersebut menunjukkan urutan aktivitas yang terjadi di sebuah proyek. Akan terlihat aktivitas mana yang saling berhubungan dan aktivitas mana yang tidak mempunyai hubungan sama sekali dengan aktivitas sebelumnya. Untuk itu ada beberapa macam jenis hubungan yang terjadi pada suatu diagram panah.

a. Sistem garis lurus

Diagram dibawah ini menunjukkan hubungan aktivitas yang berurutan (menurut sistem garis lurus), dimana suatu pekerjaan baru dapat dilakukan setelah pekerjaan lain selesai, seperti pelat pondasi dapat dilakukan bila aktivitas sebelumnya yaitu galian pondasi telah selesai dikerjakan. Ini berarti bahwa akhir dari A terjadi bersama – sama dengan awal dari kegiatan B.

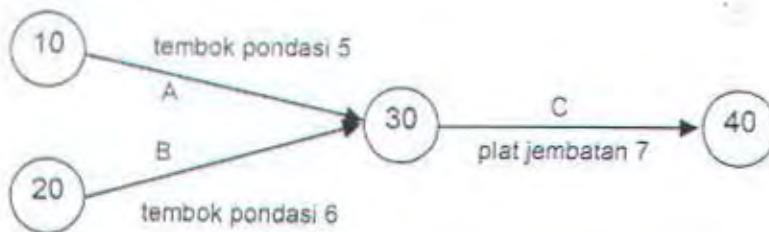


Gambar 2.2. Aktivitas – aktivitas yang berurutan



b. *Merge event*

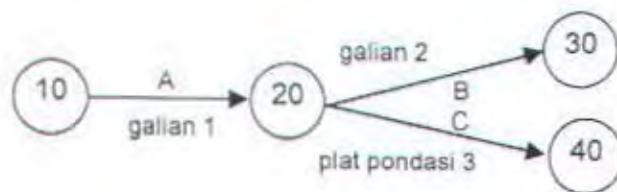
Adalah bila beberapa aktivitas harus diselesaikan dahulu sebelum aktivitas selanjutnya dapat dimulai. Artinya akhir dari aktivitas – aktivitas tersebut jatuh bersamaan dengan awal dari aktivitas selanjutnya. Contoh : Event no. 30



Gambar 2.3. *Merge Event*

c. *Burst Event*

Adalah beberapa aktivitas baru dapat dimulai setelah suatu aktivitas selesai dikerjakan (pra syarat). Contohnya pada waktu galian 1 selesai, galian 2 dan pelat pondasi baru dapat dimulai. Jadi akhir aktivitas 1 merupakan awal kejadian / aktivitas galian 2 dan pelat pondasi. Event no. 20 merupakan burst event.

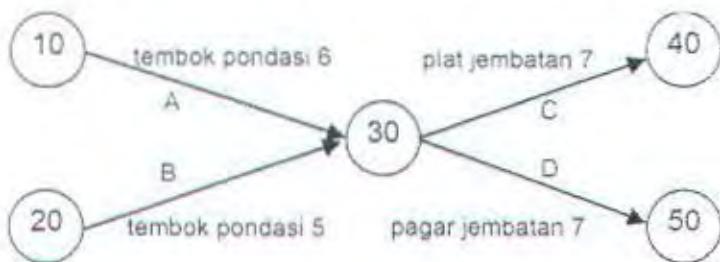


Gambar 2.4. *Burst Event*



d. Kombinasi Merge event dan Burst Event

Adalah apabila dua aktivitas harus selesai lebih dahulu sebagai syarat sebelum dua aktivitas lain dapat dilaksanakan. Contoh : Event no. 30 merupakan merge event dan burst event.



Gambar 2.5. Merge dan burst event

Untuk menampilkan hubungan aktivitas satu dengan yang lain dapat dipakai aktivitas palsu / aktivitas fiktif yang dikenal dengan aktivitas dummy. Dummy merupakan kelemahan jaringan kerja diagram panah sebab jika terlupa memberi dummy maka akan terjadi tidak adanya ketentuan yang jelas terhadap aktivitas satu dengan yang lain atau merubah logika (logic of network). Bila terlalu banyak memakai dummy maka jaringan kerja akan menjadi sulit dibaca terutama dalam memperhitungkan waktunya.

Ciri istimewa diagram panah yang juga menyulitkan adalah sebuah aktivitas harus selesai 100 % lebih dahulu, baru disambung dengan aktivitas lain. Padahal kenyataannya dalam praktek tidak demikian. Sering pekerjaan berikutnya dikerjakan terlebih dahulu tanpa harus menunggu pekerjaan sebelumnya selesai 100 %. Sebagai pemecahannya aktivitas tadi dipecah menjadi dua aktivitas yang memiliki nama yang



sama dengan kode indeks, misalnya aktivitas A dipecah menjadi A1 dan A2 dan seterusnya. Kemudian, dapat diketahui bahwa aktivitas B dapat dimulai tanpa menunggu aktivitas A selesai 100 %, melainkan sesudah A1 yaitu sebagian dari aktivitas A selesai.

2.1.2.3. Penentuan jalur lintasan kritis

Pada perhitungan waktu dikenal beberapa notasi sebagai berikut :

- a. d = Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan suatu aktivitas (duration)
- b. $SA = TE$ = Saat paling awal terjadinya suatu event / kejadian (earliest event occurrence time)
- c. $SL = TL$ = Saat paling lambat yang diijinkan untuk terjadinya suatu event / kejadian (lastest allowable event occurrence time)
- d. $MA = ES$ = Saat mulai (start) paling awal suatu aktivitas (earliest activity start time)
- e. $BA = EF$ = Saat berakhir paling awal suatu aktivitas (earliest activity finish time)
- f. $ML = LS$ = Saat mulai paling lambat yang diijinkan untuk suatu aktivitas (lastest allowable activity start time)
- g. $BL = LF$ = Saat berakhir paling lambat yang diijinkan untuk suatu aktivitas (lastest allowable activity finish time)
- h. $TF = S$ = Total activity slack atau float atau total float, ialah sejumlah waktu sampai kapan aktivitas boleh diperlambat.
- i. SF = Free slack suatu aktivitas atau waktu aktivitas bebas

Dikenal perumusan untuk menghitung besarnya total float (S) atau free slack (SF) sebagai berikut :



$$S = SL - BA = TL - EF$$

dan

$$SF = SA - BA = TE - EF$$

Untuk menentukan lintasan kritis atau jalan kritis diagram panah dikenal cara-cara perhitungannya, yaitu :

1. Perhitungan maju
2. Perhitungan mundur
3. Perhitungan float / slack

Berikut penjelasan serta perhitungan untuk masing – masing cara penentuan lintasan kritis secara rinci :

1. Perhitungan Maju

Dalam perhitungan maju dipakai beberapa anggapan sebagai berikut :

- a. Saat awal untuk terjadinya kejadian (event) yang pertama dari jaringan kerja disamakan dengan nol. ($SA=0$)
- b. Tiap – tiap aktivitas mulai paling awal (MA) disamakan dengan saat paling terjadinya event sebelumnya ($MA=SA$) sehingga dapat dituliskan rumusnya sebagai berikut :

$$BA = MA + d = SA = d$$

- c. Untuk merge event, saat mulai paling awal terjadinya aktivitas disamakan dengan harga terbesar dari saat berakhir paling awal dari aktivitas – aktivitas sebelumnya.



2. Perhitungan Mundur

Sesudah langkah cara perhitungan maju selesai dilakukan sampai event yang terakhir, maka untuk pengecekan dan mengetahui apakah ada kesalahan atau tidak perlu dilakukan perhitungan mundur. Pokok – pokok pedoman yang harus diperhatikan dalam perhitungan mundur ialah :

- a. Saat paling lambat yang diijinkan pada event terakhir dari jaringan kerja tersebut disamakan dengan saat paling awal untuk event tersebut yang didapat dari cara perhitungan maju ($SL = SA$)
- b. Saat mulai (start) paling lambat yang masih diijinkan untuk suatu aktivitas (ML) adalah sama dengan saat berakhir paling lambat (SL) yang diijinkan untuk kejadian berikutnya dikurangi waktu pelaksanaan aktivitas tersebut (d)
- c. Untuk burst event, saat paling lambat yang diijinkan untuk terjadinya suatu event sama dengan harga terkecil dari saat mulai paling lambat yang diijinkan untuk aktivitas – aktivitas sesudahnya.

3. Pengertian Float / Slack

Kata “slack” atau “float” diartikan sebagai skala waktu yang longgar bagi pelaksanaan suatu aktivitas, sehingga aktivitas tersebut pelaksanaannya dapat diperlambat secara maksimum sesuai dengan besarnya float / slack tadi agar jadwal pelaksanaan proyek tidak terganggu.

Suatu aktivitas dikatakan kritis apabila :

$$ES = LS \text{ atau } MA = ML$$

dan

$$EF = LF \text{ atau } BA = BL$$



Ini berarti aktivitas tersebut tidak dapat digeser – geser ke kiri atau ke kanan secara skala waktu. Apabila aktivitas – aktivitas kritis tersebut saling berhubungan, maka terjadilah “*jalur kritis*” (*critical path*).

2.2. JENIS BIAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI

Total biaya proyek yang dibutuhkan pada suatu proyek konstruksi meliputi biaya langsung (direct cost) dan biaya tak langsung (indirect cost), dimana biaya proyek ini sangat berkaitan dengan lamanya waktu pelaksanaan proyek.

2.2.1. Biaya Langsung (Direct Cost)

Biaya langsung (Direct Cost) untuk proyek meliputi upah tenaga kerja (buruh, mandor, tukang), material dan biaya pemakaian peralatan yang mempunyai hubungan erat dengan aktivitas proyek.

2.2.2. Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost)

Biaya tidak langsung (Indirect Cost) ialah biaya yang diperlukan pada suatu proyek yang tidak dapat dihubungkan / terpisah dengan aktivitas tertentu pada proyek tersebut dan pada beberapa kasus tidak dapat dihubungkan pada proyek – proyek tertentu. Biaya tidak langsung dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

1. Biaya pengeluaran umum (general overhead)
2. Biaya pengeluaran proyek (project overhead)

Biaya pengeluaran umum (general overhead) adalah biaya yang dibutuhkan dalam suatu proyek, tetapi tidak dapat dihubungkan secara langsung pada kegiatan



proyek tertentu. Contohnya biaya operasional kantor, seperti utilitas, sewa, akuntan, pengajian pegawai.

Biaya pengeluaran proyek (project overhead) ialah biaya yang diperlukan pada suatu proyek tetapi tidak dapat dihubungkan secara langsung pada suatu aktivitas tertentu. Misalnya supervisi lapangan, asuransi, pengukuran, honorarium arsitek dan insinyur.

Biaya tidak langsung cenderung meningkat bila durasi / waktu pelaksanaan proyek meningkat juga. Sebagai contoh kantor lapangan (site offices), kantor lapangan biasanya disewa bulanan. Biaya dari sewa kantor dan biaya tidak langsung yang lain akan meningkat sesuai dengan berapa bulan waktu pelaksanaan proyek tersebut.

2.3. ANALISA TIME COST TRADE OFF (TCTO)

Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya yang minimal.

Proses mempercepat atau mengompres durasi proyek biasanya dikenal sebagai Time Cost Trade Off (pertukaran waktu dan biaya). Perhitungan dalam proses percepatan ini hanya dilakukan pada aktivitas – aktivitas yang berada di lintasan kritis dengan maksud agar dicapai pengurangan waktu proyek sebesar – besarnya, dengan pengeluaran biaya yang sekecil – kecilnya.

Dalam hal ini ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempercepat durasi total proyek, yaitu :



a. Penambahan jumlah jam kerja (Kerja Lembur)

Kerja lembur (Working Overtime) dapat dilakukan dengan menambah jam kerja per hari, tanpa menambah pekerja. Penambahan ini bertujuan untuk memperbesar produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas akan lebih cepat. Yang perlu diperhatikan di dalam penambahan jam kerja adalah lamanya waktu bekerja seseorang dalam satu hari. Jika seseorang terlalu lama bekerja selama satu hari, maka produktivitas orang tersebut akan menurun karena terlalu lelah.

b. Penambahan tenaga kerja

Penambahan tenaga kerja dimaksudkan sebagai penambahan jumlah pekerja dalam suatu unit pekerja untuk melaksanakan suatu aktivitas tertentu tanpa menambah jam kerja. Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu harus diimbangi dengan penambahan pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas kerja.

c. Pergantian atau penambahan peralatan

Penambahan peralatan dimaksudkan untuk menambah produktivitas. Namun perlu diperhatikan adanya penambahan biaya langsung untuk mobilisasi dan demobilisasi alat tersebut. Durasi proyek juga dapat dipercepat dengan penggantian peralatan yang mempunyai produktivitas lebih tinggi. Juga perlu



diperhatikan luas lahan untuk menyediakan tempat bagi peralatan tersebut dan pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja.

d. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas

Yang dimaksud sumber daya manusia yang berkualitas adalah tenaga kerja yang mempunyai tingkat produktivitas yang tinggi dengan hasil yang baik. Dengan mempekerjakan tenaga kerja yang berkualitas, maka aktivitas akan lebih cepat diselesaikan.

e. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Metode konstruksi berkaitan erat dengan sistem kerja dan tingkat penguasaan pelaksana terhadap metode tersebut serta ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan. Metode konstruksi yang tepat dan efektif akan mempercepat penyelesaian aktifitas yang bersangkutan.

Cara – cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi , misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasa disebut dengan giliran (shift), dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan unit pekerja untuk sore sampai malam hari.

2.3.1. Elemen Waktu Normal dan Waktu Cepat

Dengan dipercepatnya durasi suatu proyek maka pasti akan terjadi perubahan pada nilai waktu dan biaya. Terdapat dua nilai waktu yang akan ditunjukkan tiap aktivitas dalam jaringan kerja pada saat terjadi percepatan, yaitu :



a. *Normal Time*

Normal time adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan dengan sumber daya normal yang ada tanpa adanya biaya tambahan lain dalam proyek.

b. *Crash Time*

Crash time adalah waktu yang akan dibutuhkan oleh suatu proyek dalam usahanya untuk mempersingkat waktu bagi suatu proyek, sehingga durasinya lebih pendek dari normal time.

2.3.2. Elemen Biaya Normal dan Biaya Percepatan

Untuk elemen biaya juga mengalami perubahan pada saat diadakannya proses percepatan penyelesaian proyek, yaitu :

a. *Normal Cost*

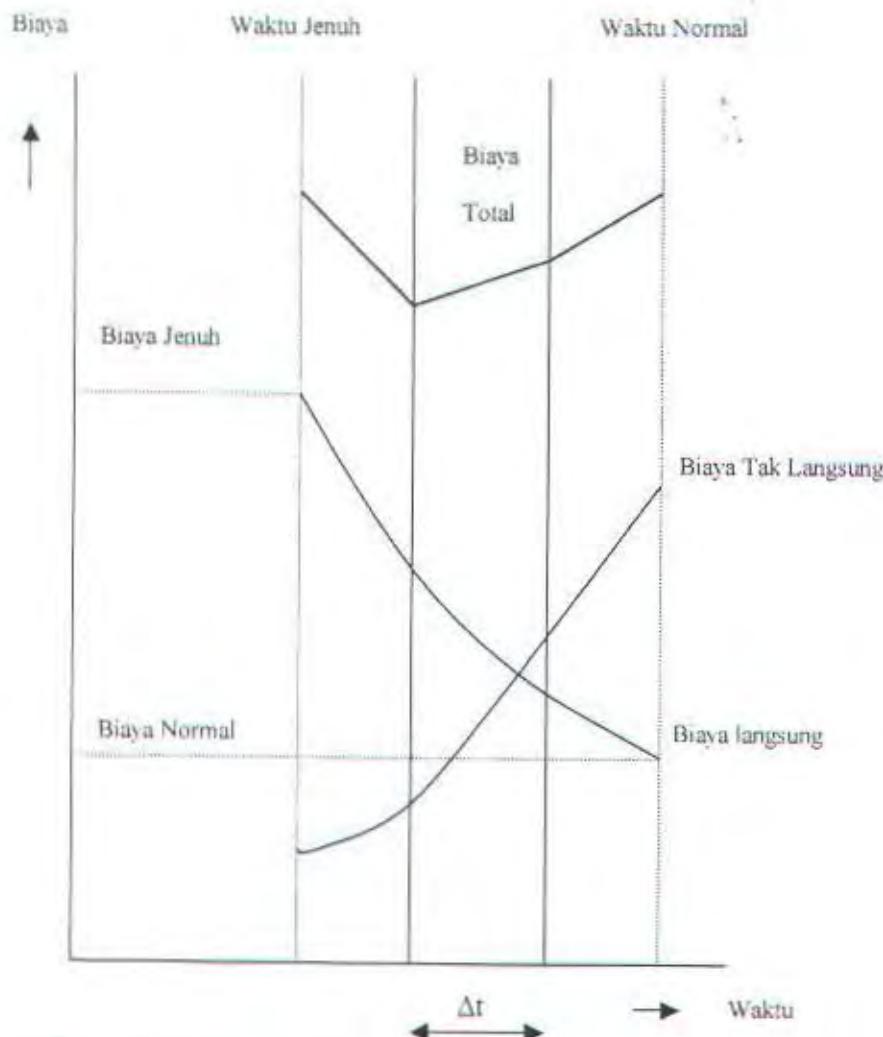
Biaya ini berkaitan dengan penyelesaian proyek dalam waktu normal. Biaya ini merupakan biaya minimum dari biaya langsung menurut estimator, yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu aktivitas selama normal time. Perkiraan biaya ini adalah pada saat perencanaan dan penjadwalan bersamaan dengan penentuan normal time.

b. *Crash Cost*

Biaya crash kegiatan merupakan biaya yang dipergunakan untuk melaksanakan aktivitas tersebut dalam jangka waktu sebesar durasi crashnya. Biaya ini memacu pekerjaan agar lebih cepat selesai. Biaya crash akan menjadi lebih besar dari biaya normal semula, hal ini diakibatkan waktu menjadi lebih cepat dari normal.



Adapun hubungan antara biaya proyek, baik biaya langsung maupun biaya tidak langsung dengan waktu yang diperlukan dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2.6. Hubungan antara Waktu dan Biaya

Dengan menggunakan variabel waktu dan biaya pada saat normal ataupun dipercepat, maka didapatkan pertambahan biaya untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waku yang disebut dengan *cost slope*, sehingga :



- Cost Slope* = biaya (cost) persatuan waktu untuk memperpendek waktu penyelesaian proyek / aktivitas.
- = perbandingan antara pertambahan biaya dengan percepatan waktu penyelesaian proyek.

Perumusan cost slope, sebagai berikut :

$$\text{Cost Slope} = \Delta C / \Delta t$$

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

2.4. METODE UNTUK ANALISA TIME COST TRADE OFF

2.4.1. Analisa TCTO dengan Cut Set System

Dalam proses mempercepat penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan (kompresi) waktu aktivitas, diusahakan agar pertambahan biaya (cost) yang ditimbulkan seminimum mungkin. Pengendalian biaya disini ditujukan pada biaya langsung (direct cost) karena biaya tersebut akan bertambah. Disamping itu harus diperhatikan pula bahwa kompresi hanya dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berada di dalam lintasan kritis.

Apabila kompresi dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang tidak berada di lintasan kritis, maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan tidak akan berkurang. Kompresi dilakukan lebih dahulu pada aktivitas-aktivitas yang mempunyai cost slope terendah pada lintasan kritis.

Untuk lebih jelasnya, analisa TCTO dengan Cut Set System dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

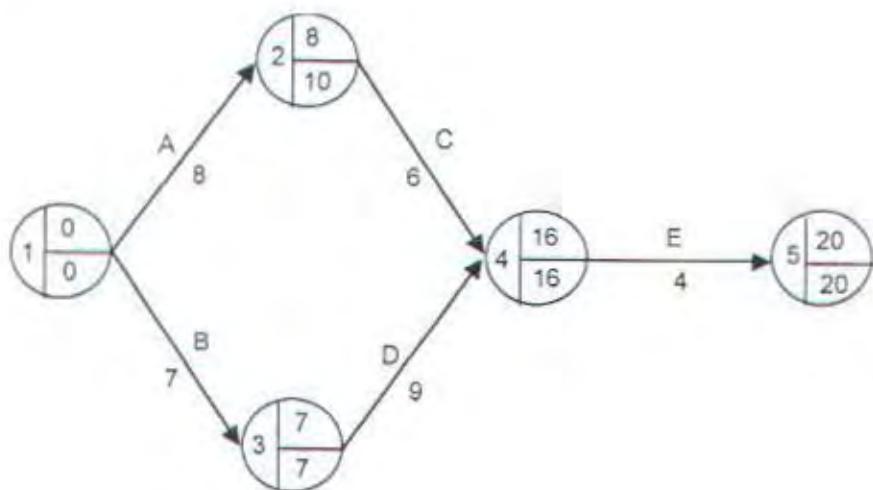


1. Susunlah jaringan kerja proyek dengan menuliskan cost slope dari masing-masing aktivitas
2. Lakukan kompresi pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis dan yang mempunyai cost slope terendah.
3. Susunlah kembali jaringan kerjanya.
4. Ulangi lagi langkah kedua.

Langkah kedua akan berhenti bila terjadi pertambahan lintasan kritis dan bila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka langkah kedua dilakukan secara serentak pada semua lintasan kritis dan perhitungan cost slopenya dijumlahkan.

5. Langkah keempat dihentikan bila terdapat salah satu lintasan kritis dimana aktivitas-aktivitasnya telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompres lagi) sehingga pengendalian biaya telah optimum (crash).

Contoh :





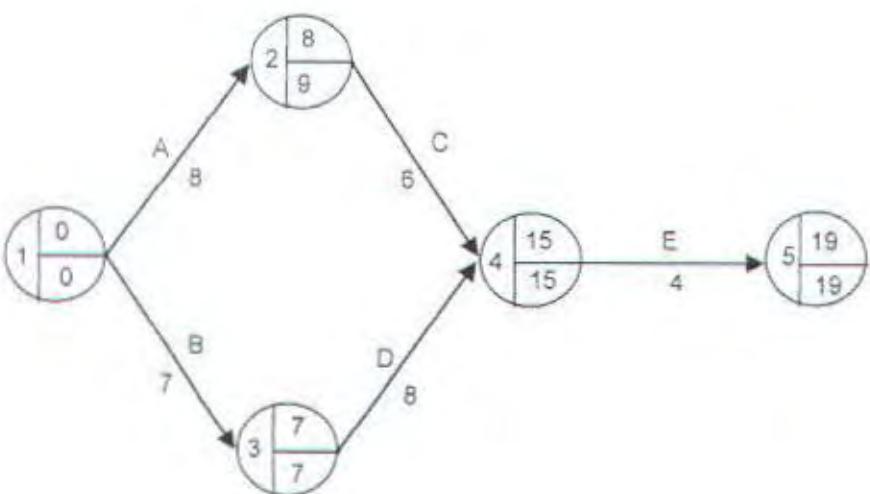
Activity	Start Node	End Node	Nd	Cd	Nc	Cc	Cost Slope
A	1	2	8	6	4000	5000	500
B	1	3	7	4	3000	4800	600
C	2	4	6	3	2500	3250	250
D	3	4	9	6	5000	6500	500
E	4	5	4	2	2000	3500	750

Durasi total = 20 hari

Biaya langsung total dengan waktu normal = 16500

Biaya tak langsung = 800 perhari

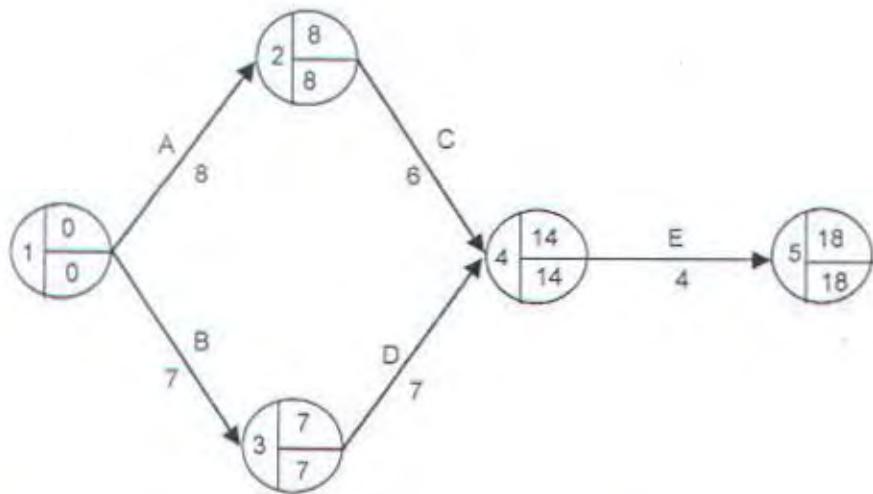
Kompreti 1



Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas D berkurang 1 hari = 500

Slack aktivitas C menjadi 1

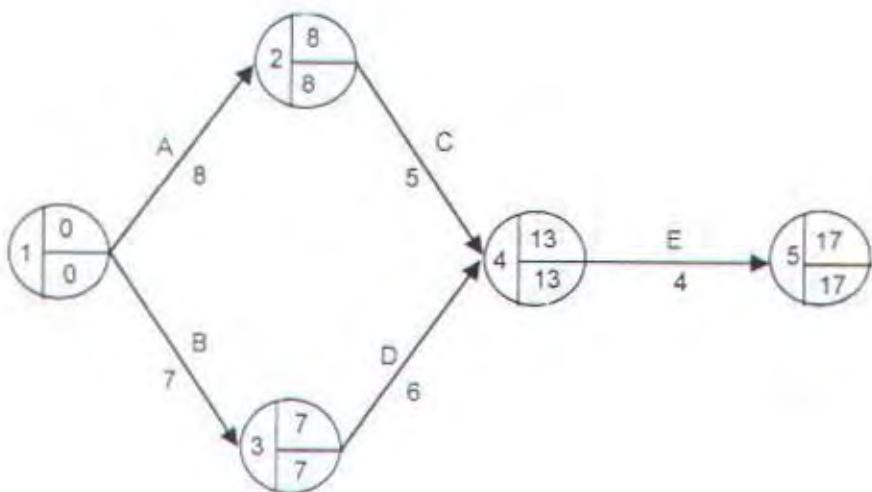
Biaya total = 17000

*Kompresi 2*

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas D berkurang 2 hari = 1000

Slack aktivitas C menjadi 0

Biaya total = 17500

Kompresi 3

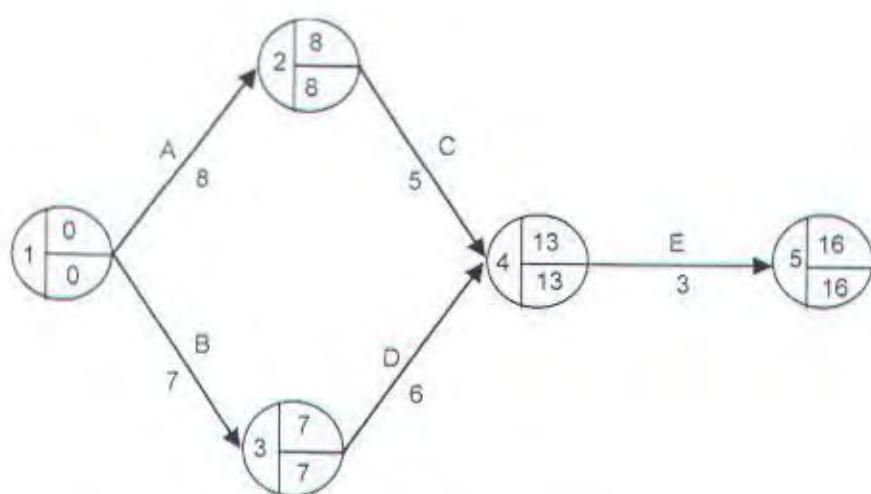


Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas C berkurang 1 hari = 250

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas D berkurang 3 hari = 1500

Biaya = 18250

Kompresi 4

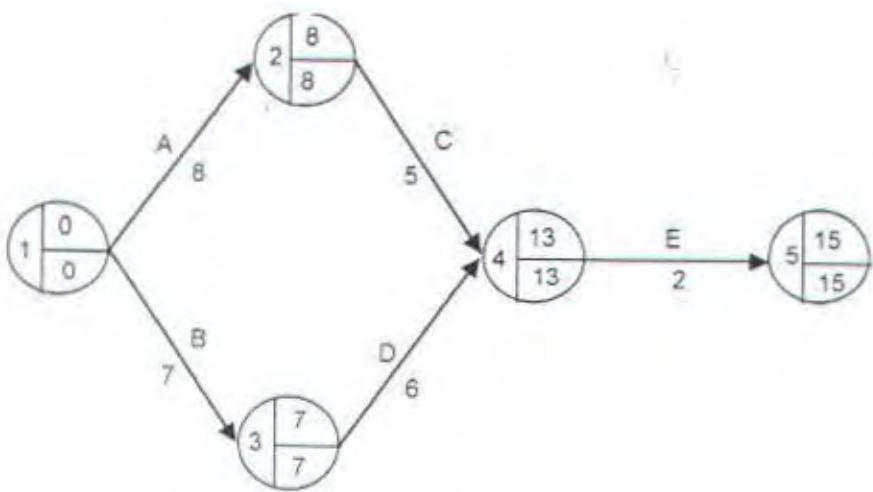


Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas C berkurang 1 hari = 250

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas D berkurang 3 hari = 1500

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas E berkurang 1 hari = 750

Biaya = 19000

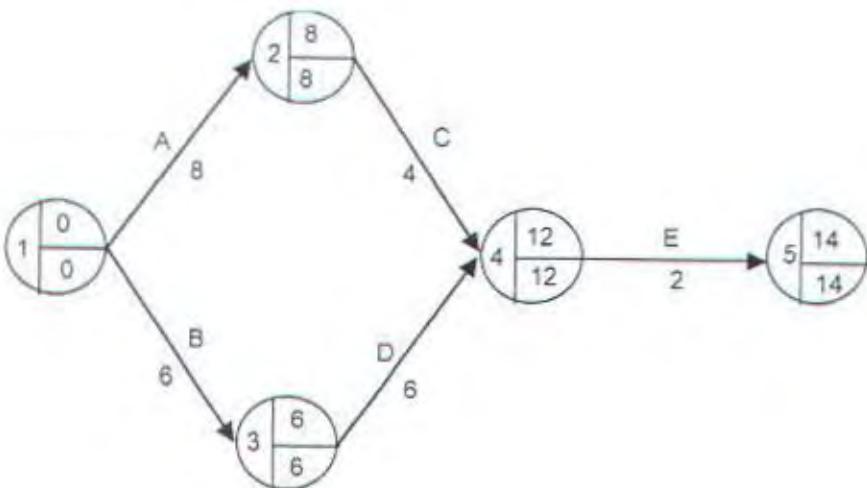
*Kompresi 5*

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas C berkurang 1 hari = 250

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas D berkurang 3 hari = 1500

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas E berkurang 2 hari = 1500

Biaya = 19750

Kompresi 6



Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas B berkurang 1 hari = 600

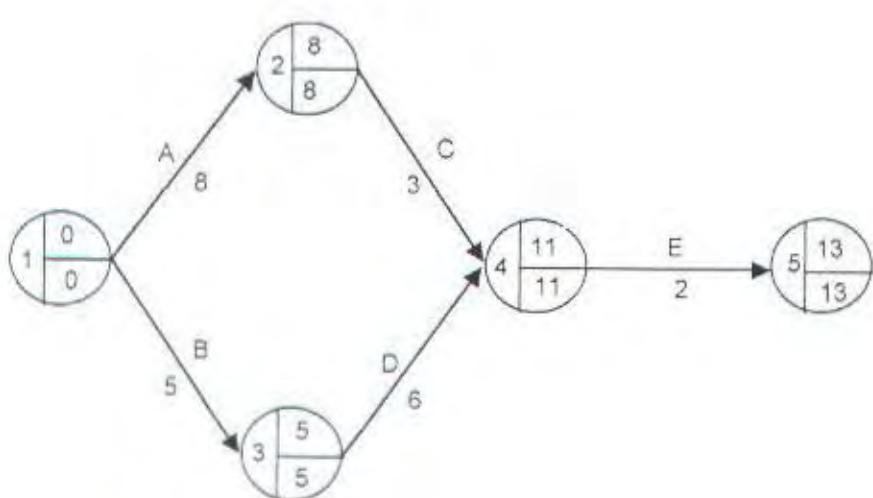
Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas C berkurang 2 hari = 500

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas D berkurang 3 hari = 1500

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas E berkurang 2 hari = 1500

Biaya = 20600

Kompreksi 7



Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas B berkurang 2 hari = 1200

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas C berkurang 3 hari = 750

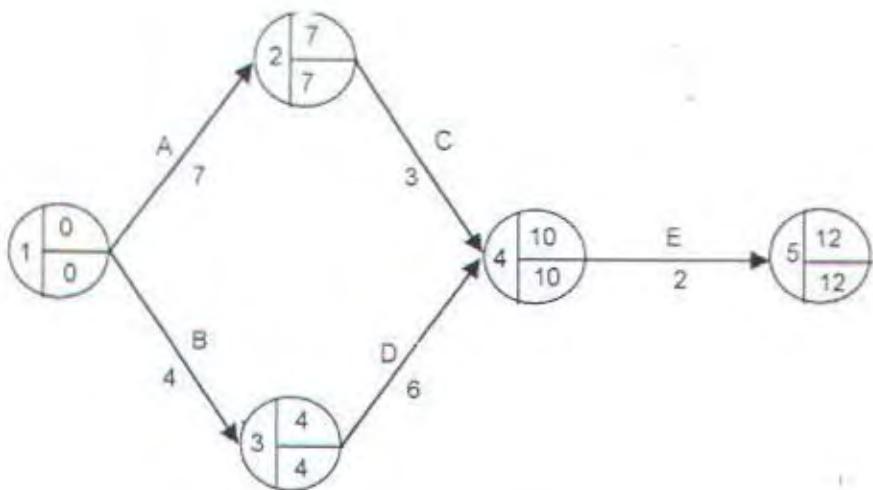
Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas D berkurang 3 hari = 1500

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas E berkurang 2 hari = 1500

Biaya = 21450



Kompresi 8



Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas A berkurang 1 hari = 500

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas B berkurang 3 hari = 1800

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas C berkurang 3 hari = 750

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas D berkurang 3 hari = 1500

Pertambahan biaya akibat durasi aktivitas E berkurang 2 hari = 1500

Biaya = 22550

Biaya total setelah dilakukan kompresi dapat ditabelkan sebagai berikut :

Kompresi ke -	Durasi	Direct Cost	Indirect Cost	Total Cost
0	20	16500	16000	32500
1	19	17000	15200	32250
2	18	17500	14400	31900
3	17	18250	13600	31850
4	16	19000	12800	31800
5	15	19750	12000	31750
6	14	20600	11200	31800
7	13	21450	10400	31850
8	12	22550	9600	32150



Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kompresi ke 5 atau dengan durasi dipercepat menjadi 15 hari dapat dihasilkan cost yang minimum.

2.4.2. Analisa TCTO dengan Programa Linier

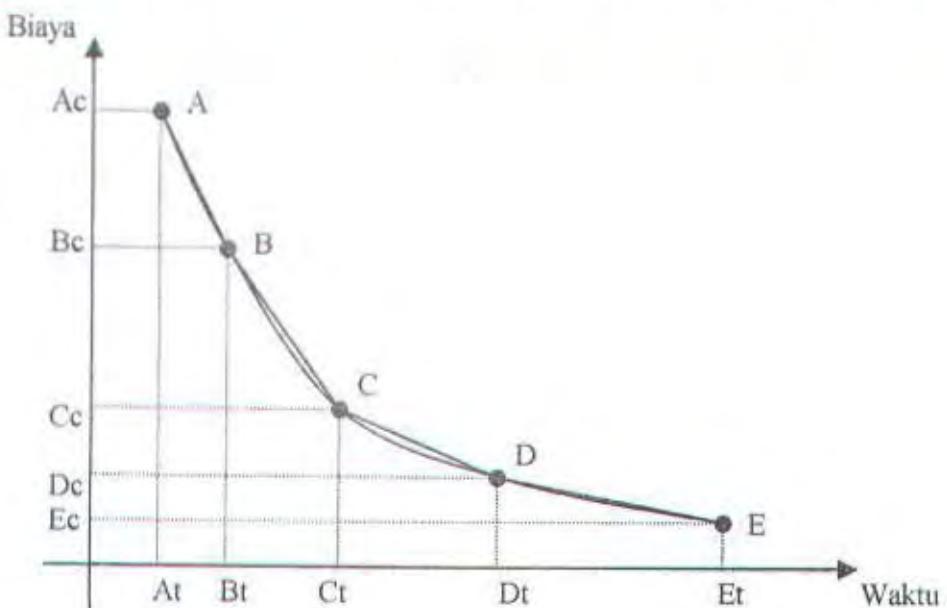
Programa linier adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber daya pada tiap aktivitas sehingga dapat dipilih aktivitas tertentu yang harus diolah. Dengan demikian programma linier dapat merencanakan aktivitas- aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimum, yaitu suatu hasil yang mencapai tujuan terbaik diantara seluruh alternatif yang fisibel.

Dalam membuat model formulasi programma linier menggunakan karakteristik- karakteristik sebagai berikut :

- a. *Variabel Keputusan*, adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat.
- b. *Fungsi Tujuan*, merupakan fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan atau diminimumkan. Dan menggambarkan sasaran yang akan dicapai, dapat berupa keuntungan maksimum atau biaya minimum.
- c. *Pembatas*, merupakan kendala yang dihadapi sehingga kita tidak bisa menentukan harga-harga variabel keputusan secara sembarang.
- d. *Pembatas Tanda*, adalah pembatas yang menjelaskan apakah variabel keputusannya diasumsikan hanya berharga nonnegatif atau variabel keputusan tersebut boleh berharga positif, boleh juga negatif (tidak terbatas dalam tanda).

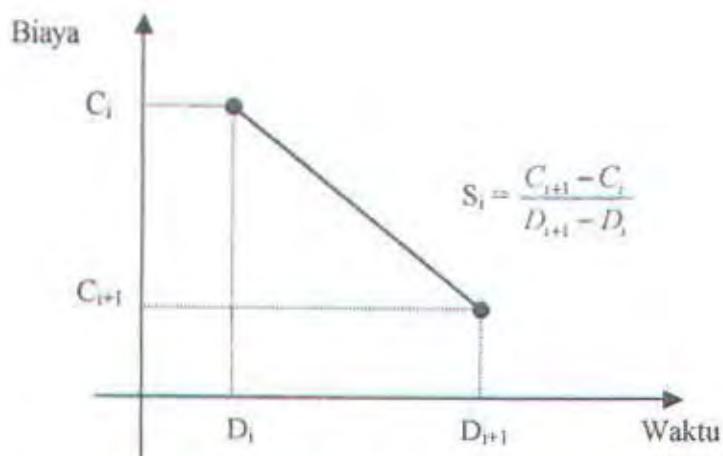
Untuk mendapatkan pemecahan yang baik dan mendekati optimal merupakan tujuan dari penggunaan program ini. Di dalam model programma linier, kurva time cost tiap aktivitas diidentifikasi sebagai sebuah kurva yang menghubungkan option

yang bervariasi untuk menyelesaikan sebuah aktivitas. Untuk menyederhanakan perhitungan hubungan time – cost pada kurva tersebut digunakan pendekatan secara linier, sehingga garis yang menghubungkan tiap titik dianggap sebagai garis lurus.



Gambar 2.7. Hubungan Time – Cost yang kontinu

Untuk menganalisa TCTO dengan programma linier diperlukan perhitungan cost slope dari masing – masing aktivitas.



Gambar 2.8. Cost Slope dari Aktivitas i



Setelah itu dirumuskan objective function dan constraint pada hubungan time-cost dari proyek digunakan program linier. Model program linier dari problem time – cost trade off sebagai berikut :

Objective function : Minimize $\sum_{i=1}^n C_i$ (biaya langsung dan biaya tak langsung)

Constraint :

$$S_i + D_i \leq S_j ; \text{ untuk tiap precedence } i \rightarrow j$$

$$C_i \geq B_{ij} + M_{ij} \cdot D_i ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$D_{ic} \leq D_i \leq D_{in} ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$S_{ic} \leq S_i \leq S_{in} ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

dimana :

B_{ij} = titik potong antara garis yang menghubungkan option j dengan option yang berdekatan pada kurva waktu – biaya dengan sumbu y untuk aktivitas i

C_i = cost aktivitas i

D_i = durasi aktivitas i

D_{ic} = durasi crash aktivitas i

D_{in} = durasi normal aktivitas i

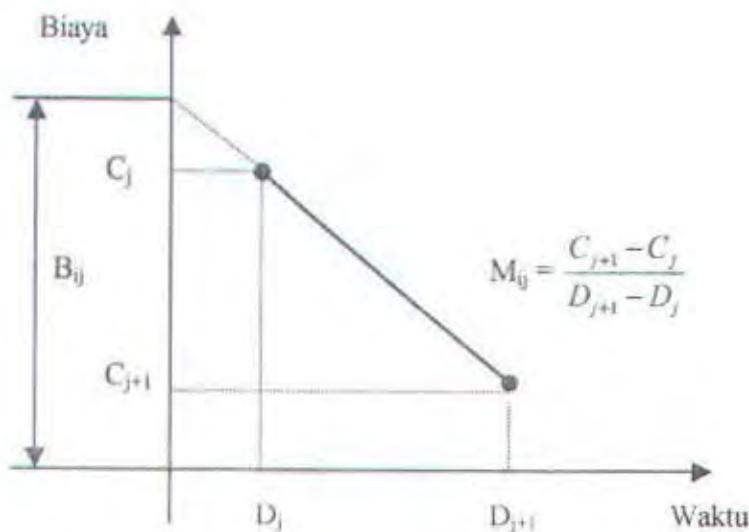
M_{ij} = kemiringan dari garis pada kurva waktu – biaya yang menghubungkan option j dengan option yang berdekatan pada aktivitas i

n = jumlah aktivitas

S_i = saat awal aktivitas i

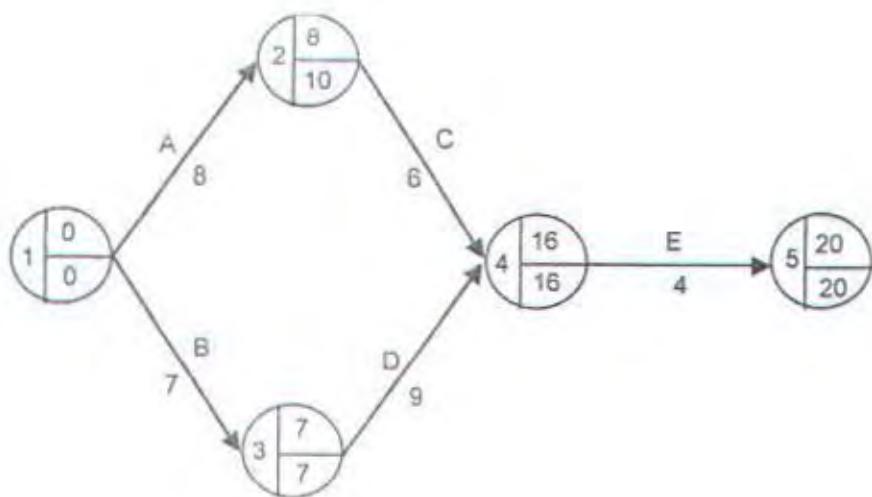
S_{ic} = saat awal crash aktivitas i

S_{in} = saat awal normal aktivitas i



Gambar 2.9. M_{ij} dan B_{ij} untuk option Aktivitas i

Objective function menunjukkan bahwa optimasi adalah meminimumkan biaya proyek secara keseluruhan dengan sasaran sebuah kumpulan constraint. Constraint pertama adalah constraint yang berasal dari hubungan precedence dari network. Tiga constraint berikutnya adalah constraint dari kurva waktu – biaya dari tiap aktivitas. Keempat constraint memperagakan masalah time – cost trade off. Untuk lebih jelasnya diberikan contoh soal dengan programa linier sebagai berikut :



Activity	Nd	Cd	Nc	Cc	Cost slope (-M _{ij})	B _{ii}
A	8	6	4000	5000	500	8000
B	7	4	3000	4800	600	7200
C	6	3	2500	3250	250	4000
D	9	6	5000	6500	500	9500
E	4	2	2000	3500	750	5000

Biaya tak langsung sebesar 800 perhari

Maka penyelesaian dengan menggunakan program linier adalah sebagai berikut :



$$F(x) := x_0 + x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + 800x_5$$

$$x_{15} := 1$$

Given

$$x_{10} + x_9 \leq x_{12} \quad x_0 \geq 8000 - 500x_9$$

$$x_{11} + x_6 \leq x_{13} \quad x_1 \geq 7200 - 600x_6$$

$$x_{12} + x_7 \leq x_{14} \quad x_2 \geq 4000 - 250x_7$$

$$x_{13} + x_8 \leq x_{14} \quad x_3 \geq 9500 - 500x_8$$

$$x_{14} + x_9 \leq x_{15} \quad x_4 \geq 5000 - 750x_9$$

$$6 \leq x_8 \leq 8 \quad 0 \leq x_{11} \leq 0$$

$$4 \leq x_6 \leq 7 \quad 6 \leq x_{12} \leq 8$$

$$3 \leq x_7 \leq 6 \quad 4 \leq x_{13} \leq 7$$

$$6 \leq x_8 \leq 9 \quad 10 \leq x_{14} \leq 16$$

$$2 \leq x_9 \leq 4 \quad 12 \leq x_{15} \leq 20$$

$$0 \leq x_{10} \leq 0$$

P := Minimize(F, x)

	0
0	$4 \cdot 10^3$
1	$3 \cdot 10^3$
2	$2.75 \cdot 10^3$
3	$6.5 \cdot 10^3$
4	$3.5 \cdot 10^3$
5	8
6	7
7	5
8	6
9	2
10	0
11	0
12	8
13	7
14	13
15	15

P =

$$F(P) = 3.175 \times 10^4$$

Keterangan :

x_0 = cost aktivitas A

x_8 = durasi aktivitas D

x_1 = cost aktivitas B

x_9 = durasi aktivitas E

x_2 = cost aktivitas C

x_{10} = saat awal aktivitas A



x_3 = cost aktivitas D	x_{11} = saat awal aktivitas B
x_4 = cost aktivitas E	x_{12} = saat awal aktivitas C
x_5 = durasi aktivitas A	x_{13} = saat awal aktivitas D
x_6 = durasi aktivitas B	x_{14} = saat awal aktivitas E
x_7 = durasi aktivitas C	x_{15} = total durasi seluruh aktivitas

Dari hasil program linier menunjukkan perubahan durasi masing-masing aktivitas sebagai berikut : # Durasi aktivitas A menjadi 8 hari

Durasi aktivitas B menjadi 7 hari

Durasi aktivitas C menjadi 5 hari

Durasi aktivitas D menjadi 6 hari

Durasi aktivitas E menjadi 2 hari

Sehingga dapat dilihat bahwa durasi total seluruh aktivitas yang optimum adalah 15 hari dengan total cost sebesar 31750.

2.5. CASH FLOW

Cash flow yang dimaksud adalah jumlah (nilai rupiah) secara bertahap yang dikeluarkan atau diterima oleh pengusaha konstruksi sampai dengan pelaksanaan proyek selesai (kondisi fisik struktur mencapai 100%).

Arus kas dapat diperlihatkan secara grafis dengan menempatkan satu kurva kemajuan untuk pengeluaran, pada grafik yang sama kurva kedua menunjukkan pendapatan. Suatu kurva ketiga yang mencerminkan pembiayaan yang dibutuhkan atau surplus kas pada suatu waktu dapatlah ditarik dengan cara mengurangkan ordinat pengeluaran dari ordinat pendapatan pada setiap titik menurut waktu. Adapun hubungan arus kas dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.10, *Cash Flow*

2.6. NILAI WAKTU DARI UANG

Dalam menganalisa TCTO akan didapatkan waktu kompresi, dimana pengurangan waktu pelaksanaan akan mempengaruhi modal yang ditanamkan karena nilai uang dari suatu proyek tidak hanya tergantung pada jumlahnya (nilai rupiah), tetapi juga tergantung pada kapan waktu penerimaan uang tersebut.

Bila akan mencari suatu nilai yang akan datang (Future Value), dengan diketahui nilai sekarang (Present Value) dengan suku bunga tertentu serta periode waktu tertentu. Dimana besar nilai yang akan datang tersebut akan dihitung dengan rumus :

$$F = P (1 + i)^n$$

Dimana : F = Future Value (nilai yang akan datang)

P = Present Value (nilai sekarang)

i = Compound Interest (suku bunga tahunan)

n = Jumlah Tahun

BAB III

PENERAPAN ANALISA TCTO



BAB III

PENERAPAN ANALISA TCTO

3.1. PROYEK PEMBANGUNAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SURABAYA

Peningkatan jumlah mahasiswa yang masuk ke Universitas Surabaya membuat kampus tersebut memerlukan gedung baru. Disamping itu pemindahan kampus Universitas Surabaya dari jalan Ngagel ke jalan Tenggilis telah terealisasi sebagian, dimana pusat perkuliahan sudah dialihkan ke jalan Tenggilis dan menurut rencana kantor administrasi dan sebagian tempat perkuliahan yang masih berada di jalan Ngagel akan dipindahkan seluruhnya.

Dengan adanya pemindahan tempat kuliah tersebut, kampus Universitas Surabaya di jalan Tenggilis memerlukan pembangunan gedung baru untuk memberikan ruang bagi mahasiswa agar dapat menyerap ilmu yang didapat pada perkuliahan dengan baik sehingga dihasilkan lulusan yang berkualitas dan mampu menerapkan ilmunya di masyarakat.

Pembangunan gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya yang menurut rencana akan dipakai pada awal tahun ajaran baru ini diharapkan dapat menampung mahasiswa baru sehingga waktu pelaksanaan proyek dipercepat agar gedung tersebut dapat beroperasi lebih awal.



Dengan awalnya waktu operasional gedung tersebut dapat meningkatkan kapasitas pendaftaran mahasiswa baru sehingga menambah anggaran penerimaan mahasiswa baru yang merupakan income utama bagi Yayasan Universitas Surabaya.

Dalam mempercepat waktu perlu dipertimbangkan biaya pembangunan mengingat pemilik proyek (Yayasan Universitas Surabaya) masih akan membangun gedung administrasi dan rektorat agar pemindahan secara total dapat terlaksana dengan mengosongkan kampus di jalan Ngagel dan mengalihkan seluruhnya ke jalan Tenggilis.

Sehingga dengan kemajuan di bidang konstruksi baik dari segi jumlah, jenis dan kualitasnya dapat mengatasi hal tersebut dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang optimal baik biaya pembangunan maupun waktu pengjerjaannya. Dalam hal ini digunakan analisa TCTO dengan programma linier untuk merencanakan aktivitas dengan mengalokasikan sumber daya yang ada agar nantinya percepatan jadwal pelaksanaan dapat menguntungkan bagi pemilik maupun kontraktor.

3.2. DATA – DATA YANG DIPEROLEH

Nama Proyek	: Pembangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya
Lokasi Proyek	: Jalan Tenggilis , Surabaya
Pemilik Proyek	: Yayasan Universitas Surabaya
Jenis Proyek	: Gedung bertingkat untuk ruang kuliah dan laboratorium
Tinggi Bangunan	: 24 meter, 6 lantai
Luas Bangunan	: 5000 m ²
Struktur Atas	: Konstruksi beton



Struktur Bawah	: Injection Pile (beton)
Konstruksi Atap	: Struktur Baja
Biaya Struktural	: Rp. 2.763.302.522,00
Durasi Pek. Struktural:	182 hari

3.3. PEMBUATAN DIAGRAM PANAH

Langkah awal dalam menyusun diagram panah untuk proyek ini adalah menganalisa hubungan antar aktivitas, dengan dasar data time schedule yang dapat dilihat pada lampiran 1. Mengingat pekerjaan yang ditinjau hanya pekerjaan struktural saja, maka untuk mempermudah pembuatan diagram panah dibuat pengelompokan pekerjaan, misalnya :

- Pekerjaan Struktur Bawah
 - Pekerjaan kepras kepala tiang pancang
 - Pekerjaan pile cap
 - Pekerjaan galian tanah
 - Pekerjaan sloof
- Pekerjaan Struktur Atas
 - Pekerjaan begesting
 - Pekerjaan pemasangan
 - Pekerjaan beton
 - Konstruksi atap

Untuk keterkaitan antar aktivitas, penyusunan logikanya menggunakan pengamatan langsung dan pengarahan dari petugas lapangan serta dengan mempertimbangkan laporan mingguan yang disusun oleh pelaksana dan pengawas



proyek. Begitu pula dalam menentukan durasi tiap aktivitas harus disesuaikan dengan kondisi dan metode pelaksanaan di lapangan serta dari data yang diperoleh dalam time schedule dan laporan mingguan/ bulanan. Hubungan antar aktivitas proyek pada proyek yang ditinjau dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Logika keterkaitan Antar Aktivitas

NO	NAMA AKTIVITAS	KODE	PREDECESSOR	SUCCESSOR	DURASI (HARI)
1	Kepras/potong kepala tiang pancang	A		E1	8
2	Pile cap	B1		B2,E1	14
3	Pile cap lanjut	B2	B1	G1,G2	6
4	Sloof 25/50	C		E1,F1	2
5	Galian tanah pondasi lift	D		E1	8
6	Begesting Lt. Dasar + Lt. I	E1	A,B1,C,D	G1,G2	18
7	Begesting Lt. I lanjut + Lt. II	E2	G1	E3,G4	18
8	Begesting Lt. II lanjut + Lt. III	E3	E2,G3	E4,G6	24
9	Begesting Lt. III lanjut + Lt. IV	E4	E3,G5	E5,G7	24
10	Begesting Lt. IV lanjut + Lt. V	E5	E4,G6	E6,G9	24
11	Begesting Lt. V lanjut + Lt. VI	E6	E5,G8	E7,G10	24
12	Begesting Lt. VI lanjut + Lt. Atap	E7	E6,G9	E8,G11,H	18
13	Begesting Lt. Atap lanjut	E8	E7,G10		12
14	Pembesian Lt. Dasar + Lt. I + Lt. II	F1	C	F2,G1,G2	30
15	Pembesian Lt. I lanjut	F2	F1	G3	6
16	Pembesian Lt. II lanjut 1	F3	G3	F4,G4	12
17	Pembesian Lt. II lanjut 2	F4	F3	G5	6
18	Pembesian Lt. III	F5	G5	F6,G6	12
19	Pembesian Lt. III lanjut + Lt. IV	F6	F5	F7,G7	24
20	Pembesian Lt. IV lanjut	F7	F6,G6	G8	6
21	Pembesian Lt. V	F8	G8	F9,G9	12
22	Pembesian Lt. V lanjut + Lt. VI	F9	F8	F10,G10	24
23	Pembesian Lt. VI lanjut + Lt. Atap	F10	F9,G9	F11,G11,H	18
24	Pembesian Lt. Atap lanjut	F11	F10,G10		12
25	Beton Lt. Dasar	G1	E1,F1,B2	E2	6
26	Beton Lt. I	G2	E1,F1,B2	G3	6
27	Beton Lt. I lanjut	G3	F2,G2	E3,F3,G4	6
28	Beton Lt. II	G4	E2,F3,G3	G5	6
29	Beton Lt. II lanjut	G5	G4,F4	E4,F5,G6	6
30	Beton Lt. III	G6	E3,F5,G5	E5,F7,G5	12
31	Beton Lt. IV	G7	F6,E4,G6	G8	6
32	Beton Lt. IV lanjut	G8	F7,G6	E6,F9,G9	6
33	Beton Lt. V	G9	E5,F8,G8	E7,F10,G10	12
34	Beton Lt. VI	G10	E6,F9,G9	E8,F11,G11	12
35	Beton Lt. Atap	G11	E7,F10,G10		6
36	Konstruksi Atap	H	E7,F10		12



Dengan mengetahui urutan pekerjaan dan keterkaitan antar aktivitas serta durasi tiap aktivitas, maka dapat disusun penjadwalan proyek. Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan terhadap waktu pada tiap aktivitas yang meliputi : saat paling awal dan paling akhir terjadinya event, saat mulai paling awal dan paling lambat suatu aktivitas, dan lain – lain. Dari perhitungan tersebut dapat diketahui slack tiap aktivitas sehingga untuk aktivitas yang slacknya sama dengan nol merupakan aktivitas kritis. Sedangkan lintasan kritis dapat diketahui dari urutan aktivitas – aktivitas kritis yang terjadi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat arrow diagram beserta lintasan kritisnya pada lampiran 2.

3.4. BIAYA PROYEK

Pada proyek pembangunan gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya ini, biaya total yang dikeluarkan adalah Rp. 2.763.302.522,00 untuk pekerjaan struktur saja. Untuk lebih jelasnya Rencana Anggaran Biaya dapat dilihat pada lampiran 3.

Dalam tugas akhir ini hanya menganalisa pekerjaan struktur saja, yaitu struktur bawah/pondasi dan struktur atas, sedangkan untuk pekerjaan persiapan tidak ditinjau. Biaya total proyek yang terdapat pada Rekapitulasi Anggaran Biaya diasumsikan terdiri dari :

❖ PPn (10 %)	: Rp. 276.330.252,20
❖ PPh (2 %)	: Rp. 55.266.050,44
❖ Profit (15 %)	: Rp. 414.495.378,30
❖ Biaya tak langsung (7 %)	: Rp. 193.431.176,54
❖ Biaya Langsung (66 %)	: Rp. 1.823.779.664,52 +
	Rp. 2.763.302.522,00



Untuk perhitungan biaya tak langsung diasumsikan sama setiap harinya, dengan durasi normal proyek selama 182 hari, sehingga biaya tak langsung perhari adalah = Rp. 193.431.176,54 / 182 = Rp. 1.062.808,66/hari.

Sedangkan biaya langsung proyek untuk masing – masing pekerjaan adalah sebagai berikut :

I. Pekerjaan Struktur Bawah / Pondasi	Rp. 83.184.758,71
II. Pekerjaan Struktur Atas	
A. Pekerjaan begesting	Rp. 665.982.921,02
B. Pekerjaan pembesian	Rp. 750.791.299,43
C. Pekerjaan beton	Rp. 299.115.894,00
D. Konstruksi atap	Rp. 34.704.791,35 +
	Rp.1.740.594.905,81 +
	<hr/> Rp.1.823.779.664,52

Total biaya langsung dan biaya tak langsung adalah Rp. 2.017.210.841,06

3.5. PERHITUNGAN COST SLOPE

Perhitungan cost slope dengan menggunakan asumsi – asumsi sebagai berikut:

- a. Waktu kerja normal : 8 jam/hari, 6 hari/minggu
- b. Waktu kerja lembur : 6 jam/hari
- c. Tenaga kerja yang tersedia terbatas
- d. Upah tenaga kerja lembur : 150 % normal cost
- e. Efektifitas kerja lembur : 80 %



Contoh Perhitungan Cost Slope :

Aktivitas I Kepras / potong kepala tiang pancang (A)

Volume = 378 titik

Nd (waktu normal) = 8 hari

Normal Cost = Rp. 4,989,600,00

Biaya Pekerja = Rp. 4,989,600,00

Biaya tanpa upah pekerja = Normal Cost – Biaya Pekerja

$$= \text{Rp. } 4,989,600,00 - \text{Rp. } 4,989,600,00$$

$$= 0$$

Produktivitas normal perhari = Volume / Nd

$$= 378 / 8 = 47.25$$

Produktivitas normal perjam = Produktivitas normal perhari / 8

$$= 47.25 / 8 = 5.91$$

Produktivitas crash perhari = Prod. normal perhari + (Prod. normal perjam * 6 * 80%)

$$= 47.25 + (5.91 * 6 * 80%)$$

$$= 75.60$$

Cd (waktu crash) = Volume / Prod. crash perhari

$$= 378 / 75.60 = 5$$

Biaya pekerja normal perjam = Biaya Pekerja / (Nd * 8)

$$= \text{Rp. } 4,989,600,00 / (8 * 8)$$

$$= \text{Rp. } 77,962.50$$



Biaya pekerja lembur perjam	= 1.5 * Biaya pekerja normal perjam
	= 1.5 * Rp. 77,962.50
	= Rp. 116,943.75
Biaya pekerja crash perhari	= (8*Biaya pekerja normal perjam)+(6*Biaya pekerja lembur perjam)
	= (8*Rp. 77,962.50) + (6*Rp. 116,943.75)
	= Rp. 1,325,362.50
Crash Cost	= Biaya tanpa upah pekerja + (Cd * Biaya Pekerja Crash Perhari)
	= Rp. 0 + (5 * Rp. 1,325,362.50)
	= Rp. 6,626,812.50
Cost Slope	= (Crash Cost – Normal Cost)/(Nd-Cd)
	= (Rp. 4,989,600.00 – Rp. 6,626,812.50) / (8-5)
	= Rp. 545,737.50

Untuk aktivitas-aktivitas yang lain hasil cost slope dapat dilihat pada lampiran 4.

3.6. PENERAPAN TCTO DENGAN CUT SET SYSTEM

Setelah dilakukan perhitungan cost slope untuk masing-masing aktivitas dan diketahui lintasan kritisnya, maka dapat dilakukan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Susunlah jaringan kerja proyek dengan menuliskan cost slope dari masing-masing aktivitas
2. Lakukan kompresi pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis dan yang mempunyai cost slope terendah.



3. Susunlah kembali jaringan kerjanya.
4. Ulangi lagi langkah kedua.

Langkah kedua akan berhenti bila terjadi pertambahan lintasan kritis dan bila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka langkah kedua dilakukan secara serentak pada semua lintasan kritis dan perhitungan cost slopenya dijumlahkan.

5. Langkah keempat dihentikan bila terdapat salah satu lintasan kritis dimana aktivitas-aktivitasnya telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompres lagi) sehingga pengendalian biaya telah optimum (crash).

Adapun data yang diperlukan adalah arrow network yang menunjukkan keterkaitan antar aktivitas dan banyaknya dummy yang diperlukan. Serta data mengenai normal duration, crash duration, normal cost dan crash cost untuk tiap aktivitas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Data masukan untuk analisa TCTO dengan Cut Set System

Aktivitas	Start Node	End Node	Nd	Cd	Nc	Cc
A	1	5	8	5	4,989,600.00	6,626,812.50
B1	1	2	14	9	37,377,009.88	39,356,051.53
B2	2	7	6	4	40,491,760.68	42,932,042.37
C	1	4	2	2	73,656.00	73,656.00
D	1	3	8	5	252,732.15	335,659.89
E1	5	7	18	12	72,482,042.56	75,124,932.67
E2	9	11	18	12	98,055,081.83	101,630,006.69
E3	11	16	24	15	101,346,654.16	104,256,411.61
E4	16	20	24	15	100,652,260.24	103,542,080.99
E5	20	25	24	15	98,650,484.39	101,482,832.29
E6	25	29	24	15	95,362,340.70	98,100,282.90
E7	29	33	18	12	66,070,418.50	68,479,235.84
E8	33	37	12	8	23,363,638.65	24,215,437.93
F1	4	6	30	19	149,607,056.61	154,004,880.71
F2	6	8	6	4	19,197,069.75	19,876,965.97
F3	10	12	12	8	63,443,948.98	65,690,922.18



Aktivitas	Start Node	End Node	Nd	Cd	Nc	Cc
F4	12	14	6	4	16,327,004.73	16,905,252.82
F5	15	17	12	8	66,611,585.34	68,970,745.66
F6	17	21	24	15	138,965,054.25	142,840,876.47
F7	21	23	6	4	18,207,873.52	18,852,735.71
F8	24	26	12	8	64,946,830.52	67,247,030.77
F9	26	30	24	15	124,514,366.33	127,987,149.83
F10	30	34	18	12	67,604,605.53	69,998,935.31
F11	34	37	12	8	21,365,903.71	22,122,612.80
G1	7	9	6	4	4,964,058.00	5,156,415.25
G2	7	8	6	4	24,238,185.05	25,177,393.95
G3	8	10	6	4	24,238,185.05	25,177,393.95
G4	13	14	6	4	23,005,189.35	23,896,640.44
G5	14	15	6	4	23,005,189.35	23,896,640.44
G6	18	19	12	8	45,675,474.90	47,445,399.55
G7	22	23	6	4	22,619,904.45	23,496,425.75
G8	23	24	6	4	22,619,904.45	23,496,425.75
G9	27	28	12	8	43,945,984.50	45,648,891.40
G10	31	32	12	8	40,049,314.80	41,601,225.75
G11	35	37	6	4	24,754,544.10	25,713,782.68
H	35	36	12	8	34,704,791.35	37,379,952.35
I1	2	5	0	0	0	0
I2	3	5	0	0	0	0
I3	4	5	0	0	0	0
I4	6	7	0	0	0	0
I5	10	11	0	0	0	0
I6	11	13	0	0	0	0
I7	12	13	0	0	0	0
I8	15	16	0	0	0	0
I9	16	18	0	0	0	0
I10	17	18	0	0	0	0
I11	19	20	0	0	0	0
I12	19	21	0	0	0	0
I13	20	22	0	0	0	0
I14	21	22	0	0	0	0
I15	24	25	0	0	0	0
I16	25	27	0	0	0	0
I17	26	27	0	0	0	0
I18	28	29	0	0	0	0
I19	28	30	0	0	0	0
I20	29	31	0	0	0	0
I21	30	31	0	0	0	0
I22	32	33	0	0	0	0
I23	32	34	0	0	0	0
I24	33	35	0	0	0	0
I25	34	35	0	0	0	0
I26	36	37	0	0	0	0



Keterangan :

Nd = Normal duration (waktu normal)

Cd = Crash duration (waktu crash)

Nc = Normal cost (biaya normal)

Cc = Crash cost (biaya normal)

Kompresi dilakukan dengan menggunakan bantuan software komputer yaitu QSB+ (Quantitative System for Business Plus) pada sub bab Analisis CPM (Critical Path Method). Input data dari proyek yang ditinjau dengan software QSB+ dapat dilihat pada lampiran 5.

3.7. PENERAPAN TCTO DENGAN PROGRAMA LINIER

Setelah dihitung cost slope tiap aktivitas, langkah selanjutnya ditentukan fungsi tujuan (objective function) dalam hal ini meminimumkan total cost (direct cost maupun indirect cost) dan batasan (constraint) untuk data masukan programa linier. Model programma linier dari problem time – cost trade off sebagai berikut :

Objective function : Minimize $\sum_{i=1}^n C_i$

Constraint : $S_i + D_i \leq S_j$; untuk tiap precendence $i \rightarrow j$

$$C_i \geq B_{ij} + M_{ij} \cdot D_i ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$D_{ic} \leq D_i \leq D_{ia} ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$S_{ic} \leq S_i \leq S_{ia} ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

dimana :

B_{ij} = titik potong antara garis yang menghubungkan option j dengan option yang berdekatan pada kurva waktu – biaya dengan sumbu y untuk aktivitas i



- C_i = cost aktivitas i
 D_i = durasi aktivitas i
 D_{ic} = durasi crash aktivitas i
 D_{in} = durasi normal aktivitas i
 M_{ij} = kemiringan dari garis pada kurva waktu – biaya yang menghubungkan option j dengan option yang berdekatan pada aktivitas i
 n = jumlah aktivitas
 S_i = saat awal aktivitas i
 S_{ic} = saat awal crash aktivitas i
 S_{in} = saat awal normal aktivitas i

Untuk proyek yang ditinjau data yang diperlukan untuk melakukan analisa TCTO dengan programma linier dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Data untuk programma linier

Aktivitas	Din	Dic	Sin	Sic	Mij	Bij
A	8	5	0	0	545,737.50	9,355,500.00
B1	14	9	0	0	395,808.33	42,918,326.51
B2	6	4	14	9	1,220,140.85	47,812,605.75
C	2	2	0	0	-	73,656.00
D	8	5	0	0	27,642.58	473,872.78
E1	18	12	14	9	440,481.69	80,410,712.89
E2	18	12	38	25	595,820.81	108,779,856.40
E3	24	15	56	37	323,306.38	109,106,007.36
E4	24	15	80	52	321,091.19	108,358,448.91
E5	24	15	104	67	314,705.32	106,203,412.11
E6	24	15	128	82	304,215.80	102,663,519.91
E7	18	12	152	97	401,469.56	73,296,870.53
E8	12	8	170	109	212,949.83	25,919,036.63
F1	30	19	2	2	399,802.19	161,601,122.34
F2	6	4	32	21	339,948.11	21,236,758.41
F3	12	8	44	29	561,743.30	70,184,868.56
F4	6	4	56	37	289,124.04	18,061,748.99
F5	12	8	68	45	589,790.08	73,689,066.29



Aktivitas	Din	Dic	Sin	Sic	Mij	Bij
F6	24	15	80	53	430,646.91	149,300,580.16
F7	6	4	104	68	322,431.09	20,142,460.08
F8	12	8	116	76	575,050.06	71,847,431.27
F9	24	15	128	84	385,864.83	133,775,122.32
F10	18	12	152	99	399,054.96	74,787,594.87
F11	12	8	170	111	189,177.27	23,636,030.98
G1	6	4	32	21	96,178.62	5,541,129.74
G2	6	4	32	21	469,614.45	27,055,851.74
G3	6	4	38	25	469,614.45	27,055,851.74
G4	6	4	56	37	445,725.54	25,679,542.61
G5	6	4	62	41	445,725.54	25,679,542.61
G6	12	8	80	53	442,481.18	50,985,248.86
G7	6	4	104	68	438,260.65	25,249,468.34
G8	6	4	110	72	438,260.65	25,249,468.34
G9	12	8	128	84	425,726.72	49,054,705.20
G10	12	8	152	99	387,977.74	44,705,047.65
G11	6	4	170	109	479,619.29	27,632,259.85
H	12	8	170	111	668,790.25	42,730,274.35
Akhir	182	119	-	-	-	-

Dari data tersebut dapat disusun model program linier sebagai berikut :



$$F(x) := \sum_{n=0}^{35} x_n + 1062808.66x_{108}$$

$$x_{108} := 1$$

Given

$$\begin{array}{llll} x_{72} + x_{36} \leq x_{77} & x_{81} + x_{65} \leq x_{104} & x_{60} + x_{54} \leq x_{102} & x_{100} + x_{64} \leq x_{89} \\ x_{73} + x_{47} \leq x_{74} & x_{62} + x_{46} \leq x_{83} & x_{91} + x_{55} \leq x_{103} & x_{100} + x_{64} \leq x_{101} \\ x_{73} + x_{37} \leq x_{77} & x_{82} + x_{46} \leq x_{105} & x_{92} + x_{56} \leq x_{93} & x_{101} + x_{65} \leq x_{81} \\ x_{74} + x_{48} \leq x_{96} & x_{93} + x_{47} \leq x_{84} & x_{62} + x_{56} \leq x_{104} & x_{101} + x_{65} \leq x_{91} \\ x_{74} + x_{48} \leq x_{97} & x_{83} + x_{47} \leq x_{106} & x_{93} + x_{57} \leq x_{94} & x_{101} + x_{65} \leq x_{102} \\ x_{75} + x_{39} \leq x_{77} & x_{83} + x_{47} \leq x_{107} & x_{93} + x_{57} \leq x_{105} & x_{102} + x_{66} \leq x_{103} \\ x_{75} + x_{39} \leq x_{85} & x_{64} + x_{48} \leq x_{108} & x_{94} + x_{58} \leq x_{95} & x_{103} + x_{67} \leq x_{82} \\ x_{76} + x_{40} \leq x_{77} & x_{85} + x_{49} \leq x_{86} & x_{94} + x_{58} \leq x_{106} & x_{103} + x_{67} \leq x_{92} \\ x_{77} + x_{41} \leq x_{96} & x_{85} + x_{49} \leq x_{95} & x_{94} + x_{58} \leq x_{107} & x_{103} + x_{67} \leq x_{104} \\ x_{77} + x_{41} \leq x_{97} & x_{85} + x_{49} \leq x_{97} & x_{95} + x_{59} \leq x_{108} & x_{104} + x_{68} \leq x_{93} \\ x_{78} + x_{42} \leq x_{99} & x_{86} + x_{50} \leq x_{98} & x_{96} + x_{60} \leq x_{98} & x_{104} + x_{68} \leq x_{94} \\ x_{78} + x_{42} \leq x_{99} & x_{87} + x_{51} \leq x_{88} & x_{97} + x_{61} \leq x_{98} & x_{104} + x_{68} \leq x_{105} \\ x_{79} + x_{43} \leq x_{80} & x_{87} + x_{51} \leq x_{99} & x_{98} + x_{62} \leq x_{79} & x_{105} + x_{69} \leq x_{84} \\ x_{79} + x_{43} \leq x_{101} & x_{88} + x_{52} \leq x_{100} & x_{98} + x_{62} \leq x_{87} & x_{105} + x_{69} \leq x_{95} \\ x_{80} + x_{44} \leq x_{81} & x_{89} + x_{53} \leq x_{90} & x_{98} + x_{62} \leq x_{99} & x_{105} + x_{69} \leq x_{106} \\ x_{80} + x_{44} \leq x_{102} & x_{89} + x_{53} \leq x_{101} & x_{99} + x_{63} \leq x_{100} & x_{106} + x_{70} \leq x_{108} \\ x_{81} + x_{45} \leq x_{82} & x_{90} + x_{54} \leq x_{91} & x_{100} + x_{64} \leq x_{80} & x_{107} + x_{71} \leq x_{108} \end{array}$$



$5 \leq x_{46} \leq 8$	$8 \leq x_{56} \leq 12$	$0 \leq x_{76} \leq 0$	$21 \leq x_{96} \leq 32$
$9 \leq x_{57} \leq 14$	$15 \leq x_{57} \leq 24$	$9 \leq x_{77} \leq 14$	$21 \leq x_{97} \leq 32$
$4 \leq x_{88} \leq 6$	$12 \leq x_{88} \leq 18$	$25 \leq x_{78} \leq 38$	$25 \leq x_{98} \leq 38$
$2 \leq x_{49} \leq 2$	$8 \leq x_{59} \leq 12$	$37 \leq x_{79} \leq 56$	$37 \leq x_{99} \leq 56$
$5 \leq x_{40} \leq 8$	$4 \leq x_{60} \leq 6$	$52 \leq x_{80} \leq 80$	$41 \leq x_{100} \leq 62$
$12 \leq x_{41} \leq 18$	$4 \leq x_{61} \leq 6$	$67 \leq x_{81} \leq 104$	$53 \leq x_{101} \leq 80$
$12 \leq x_{42} \leq 18$	$4 \leq x_{62} \leq 6$	$82 \leq x_{82} \leq 128$	$68 \leq x_{102} \leq 104$
$15 \leq x_{43} \leq 24$	$4 \leq x_{63} \leq 6$	$97 \leq x_{83} \leq 152$	$72 \leq x_{103} \leq 110$
$15 \leq x_{44} \leq 24$	$4 \leq x_{64} \leq 6$	$109 \leq x_{84} \leq 170$	$84 \leq x_{104} \leq 128$
$15 \leq x_{45} \leq 24$	$8 \leq x_{65} \leq 12$	$2 \leq x_{85} \leq 2$	$99 \leq x_{105} \leq 152$
$15 \leq x_{46} \leq 24$	$4 \leq x_{66} \leq 6$	$21 \leq x_{86} \leq 32$	$109 \leq x_{106} \leq 170$
$12 \leq x_{47} \leq 18$	$4 \leq x_{67} \leq 6$	$29 \leq x_{87} \leq 44$	$111 \leq x_{107} \leq 170$
$8 \leq x_{48} \leq 12$	$8 \leq x_{68} \leq 12$	$37 \leq x_{88} \leq 56$	$119 \leq x_{108} \leq 182$
$19 \leq x_{49} \leq 30$	$8 \leq x_{69} \leq 12$	$45 \leq x_{89} \leq 68$	
$4 \leq x_{50} \leq 6$	$4 \leq x_{70} \leq 6$	$53 \leq x_{90} \leq 80$	
$8 \leq x_{51} \leq 12$	$8 \leq x_{71} \leq 12$	$68 \leq x_{91} \leq 104$	
$4 \leq x_{52} \leq 6$	$0 \leq x_{72} \leq 0$	$76 \leq x_{92} \leq 116$	
$8 \leq x_{53} \leq 12$	$0 \leq x_{73} \leq 0$	$84 \leq x_{93} \leq 128$	
$15 \leq x_{54} \leq 24$	$9 \leq x_{74} \leq 14$	$99 \leq x_{94} \leq 152$	
$4 \leq x_{55} \leq 6$	$0 \leq x_{75} \leq 0$	$111 \leq x_{95} \leq 170$	



$x_0 \geq 9355500 - 545737.5k_{00}$	$x_{20} \geq 71847431.27 - 575050.06k_{00}$
$x_1 \geq 42918326.51 - 395808.33k_{01}$	$x_{21} \geq 133775122.32 - 385864.83k_{01}$
$x_2 \geq 47812605.75 - 1220140.85k_{02}$	$x_{22} \geq 74787594.87 - 399054.96k_{02}$
$x_3 \leq x_4 \leq 73656$	$x_{23} \geq 23636030.98 - 189177.28k_{03}$
$x_4 \geq 473872.78 - 27642.58k_{04}$	$x_{24} \geq 5541129.74 - 96178.62k_{04}$
$x_5 \geq 80410712.89 - 440481.69k_{05}$	$x_{25} \geq 27055851.74 - 469614.45k_{05}$
$x_6 \geq 108779856.4 - 595820.8k_{06}$	$x_{26} \geq 27055851.74 - 469614.45k_{06}$
$x_7 \geq 109106007.36 - 323306.38k_{07}$	$x_{27} \geq 25679542.61 - 445725.54k_{07}$
$x_8 \geq 108358448.91 - 321091.19k_{08}$	$x_{28} \geq 25679542.61 - 445725.54k_{08}$
$x_9 \geq 106203412.11 - 314705.32k_{09}$	$x_{29} \geq 50985248.86 - 442481.16k_{09}$
$x_{10} \geq 102663519.91 - 304215.8k_{10}$	$x_{30} \geq 25249468.34 - 438260.65k_{10}$
$x_{11} \geq 73296870.53 - 401469.56k_{11}$	$x_{31} \geq 25249468.34 - 438260.65k_{11}$
$x_{12} \geq 25919036.63 - 212949.83k_{12}$	$x_{32} \geq 49054705.2 - 425726.72k_{12}$
$x_{13} \geq 161601122.34 - 399802.19k_{13}$	$x_{33} \geq 44705047.65 - 387977.74k_{13}$
$x_{14} \geq 21236758.41 - 339948.18k_{14}$	$x_{34} \geq 27632259.85 - 479619.29k_{14}$
$x_{15} \geq 70184868.56 - 561743.34k_{15}$	$x_{35} \geq 42730274.35 - 668790.25k_{15}$
$x_{16} \geq 18061748.99 - 289124.04k_{16}$	
$x_{17} \geq 73689066.29 - 589790.08k_{17}$	
$x_{18} \geq 149300580.16 - 430646.91k_{18}$	
$x_{19} \geq 20142460.08 - 322431.09k_{19}$	

**Keterangan :**

x_0 = Cost / biaya aktivitas A
 x_1 = Cost / biaya aktivitas B1
 x_2 = Cost / biaya aktivitas B2
 x_3 = Cost / biaya aktivitas C
 x_4 = Cost / biaya aktivitas D
 x_5 = Cost / biaya aktivitas E1
 x_6 = Cost / biaya aktivitas E2
 x_7 = Cost / biaya aktivitas E3
 x_8 = Cost / biaya aktivitas E4
 x_9 = Cost / biaya aktivitas E5
 x_{10} = Cost / biaya aktivitas E6
 x_{11} = Cost / biaya aktivitas E7
 x_{12} = Cost / biaya aktivitas E8
 x_{13} = Cost / biaya aktivitas F1
 x_{14} = Cost / biaya aktivitas F2
 x_{15} = Cost / biaya aktivitas F3
 x_{16} = Cost / biaya aktivitas F4
 x_{17} = Cost / biaya aktivitas F5
 x_{18} = Cost / biaya aktivitas F6
 x_{19} = Cost / biaya aktivitas F7
 x_{20} = Cost / biaya aktivitas F8
 x_{21} = Cost / biaya aktivitas F9
 x_{22} = Cost / biaya aktivitas F10
 x_{23} = Cost / biaya aktivitas F11
 x_{24} = Cost / biaya aktivitas G1
 x_{25} = Cost / biaya aktivitas G2
 x_{26} = Cost / biaya aktivitas G3
 x_{27} = Cost / biaya aktivitas G4
 x_{28} = Cost / biaya aktivitas G5
 x_{29} = Cost / biaya aktivitas G6
 x_{30} = Cost / biaya aktivitas G7
 x_{31} = Cost / biaya aktivitas G8
 x_{32} = Cost / biaya aktivitas G9
 x_{33} = Cost / biaya aktivitas G10
 x_{34} = Cost / biaya aktivitas G11
 x_{35} = Cost / biaya aktivitas H

x_{36} = Durasi aktivitas A
 x_{37} = Durasi aktivitas B1
 x_{38} = Durasi aktivitas B2
 x_{39} = Durasi aktivitas C
 x_{40} = Durasi aktivitas D
 x_{41} = Durasi aktivitas E1
 x_{42} = Durasi aktivitas E2
 x_{43} = Durasi aktivitas E3
 x_{44} = Durasi aktivitas E4
 x_{45} = Durasi aktivitas E5
 x_{46} = Durasi aktivitas E6
 x_{47} = Durasi aktivitas E7
 x_{48} = Durasi aktivitas E8
 x_{49} = Durasi aktivitas F1
 x_{50} = Durasi aktivitas F2
 x_{51} = Durasi aktivitas F3
 x_{52} = Durasi aktivitas F4
 x_{53} = Durasi aktivitas F5
 x_{54} = Durasi aktivitas F6
 x_{55} = Durasi aktivitas F7
 x_{56} = Durasi aktivitas F8
 x_{57} = Durasi aktivitas F9
 x_{58} = Durasi aktivitas F10
 x_{59} = Durasi aktivitas F11
 x_{60} = Durasi aktivitas G1
 x_{61} = Durasi aktivitas G2
 x_{62} = Durasi aktivitas G3
 x_{63} = Durasi aktivitas G4
 x_{64} = Durasi aktivitas G5
 x_{65} = Durasi aktivitas G6
 x_{66} = Durasi aktivitas G7
 x_{67} = Durasi aktivitas G8
 x_{68} = Durasi aktivitas G9
 x_{69} = Durasi aktivitas G10
 x_{70} = Durasi aktivitas G11
 x_{71} = Durasi aktivitas H



- x₇₂ = Saat awal / mulai aktivitas A
x₇₃ = Saat awal / mulai aktivitas B1
x₇₄ = Saat awal / mulai aktivitas B2
x₇₅ = Saat awal / mulai aktivitas C
x₇₆ = Saat awal / mulai aktivitas D
x₇₇ = Saat awal / mulai aktivitas E1
x₇₈ = Saat awal / mulai aktivitas E2
x₇₉ = Saat awal / mulai aktivitas E3
x₈₀ = Saat awal / mulai aktivitas E4
x₈₁ = Saat awal / mulai aktivitas E5
x₈₂ = Saat awal / mulai aktivitas E6
x₈₃ = Saat awal / mulai aktivitas E7
x₈₄ = Saat awal / mulai aktivitas E8
x₈₅ = Saat awal / mulai aktivitas F1
x₈₆ = Saat awal / mulai aktivitas F2
x₈₇ = Saat awal / mulai aktivitas F3
x₈₈ = Saat awal / mulai aktivitas F4
x₈₉ = Saat awal / mulai aktivitas F5
x₉₀ = Saat awal / mulai aktivitas F6
x₉₁ = Saat awal / mulai aktivitas F7
x₉₂ = Saat awal / mulai aktivitas F8
x₉₃ = Saat awal / mulai aktivitas F9
x₉₄ = Saat awal / mulai aktivitas F10
x₉₅ = Saat awal / mulai aktivitas F11
x₉₆ = Saat awal / mulai aktivitas G1
x₉₇ = Saat awal / mulai aktivitas G2
x₉₈ = Saat awal / mulai aktivitas G3
x₉₉ = Saat awal / mulai aktivitas G4
x₁₀₀ = Saat awal / mulai aktivitas G5
x₁₀₁ = Saat awal / mulai aktivitas G6
x₁₀₂ = Saat awal / mulai aktivitas G7
x₁₀₃ = Saat awal / mulai aktivitas G8
x₁₀₄ = Saat awal / mulai aktivitas G9
x₁₀₅ = Saat awal / mulai aktivitas G10
x₁₀₆ = Saat awal / mulai aktivitas G11
x₁₀₇ = Saat awal / mulai aktivitas H
x₁₀₈ = Durasi total seluruh aktivitas

BAB IV

PEMBAHASAN HASIL ANALISA TCTO



BAB IV

PEMBAHASAN HASIL ANALISA

4.1. HASIL ANALISA TCTO DENGAN CUT SET SYSTEM

Dari analisa TCTO dengan Cut Set System didapatkan biaya langsung untuk seluruh aktivitas dapat dilihat pada lampiran 5. Sedangkan biaya tak langsung didapatkan dari perkalian antara durasi total seluruh aktivitas dengan biaya tak langsung perharinya. Untuk lebih jelasnya total cost yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 4.1.

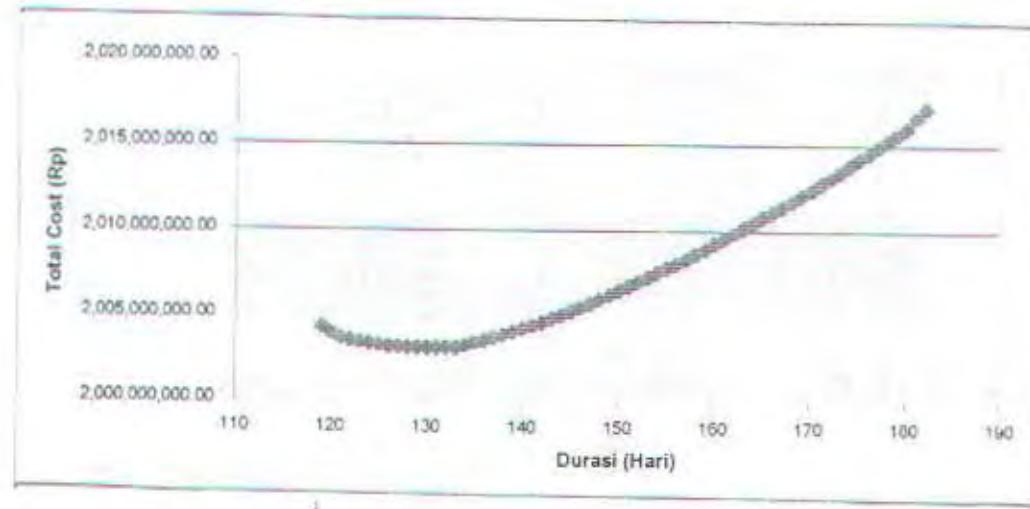
Tabel 4.1. Total Cost setelah dilakukan kompresi

KOMPRESI KE -	DURASI (HARI)	DIRECT COST (Rp)	INDIRECT COST (Rp)	TOTAL COST (Rp)
0	182	1,823,779,000.00	193,431,176.12	2,017,210,176.12
1	181	1,824,261,000.00	192,368,367.46	2,016,629,367.46
2	180	1,824,743,000.00	191,305,558.80	2,016,048,558.80
3	179	1,825,433,000.00	190,242,750.14	2,015,675,750.14
4	178	1,826,123,000.00	189,179,941.48	2,015,302,941.48
5	177	1,826,813,000.00	188,117,132.82	2,014,930,132.82
6	176	1,827,503,000.00	187,054,324.16	2,014,557,324.16
7	175	1,828,193,000.00	185,991,515.50	2,014,184,515.50
8	174	1,828,884,000.00	184,928,706.84	2,013,812,706.84
9	173	1,829,574,000.00	183,865,898.18	2,013,439,898.18
10	172	1,830,277,000.00	182,803,089.52	2,013,080,089.52
11	171	1,830,980,000.00	181,740,280.86	2,012,720,280.86
12	170	1,831,694,000.00	180,677,472.20	2,012,371,472.20
13	169	1,832,439,000.00	179,614,663.54	2,012,053,663.54
14	168	1,833,185,000.00	178,551,854.88	2,011,736,854.88
15	167	1,833,937,000.00	177,489,046.22	2,011,426,046.22
16	166	1,834,688,000.00	176,426,237.56	2,011,114,237.56
17	165	1,835,440,000.00	175,363,428.90	2,010,803,428.90
18	164	1,836,192,000.00	174,300,620.24	2,010,492,620.24
19	163	1,836,944,000.00	173,237,811.58	2,010,181,811.58
20	162	1,837,695,000.00	172,175,002.92	2,009,870,002.92
21	161	1,838,447,000.00	171,112,194.26	2,009,559,194.26



KOMPRESI KE -	DURASI (HARI)	DIRECT COST (Rp)	INDIRECT COST (Rp)	TOTAL COST (Rp)
22	160	1,839,200,000.00	170,049,385.60	2,009,249,385.60
23	159	1,839,953,000.00	168,986,576.94	2,008,939,576.94
24	158	1,840,720,000.00	167,923,768.28	2,008,643,768.28
25	157	1,841,487,000.00	166,860,959.62	2,008,347,959.62
26	156	1,842,280,000.00	165,798,150.96	2,008,078,150.96
27	155	1,843,073,000.00	164,735,342.30	2,007,808,342.30
28	154	1,843,869,000.00	163,672,533.64	2,007,541,533.64
29	153	1,844,665,000.00	162,609,724.98	2,007,274,724.98
30	152	1,845,460,000.00	161,546,916.32	2,007,006,916.32
31	151	1,846,256,000.00	160,484,107.66	2,006,740,107.66
32	150	1,847,051,000.00	159,421,299.00	2,006,472,299.00
33	149	1,847,852,000.00	158,358,490.34	2,006,210,490.34
34	148	1,848,652,000.00	157,295,681.68	2,005,947,681.68
35	147	1,849,453,000.00	156,232,873.02	2,005,685,873.02
36	146	1,850,293,000.00	155,170,064.36	2,005,463,064.36
37	145	1,851,134,000.00	154,107,255.70	2,005,241,255.70
38	144	1,851,974,000.00	153,044,447.04	2,005,018,447.04
39	143	1,852,814,000.00	151,981,638.38	2,004,795,638.38
40	142	1,853,654,000.00	150,918,829.72	2,004,572,829.72
41	141	1,854,495,000.00	149,856,021.06	2,004,351,021.06
42	140	1,855,385,000.00	148,793,212.40	2,004,178,212.40
43	139	1,856,274,000.00	147,730,403.74	2,004,004,403.74
44	138	1,857,164,000.00	146,667,595.08	2,003,831,595.08
45	137	1,858,054,000.00	145,604,786.42	2,003,658,786.42
46	136	1,858,967,000.00	144,541,977.76	2,003,508,977.76
47	135	1,859,880,000.00	143,479,169.10	2,003,359,169.10
48	134	1,860,793,000.00	142,416,360.44	2,003,209,360.44
49	133	1,861,706,000.00	141,353,551.78	2,003,059,551.78
50	132	1,862,764,000.00	140,290,743.12	2,003,054,743.12
51	131	1,863,822,000.00	139,227,934.46	2,003,049,934.46
52	130	1,864,893,000.00	138,165,125.80	2,003,058,125.80
53	129	1,865,964,000.00	137,102,317.14	2,003,066,317.14
54	128	1,867,035,000.00	136,039,508.48	2,003,074,508.48
55	127	1,868,106,000.00	134,976,699.82	2,003,082,699.82
56	126	1,869,189,000.00	133,913,891.16	2,003,102,891.16
57	125	1,870,347,000.00	132,851,082.50	2,003,198,082.50
58	124	1,871,505,000.00	131,788,273.84	2,003,293,273.84
59	123	1,872,662,000.00	130,725,465.18	2,003,387,465.18
60	122	1,873,820,000.00	129,662,656.52	2,003,482,656.52
61	121	1,874,982,000.00	128,599,847.86	2,003,581,847.86
62	120	1,876,387,000.00	127,537,039.20	2,003,924,039.20
63	119	1,877,793,000.00	126,474,230.54	2,004,267,230.54

Untuk grafik hubungan antara durasi dan total cost yang dihasilkan pada setiap tahap kompresi dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Hubungan Durasi dengan Total Cost

Hasil kompresi yang optimal pada durasi total 131 hari dengan total cost sebesar Rp. 2.003.049.934,46 dengan durasi aktivitas – aktivitas dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Durasi hasil analisa TCTO dengan Cut Set System

Aktivitas	Durasi Semula	Durasi Hasil Crash
A	8	8
B1	14	9
B2	6	6
C	2	2
D	8	8
E1	18	12
E2	18	18
E3	24	16
E4	24	15
E5	24	15
E6	24	15
E7	18	15
E8	12	12
F1	30	19



Aktivitas	Durasi Semula	Durasi Hasil Crash
F2	6	6
F3	12	12
F4	6	4
F5	12	8
F6	24	15
F7	6	6
F8	12	8
F9	24	15
F10	18	12
F11	12	12
G1	6	4
G2	6	6
G3	6	4
G4	6	4
G5	6	4
G6	12	12
G7	6	6
G8	6	4
G9	12	12
G10	12	12
G11	6	6
H	12	12

4.2. HASIL ANALISA TCTO DENGAN PROGRAMA LINIER

Untuk hasil analisa dari programa linier dapat dilihat langsung cost dan durasi untuk masing-masing aktivitas maupun total cost dan total durasi secara keseluruhan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat hasil output programma linier dengan bantuan software Mathcad pada lampiran 6. Hasil durasi sebelum dan sesudah dilakukan crash, saat awal serta cost untuk tiap aktivitas dapat dilihat pada tabel 4.3.



Tabel 4.3. Hasil analisa ICTO dengan Programa Linier

Aktivitas	Durasi Semula	Durasi Hasil Crash	Saat Awal	Cost
A	8	8	0	4,989,600.00
B1	14	9	0	39,356,051.54
B2	6	6	14	40,491,760.65
C	2	2	0	73,656.00
D	8	8	0	252,732.14
E1	18	12	9	75,124,932.61
E2	18	18	25	98,055,081.82
E3	24	16	43	103,933,105.30
E4	24	15	59	103,542,081.10
E5	24	15	74	101,482,832.30
E6	24	15	89	98,100,282.91
E7	18	15	104	67,274,827.13
E8	12	12	119	23,363,638.67
F1	30	19	2	154,004,880.70
F2	6	6	21	19,197,069.75
F3	12	12	31	63,443,948.96
F4	6	4	43	16,905,252.83
F5	12	8	51	68,970,745.65
F6	24	15	59	142,840,876.50
F7	6	6	74	18,207,873.54
F8	12	8	84	67,247,030.79
F9	24	15	92	127,987,149.90
F10	18	12	107	69,998,935.35
F11	12	12	119	21,365,903.74
G1	6	4	21	5,156,415.26
G2	6	6	21	24,238,165.04
G3	6	4	27	25,177,393.94
G4	6	4	43	23,896,640.45
G5	6	4	47	23,896,640.45
G6	12	12	62	45,675,474.94
G7	6	6	74	22,619,904.44
G8	6	4	80	23,496,425.74
G9	12	12	92	43,945,984.56
G10	12	12	107	40,049,314.77
G11	6	6	119	24,754,544.11
H	12	12	119	34,704,791.35
Indirect	182	131		139,227,934.07
Total	182	131		2,003,049,879.00

Dari program linier dapat dihasilkan durasi total optimum adalah 131 hari dengan total cost sebesar Rp. 2.003.049.879,00.



4.3. HASIL PERBANDINGAN ANALISA TCTO

Dari hasil analisa Time Cost Trade Off yang dilakukan dapat dihasilkan percepatan waktu / durasi proyek dengan total costnya sebagai berikut :

- *Dengan Cut Set System*
 - Durasi = 131 hari
 - Total cost = Rp. 2.003.049.934,46
- *Dengan Programa Linier*
 - Durasi = 131 hari
 - Total cost = Rp. 2.003.049.879,00

Hasil optimum untuk analisa TCTO dengan Cut Set System dan Programa Linier sama 131 hari dengan selisih total cost Rp. 55,46 ; kemungkinan hanya kesalahan pembulatan saja.

Berdasarkan hasil analisa TCTO, maka percepatan waktu yang dilakukan tidak menambah total cost. Hal ini dapat diketahui terdapat selisih total cost yang semula Rp. 2.017.210.841,06 jika dilakukan percepatan akan menguntungkan sebesar Rp. 14.160.962,06 dengan selisih durasi 51 hari.

4.4. PERHITUNGAN CASH FLOW PELAKSANAAN PROYEK

4.4.1. Perhitungan Bobot Prestasi

Untuk perhitungan bobot prestasi dari pelaksanaan proyek didasarkan pada prosentase pelaksanaan proyek. Dimana prosentase tersebut didapat dari time schedule baru *sebelum* dan *sesudah* kompresi yang dapat dilihat pada lampiran 7. Bobot prestasi sebelum dan sesudah kompresi dapat dilihat pada tabel 4.4. dan 4.5.



Tabel 4.4. Bobot Prestasi sebelum Kompresi

Bulan ke	Prestasi (%)
0	0
1	16.74
2	29.57
3	46.74
4	61.44
5	74.5
6	91.84
7	100

Tabel 4.5. Bobot Prestasi sesudah Kompresi (51 hari)

Bulan ke	Prestasi (%)
0	0
1	23.10
2	39.79
3	66.54
4	87.69
5	100

4.4.2. Cash Flow In

Cash flow in ini berasal dari termin yang diberikan owner kepada kontraktor / jasa konstruksi. Dalam perhitungan cash flow in dipakai asumsi dan batasan – batasan sebagai berikut :

1. Nilai termin pembayaran dari pihak owner dalam bentuk rupiah
2. Pembayaran yang diperoleh dari owner sudah termasuk profit dan overhead.
3. Sistem pembayaran yang dipakai dengan uang muka sebesar 30 % dari nilai proyek, dapat dilihat pada tabel 4.6.

**Tabel 4.6. Sistem Pembayaran dengan Uang Muka 30 %**

Prestasi	Kemajuan	Tahap Pembayaran (Termin)	Pembayaran
0%	0%	Uang muka = 30 %	30 %
25%	25%	Termin I = 20 %	$20\% - (25\% \times 30\%) = 12.5\%$
50%	25%	Termin II = 25 %	$25\% - (25\% \times 30\%) = 17.5\%$
75%	25%	Termin III = 25 %	$25\% - (25\% \times 30\%) = 17.5\%$
100%	25%	Termin IV = 25 %	$25\% - (25\% \times 30\%) = 17.5\%$
100%	3 bln dari serah terima I (100%)	Termin V = 5 %	5 %
			100%

Cash flow in pada pelaksanaan proyek pembangunan gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya sebelum dilakukan kompresi dapat dilihat pada tabel 4.7, dan gambar 4.2, menunjukkan pendapatan kumulatif proyek sebelum kompresi.

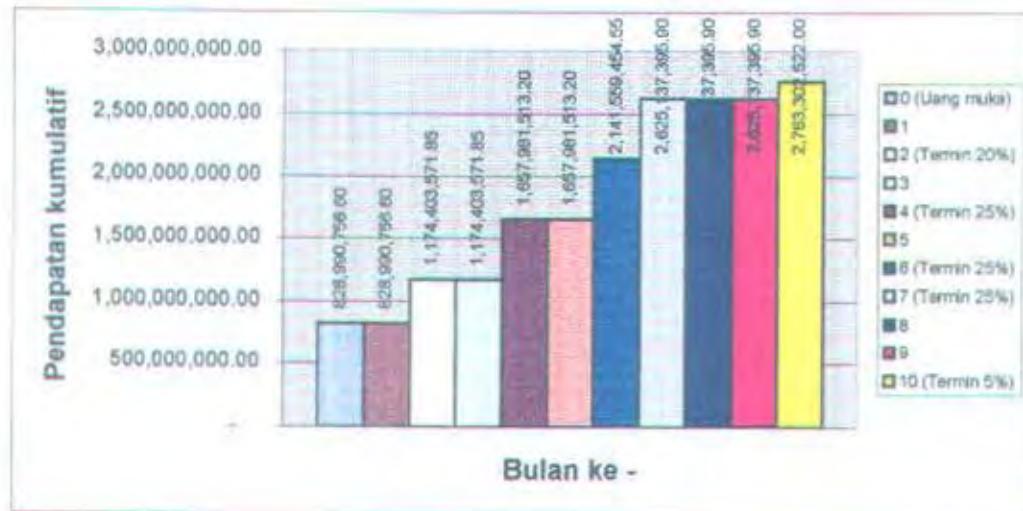
Sedangkan cash flow in sesudah kompresi dapat dilihat pada tabel 4.8, dan gambar 4.3, menunjukkan pendapatan kumulatif proyek sesudah kompresi.

Tabel 4.7. Cash Flow In sebelum dilakukan kompresi

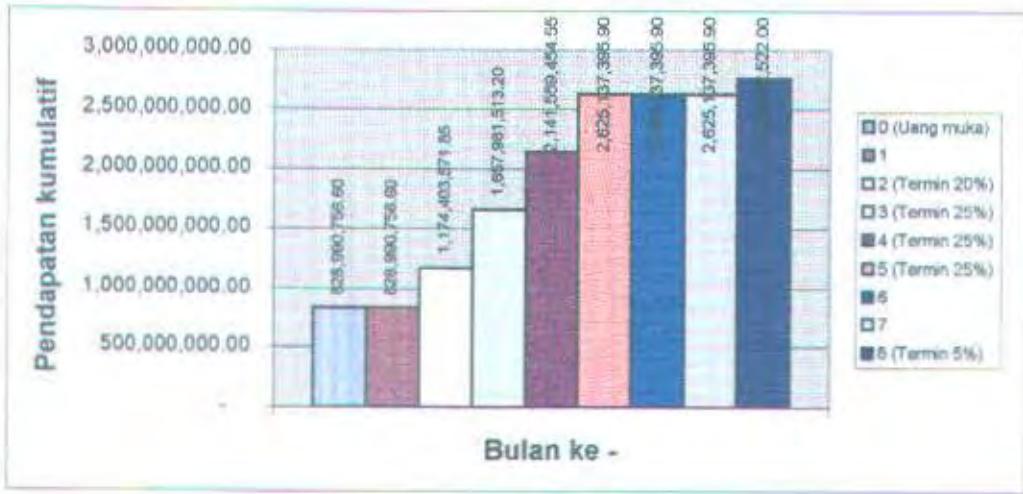
No	Tahap Pembayaran		Pembayaran		
	Target fisik	Dibayarkan	Bulan ke	Prestasi	Rp
1	0%	30%	0	0%	828.990.756,60
2	25%	12.5%	2	29.57%	345.412.815,25
3	50%	17.5%	4	61.44%	483.577.941,35
4	75%	17.5%	6	91.84%	483.577.941,35
5	100%	17.5%	7	100%	483.577.941,35
6	100%	5%	10	100%	138.165.126,10
Jumlah		100%			2.763.302.522,00

Tabel 4.8. Cash Flow In sesudah dilakukan kompresi

No	Tahap Pembayaran		Pembayaran		
	Target fisik	Dibayarkan	Bulan ke	Prestasi	Rp
1	0%	30%	0	0%	828.990.756,60
2	25%	12.5%	2	39.79%	345.412.815,25
3	50%	17.5%	3	66.54%	483.577.941,35
4	75%	17.5%	4	87.69%	483.577.941,35
5	100%	17.5%	5	100%	483.577.941,35
6	100%	5%	8	100%	138.165.126,10
Jumlah		100%			2.763.302.522,00



Gambar 4.2. Grafik Pendapatan Kumulatif Proyek sebelum kompresi



Gambar 4.3. Grafik Pendapatan Kumulatif Proyek sesudah kompresi



4.4.3. Cash Flow Out

Perhitungan cash flow out dilakukan dengan asumsi dan batasan – batasan sebagai berikut :

1. Biaya yang dikeluarkan untuk membiayai proyek adalah sampai dengan kondisi proyek mencapai prestasi fisik 100 %
2. Masa pemeliharaan selama 3 (tiga) bulan dari serah terima I (kondisi fisik 100 %)
3. Pada masa pemeliharaan tidak terjadi perbaikan (diasumsikan kondisi fisik memenuhi syarat).

Cash flow out pada pelaksanaan proyek pembangunan gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya sebelum dilakukan kompresi dapat dilihat pada tabel 4.9, dan gambar 4.4. menunjukkan pendapatan kumulatif proyek sebelum kompresi.

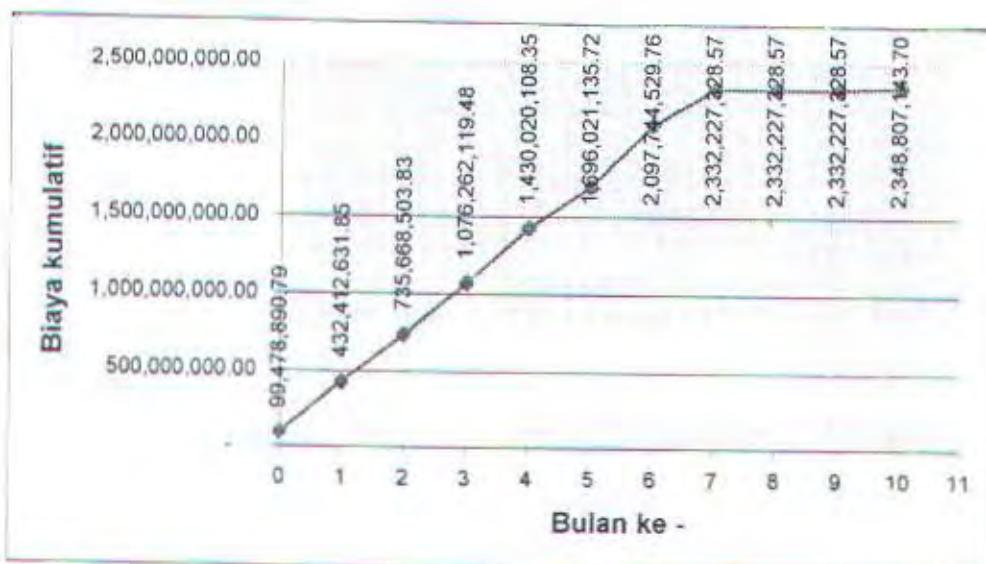
Sedangkan cash flow out sesudah kompresi dapat dilihat pada tabel 4.10. dan gambar 4.5. menunjukkan pendapatan kumulatif proyek sesudah kompresi.

Tabel 4.9. Cash Flow Out sebelum dilakukan kompresi

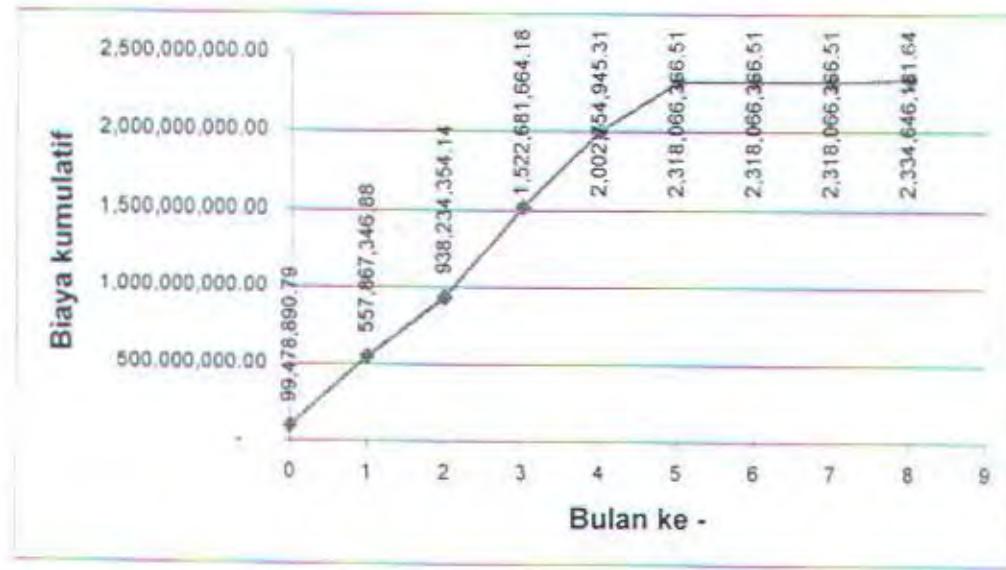
Bulan ke	Prestasi (%)	Biaya (Rp)	Biaya Kumulatif (Rp)
0	0	99,478,890.79	99,478,890.79
1	16.74	332,933,741.06	432,412,631.85
2	29.57	303,255,871.97	735,668,503.83
3	46.74	340,593,615.65	1,076,262,119.48
4	61.44	353,757,988.87	1,430,020,108.35
5	74.51	266,001,027.37	1,696,021,135.72
6	91.84	401,723,394.04	2,097,744,529.76
7	100	234,482,798.81	2,332,227,328.57
8	100	-	2,332,227,328.57
9	100	-	2,332,227,328.57
10	100	16,579,815.13	2,348,807,143.70

Tabel 4.10. Cash Flow Out sesudah dilakukan kompresi

Bulan ke	Prestasi (%)	Biaya (Rp)	Biaya Kumulatif (Rp)
0	0	99,478,890.79	99,478,890.79
1	23.1	458,388,456.09	557,867,346.88
2	39.78	380,367,007.25	938,234,354.14
3	66.54	584,447,310.04	1,522,681,664.18
4	87.69	480,073,281.13	2,002,754,945.31
5	100	315,311,421.20	2,318,066,366.51
6	100	-	2,318,066,366.51
7	100	-	2,318,066,366.51
8	100	16,579,815.13	2,334,646,181.64



Gambar 4.4. Grafik Biaya Kumulatif Proyek sebelum kompresi



Gambar 4.5. Grafik Biaya Kumulatif Proyek sesudah kompresi

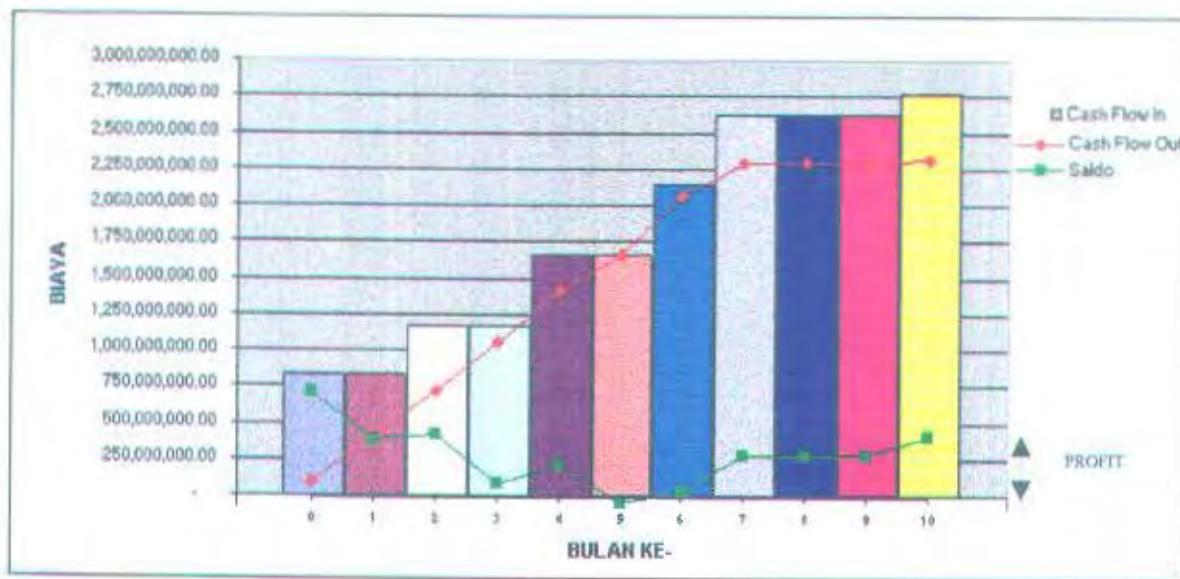
4.4.4. Perhitungan Total Nilai Profit

Yang dimaksud dengan nilai profit disini adalah selisih nilai dari Cash Flow In (pendapatan) dengan Cash Flow Out (pengeluaran). Dalam perhitungan profit ini akan ditinjau terhadap waktu yang akan datang (sampai dengan penerimaan nilai pembayaran terakhir yang diberikan owner kepada kontraktor / jasa konstruksi).

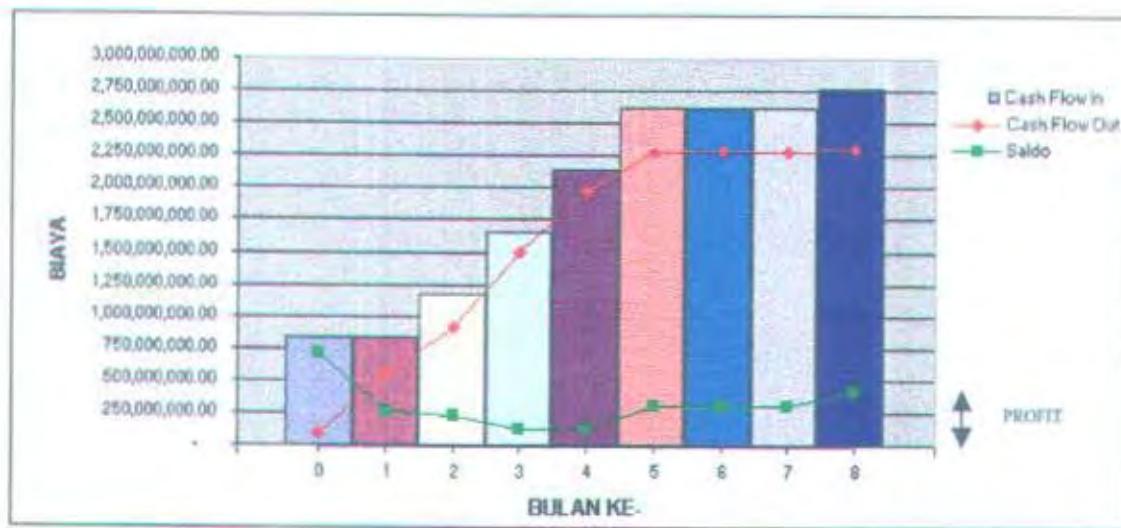
Pada perhitungan total nilai profit ini ditinjau sampai dengan bulan ke 10, yakni pembayaran terakhir yang diberikan oleh owner kepada kontraktor / jasa konstruksi. Dalam perhitungan penambahan nilai profit ini ditinjau cash flow (arus kas) setiap bulan. Perhitungan total nilai profit sebelum dan sesudah kompresi dapat dilihat pada tabel 4.11. dan 4.12. Sedangkan grafik Cash Flow sebelum dan sesudah kompresi dapat dilihat pada gambar 4.6 dan 4.7.

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai profit sebelum kompresi sebesar Rp.414.495.378,30 dan nilai profit sesudah kompresi sebesar Rp.428.656.340,36.

Sehingga penambahan profit yang didapatkan oleh kontraktor jika melakukan kompresi sebesar Rp. 14.160.962,06.



Gambar 4.6. Cash Flow sebelum Kompresi



Gambar 4.7. Cash Flow sesudah Kompresi

Tabel 4.11. Perhitungan Total Nilai Profit sebelum Kompresi

Bulan ke -	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Progress	0%	16.74%	29.56%	46.74%	61.44%	74.51%	91.84%	100%	100%	100%	100%
Termin	30%	0.00%	-12.5%	0%	17.5%	0%	17.5%	17.5%	0%	0%	1
CASH FLOW IN	828.990.756.90	-	345.412.815.26	-	483.577.941.35	-	483.577.941.35	483.577.941.35	-	-	138.16
KUMULATIF CASH FLOW IN	828.990.756.90	828.990.756.90	1.174.403.571.85	1.174.403.571.85	1.657.981.513.20	1.657.981.513.20	2.141.559.454.55	2.625.137.395.90	2.625.137.395.90	2.625.137.395.90	2.763.3
CASH FLOW OUT											
*Biaya Langsung (66%)	-	305.300.715.84	234.173.306.92	312.360.590.43	288.095.610.68	236.358.002.15	316.061.015.85	148.620.420.62	-	-	-
*Biaya Tak Langsung (7%)	-	27.633.025.22	27.633.025.22	27.633.025.22	27.633.025.22	27.633.025.22	27.633.025.22	27.633.025.22	-	-	-
*PPN (10%)	82.899.075.86	-	34.541.281.53	-	48.357.794.14	-	48.357.794.14	48.357.794.14	-	-	13.81
*PPH (2%)	16.578.815.13	-	6.905.256.31	-	9.671.558.83	-	9.671.558.83	9.671.558.83	-	-	2.76
Total Cash Flow Out	99.478.890.79	332.933.741.06	303.255.871.87	340.593.615.65	353.757.988.87	266.001.027.37	401.723.394.04	234.482.798.81	-	-	16.57
KUMULATIF CASH FLOW OUT	99.478.890.79	432.412.631.86	735.658.503.83	1.076.262.119.48	1.430.020.108.35	1.696.021.135.72	2.097.744.529.76	2.332.227.328.57	2.332.227.328.57	2.346.8	
Saldo	729.511.865.81	396.578.124.75	438.735.366.02	96.141.452.37	227.961.404.85	(38.039.622.52)	43.814.024.79	292.910.067.33	292.910.067.33	292.910.067.33	414.4

Tabel 4.12. Perhitungan Total Nilai Profit sesudah Kompresi

Bulan ke -	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Progress	0%	23.10%	39.79%	66.54%	87.69%	100%	100%	100%	100%
Termin	30%	0%	12.5%	17.5%	17.5%	17.5%	0%	0%	5%
CASH FLOW IN	628.990.756,60	-	345.412.815,25	483.577.941,35	483.577.941,35	483.577.941,35	-	-	138.165.126
KUMULATIF CASH FLOW IN	628.990.756,60	828.990.756,60	1.174.433.571,85	1.657.981.513,20	2.141.559.454,55	2.625.137.395,90	2.625.137.395,90	2.625.137.395,90	2.763.302.52
CASH FLOW OUT :									
*Biaya Langsung (67.45%)	-	433.542.869,28	311.071.982,61	498.572.370,27	394.196.341,35	229.436.481,42	-	-	-
*Biaya Tak Langsung (5%)	-	27.845.586,81	27.845.586,81	27.845.586,81	27.845.586,81	27.845.586,81	-	-	-
*PPN (10%)	82.889.075,66	-	34.541.281,53	48.357.794,14	48.357.794,14	48.357.794,14	-	-	13.816.512
*PPn (2%)	16.579.915,13	-	6.908.256,31	9.671.558,83	9.671.558,83	9.671.558,83	-	-	2.763.302
Total Cash Flow Out	99.478.890,79	458.385.456,09	380.367.007,25	584.447.310,04	480.073.261,13	315.311.421,20	-	-	16.579.815
KUMULATIF CASH FLOW OUT	99.478.890,79	567.887.346,88	938.234.354,14	1.522.681.664,18	2.002.754.945,31	2.318.066.366,51	2.318.066.366,51	2.318.066.366,51	2.334.846,18
SALDO	729.511.865,81	271.123.409,72	230.158.217,71	135.299.849,02	138.804.509,24	307.071.029,39	307.071.029,39	307.071.029,39	428.656.340



Dengan mengasumsikan bunga bank 15 % pertahun, maka bunga perbulan 1,25 %. Sehingga profit setiap bulannya sebelum dan sesudah kompresi dapat dilihat pada tabel 4.13. dan tabel 4.14.

Tabel 4.13. Profit Akibat Bunga sebelum dilakukan Kompresi

Bulan ke -	Cash Flow In	Cash Flow Out	Saldo	Saldo(1+i)
0	828,990,756.60	99,478,890.79	729,511,865.81	729,511,865.81
1	-	332,933,741.06	396,578,124.75	405,697,023.07
2	345,412,815.25	303,255,871.97	438,735,068.02	452,925,179.13
3	-	340,593,615.65	98,141,452.37	117,993,128.22
4	483,577,941.35	353,757,988.87	227,961,404.85	249,287,994.81
5	-	266,001,027.37	(38,039,622.52)	(13,596,932.63)
6	483,577,941.35	401,723,394.04	43,814,924.79	68,087,653.02
7	483,577,941.35	234,482,798.81	292,910,067.33	318,033,891.22
8	-	-	292,910,067.33	322,009,314.87
9	-	-	292,910,067.33	326,034,431.30
10	138,165,126.10	16,579,815.13	414,495,378.30	451,695,172.66

- Keuntungan dari nilai bunga = Rp. 451.695.172,66 – Rp. 414.495.378,30
= Rp. 37.199.794,36

Tabel 4.14. Profit Akibat Bunga sesudah dilakukan Kompresi

Bulan ke -	Cash Flow In	Cash Flow Out	Saldo	Saldo(1+i)
0	828,990,756.60	99,478,890.79	729,511,865.81	729,511,865.81
1	-	458,388,456.09	271,123,409.72	280,242,308.04
2	345,412,815.25	380,367,007.25	236,169,217.71	248,791,144.89
3	483,577,941.35	584,447,310.04	135,299,849.02	151,031,665.50
4	483,577,941.35	480,073,281.13	138,804,509.24	156,424,221.54
5	483,577,941.35	315,311,421.20	307,071,029.39	326,646,044.46
6	-	-	307,071,029.39	330,729,120.02
7	-	-	307,071,029.39	334,863,234.02
8	138,165,126.10	16,579,815.13	428,656,340.36	460,634,335.41
9	-	-	428,656,340.36	466,392,264.61
10	-	-	428,656,340.36	472,222,167.91



-
- ❖ Keuntungan dari nilai bunga = Rp. 472.222.167,91 – Rp. 428.656.340,36
= Rp. 43.565.827,55

Dari seluruh perhitungan diatas maka total nilai profit yang diperoleh kontraktor adalah :

- ❖ Keuntungan tetap (15%) = Rp. 414.495.378,30
- ❖ Keuntungan akibat kompresi (51 hari)
= Rp. 428.656.340,36 – Rp. 414.495.378,30 = Rp. 14.160.962,06
- ❖ Keuntungan bunga (normal) = Rp. 37.199.794,36
- ❖ Keuntungan bunga akibat kompresi (51 hari)
= Rp. 43.565.827,55 – Rp. 37.199.794,36 = Rp. 6.366.033,19 +
Rp. 472.222.167,92

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang dilakukan pada proyek pembangunan gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya dapat diambil kesimpulan :

1. Analisa TCTO yang dilakukan baik dengan metode Cut Set System maupun dengan Programa Linier mendapatkan hasil optimum yang sama yaitu dengan mempercepat durasi proyek selama 51 hari sehingga total durasi menjadi 131 hari, dengan biaya total sebesar Rp. 2.003.049.879,00.
2. Keuntungan dan kerugian menggunakan Cut Set System (QSB+) dalam menganalisa TCTO adalah :
 - A. Keuntungan :
 - a. Kompresi yang dilakukan secara bertahap, sehingga bila kontraktor ingin mempercepat proyek dengan durasi tertentu (tidak optimal) dapat diketahui biaya totalnya.
 - b. Dapat diketahui aktivitas yang kritis serta lintasan kritisnya secara langsung dari output software QSB+.
 - B. Kerugian :
 - a. Biaya yang didapatkan hanya biaya langsung saja, untuk mendapatkan biaya total dan durasi yang optimum harus menghitung biaya teknis langsung terlebih dahulu.



- b. Dalam memasukkan data harus diketahui banyaknya dummy serta hubungannya dengan aktivitas yang ada.
 - c. Biaya untuk masing-masing aktivitas harus dihitung terlebih dahulu.
 - d. Membutuhkan waktu lebih lama dalam melakukan kompresi karena bertahap.
3. Keuntungan dan kerugian menggunakan Programa Linier dalam menganalisa TCTO adalah :
- A. Keuntungan :
 - a. Biaya yang didapatkan merupakan biaya total (biaya langsung dan tak langsung) yang optimum, sehingga durasi optimum langsung dapat diketahui.
 - b. Biaya masing – masing aktivitas dapat diketahui secara langsung dari output software Mathcad.
 - c. Input data yang dilakukan tidak memperhitungkan adanya dummy.
 - d. Membutuhkan waktu yang singkat karena dalam melakukan kompresi langsung pada hasil yang optimum.
 - B. Kerugian :
 - a. Hanya diketahui biaya total serta durasi hasil kompresi yang optimum saja, sehingga jika kontraktor ingin mempercepat proyek dengan durasi tertentu tidak dapat diketahui biaya totalnya.
 - b. Tidak dapat mengetahui lintasan kritis secara langsung, harus membuat arrow diagram terlebih dahulu.



4. Dengan adanya percepatan waktu mempengaruhi dalam perhitungan cash flow dan total nilai profit dalam pelaksanaan proyek. Dalam proyek ini percepatan waktu 51 hari memberikan total keuntungan sebesar Rp. 472.222.167,92.

5.2. SARAN

Pada penulisan tugas akhir ini penerapan analisa Time Cost Trade Off hanya dilakukan pada pekerjaan struktur saja. Sebaiknya juga memperhatikan pada pekerjaan yang lain, misalnya pada pekerjaan mekanikal-elektrikal sehingga bisa didapatkan hasil yang lebih optimal.

Hasil analisa Time Cost Trade Off dengan Programa Linier dengan menggunakan software yang ada (Mathcad) tidak dapat menunjukkan lintasan kritis, sehingga akan lebih baik jika membuat software baru yang dapat secara langsung menghasilkan kompresi yang optimal dengan menunjukkan lintasan kritisnya.

Dalam perhitungan mempercepat waktu pelaksanaan, sebaiknya keuntungan dari penerimaan gedung juga diperhitungkan. Terutama pada gedung-gedung komersial dengan adanya percepatan waktu mendatangkan income bagi pemilik karena pengoperasiannya lebih awal.

Untuk menerapkan hasil kompresi yang optimum pada pelaksanaan proyek di lapangan hendaknya perlu memperhatikan pelaksanaan aktivitas-aktivitas kritis, karena jika aktivitas tersebut terlambat waktu penyelesaiannya akan mengakibatkan mundurnya pelaksanaan aktivitas yang lain dan durasi proyek tidak optimum lagi.



DAFTAR PUSTAKA

- Barrie, Donald S, Boyd C. Paulson Jr., Sudinarto, 1990. *Manajemen Konstruksi Profesional*, Edisi kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Liang Liu, Scott A. Burns, and Chung – Wei Feng. 1995. *Construction Time-Cost Trade-Off Analysis Using LP/IP Hybrid Method*, Journal of Construction Engineering and Management.
- Miswanto, Wing Wahyu Winarno, 1995. *Analisis Manajemen Kuantitatif dengan QSB+*, STIE, Yogyakarta.
- Mukomoko, J.A., 1985. *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*, Penerbit Gaya Media Pratama, Jakarta.
- Nugraha Paulus, Ishak Nathan, R. Sutjipto. 1986. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Kartika Yudha, Surabaya.
- Soedradjat. A., 1994. *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*, Penerbit Nova, Bandung.
- Soeharto, Iman, 1995. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wahana komputer, Tim Penelitian dan Pengembangan, 1997. *Menyelesaikan Problema Matematika dengan MATHCAD PLUS 6.0 for Windows*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

LAMPIRAN 1

TIME SCHEDULE PROYEK ASLI

LAMPIRAN 2

ARROW DIAGRAM

LAMPIRAN 3

RENCANA ANGGARAN BIAYA PROYEK

**REKAPITULASI ANGGARAN BIAYA
PEKERJAAN STRUKTUR**

EMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SURABAYA
JL. RAYA TENGGILIS SURABAYA

Uraian pekerjaan	Jumlah harga (Rp.)
PEKERJAAN PERSIAPAN / UMUM	164.923.940,00
PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH / PONDASI	126.037.513,20
PEKERJAAN STRUKTUR ATAS	
Pekerjaan begesting	993.913.516,70
Pekerjaan pembesian	1.137.562.574,90
Pekerjaan beton	453.205.900,00
Konstruksi atap	52.583.017,20
JUMLAH	2.928.226.462,00
DIBULATKAN	2.928.220.000,00

Terbilang : #Dua Milyar Sembilan Ratus Dua Puluh Delapan Juta Dua Ratus Dua Puluh Ribu Rupiah #

RENCANA ANGGARAN BIAYA
PEMBANGUNAN GEDUNG LAB. FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SURABAYA
JL. RAYA TENGGILIS SURABAYA

Uraian pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
EKERJAAN PERSIAPAN / UMUM					
Pembersihan lokasi	M ²	1.993,32	2.000,00	3.986.640,00	
Uiset & pasang bouwplank	M ¹	170,00	11.190,00	1.902.300,00	
Renovasi Direksikeet	M ²	84,05	100.000,00	8.405.000,00	
Pembuatan gudang & los kerja	M ²	53,88	200.000,00	10.776.000,00	
Air kerja	Ls	1,00	3.000.000,00	3.000.000,00	
Penerangan kerja	Ls	1,00	6.000.000,00	6.000.000,00	
Telepon	Ls	1,00	3.000.000,00	3.000.000,00	
All Risk Insurance	Ls	1,00	25.000.000,00	25.000.000,00	
Perbaikan akses jalan masuk lokasi proyek	M ²	590,08	50.000,00	29.504.000,00	
Pekerja harian untuk pembersihan	Bln	12,00	1.600.000,00	19.200.000,00	
Biaya tukang untuk jaga	Bln	12,00	1.200.000,00	14.400.000,00	
Jala pengaman	M ²	1.050,00	15.000,00	15.750.000,00	
Sewa Lift Material	Bln	8,00	3.000.000,00	24.000.000,00	
			Jumlah	164.923.940,00	
PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH / PONDASI					
Kepas / potong kepala tiang pancang	Ttk	378,00	20.000,00	7.560.000,00	
Pile Cap type PC 1 (1 bh)					
□ Galian tanah	M ³	0,95	13.950,00	13.252,50	
□ Urugan tanah kembali	M ³	0,51	3.000,00	1.530,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ²	0,58	6.600,00	3.828,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	0,58	14.430,00	8.369,40	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batako)	M ²	1,32	30.450,00	40.194,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	0,14	282.000,00	39.480,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	28,44	3.660,00	104.090,40	
Pile Cap type PC 2 (2 bh)					
□ Galian tanah	M ³	3,32	13.950,00	46.314,00	
□ Urugan tanah kembali	M ³	1,58	3.000,00	4.740,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ²	2,23	6.600,00	14.718,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	2,23	14.430,00	32.178,90	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batako)	M ²	4,44	30.450,00	135.198,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	0,73	282.000,00	205.860,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	120,40	3.660,00	440.664,00	
Pile Cap type PC 3 (10 bh)					
□ Galian tanah	M ³	20,54	13.950,00	286.533,00	
□ Urugan tanah kembali	M ³	17,44	3.000,00	52.320,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ²	21,70	6.600,00	143.220,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	21,70	14.430,00	313.131,00	

Uraian pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batako)	M ²	27,50	30.450,00	837.375,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	7,27	282.000,00	2.050.140,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	1.913,20	3.660,00	7.002.312,00	
5 Pile Cap type PC 4 (1 bh)					
□ Galian tanah	M ³	2,91	13.950,00	40.594,50	
□ Urugan tanah kembali	M ³	1,19	3.000,00	3.570,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ²	2,15	6.600,00	14.190,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	2,15	14.430,00	31.024,50	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batako)	M ²	3,12	30.450,00	95.004,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	0,91	282.000,00	256.620,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	374,58	3.660,00	1.370.962,80	
6 Pile Cap type PC 4b (2 bh)					
□ Galian tanah	M ³	8,06	13.950,00	112.437,00	
□ Urugan tanah kembali	M ³	3,07	3.000,00	9.210,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ²	6,42	6.600,00	42.372,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	6,42	14.430,00	92.640,60	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batako)	M ²	7,73	30.450,00	235.378,50	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	2,87	282.000,00	809.340,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	276,52	3.660,00	1.012.063,20	
7 Pile Cap type PC 5a (10 bh)					
□ Galian tanah	M ³	40,31	13.950,00	562.324,50	
□ Urugan tanah kembali	M ³	15,36	3.000,00	46.080,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ²	31,47	6.600,00	207.702,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	31,47	14.430,00	454.112,10	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batako)	M ²	38,64	30.450,00	1.176.588,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	14,29	282.000,00	4.029.780,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	2.765,20	3.660,00	10.120.632,00	
8 Pile Cap type PC 5b (18 bh)					
□ Galian tanah	M ³	72,57	13.950,00	1.012.351,50	
□ Urugan tanah kembali	M ³	27,65	3.000,00	82.950,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ²	56,65	6.600,00	373.890,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	56,65	14.430,00	817.459,50	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batako)	M ²	69,55	30.450,00	2.117.797,50	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	25,72	282.000,00	7.253.040,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	4.977,36	3.660,00	18.217.137,60	
9 Pile Cap type PC 5c U 6k (1 bh)					
□ Galian tanah	M ³	4,48	13.950,00	62.496,00	
□ Urugan tanah kembali	M ³	1,67	3.000,00	5.010,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ²	2,83	6.600,00	18.678,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	2,83	14.430,00	40.836,90	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batako)	M ²	4,14	30.450,00	126.063,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	1,64	282.000,00	462.480,00	

Urutan pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	252,72	3.660,00	924.955,20	
Pile Cap type PC 5d (1 bh)					
□ Galian tanah	M ³	4,11	13.950,00	57.334,50	
□ Urugan tanah kembali	M ³	2,39	3.000,00	7.170,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ³	3,53	6.600,00	23.298,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	3,53	14.430,00	50.937,90	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batoko)	M ²	3,29	30.450,00	100.180,50	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	1,06	282.000,00	298.920,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	349,93	3.660,00	1.280.743,80	
Pile Cap type PC 6a (6 bh)					
□ Galian tanah	M ³	24,94	13.950,00	347.913,00	
□ Urugan tanah kembali	M ³	9,52	3.000,00	28.560,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ³	19,14	6.600,00	126.324,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	19,14	14.430,00	276.190,20	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batoko)	M ²	24,12	30.450,00	734.451,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	8,78	282.000,00	2.475.960,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	1.697,76	3.660,00	6.213.801,60	
Pile Cap type PC 6b (4 bh)					
□ Galian tanah	M ³	16,63	13.950,00	231.988,50	
□ Urugan tanah kembali	M ³	6,34	3.000,00	19.020,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ³	12,76	6.600,00	84.216,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	12,76	14.430,00	184.126,80	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batoko)	M ²	16,08	30.450,00	489.636,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	5,85	282.000,00	1.649.700,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	1.131,84	3.660,00	4.142.534,40	
Pile Cap type PC 6St (1 bh)					
□ Galian tanah	M ³	5,13	13.950,00	71.563,50	
□ Urugan tanah kembali	M ³	1,08	3.000,00	3.240,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ³	3,10	6.600,00	20.460,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	3,10	14.430,00	44.733,00	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batoko)	M ²	4,26	30.450,00	129.717,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	1,54	282.000,00	434.280,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	245,60	3.660,00	898.896,00	
Pile Cap type PC 7 (8 bh)					
□ Galian tanah	M ³	43,70	13.950,00	609.615,00	
□ Urugan tanah kembali	M ³	24,52	3.000,00	73.560,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ³	29,79	6.600,00	196.614,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ²	29,79	14.430,00	429.869,70	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batoko)	M ²	35,04	30.450,00	1.066.968,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	14,59	282.000,00	4.114.380,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	2.847,92	3.660,00	10.423.387,20	

Uraian pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
Pile Cap type PC 8a (4 bh)					
□ Galian tanah	M ³	21,61	13.950,00	301.459,50	
□ Urugan tanah kembali	M ³	7,60	3.000,00	22.800,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ³	16,92	6.600,00	111.672,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ³	16,92	14.430,00	244.155,60	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batoko)	M ³	19,68	30.450,00	599.256,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	8,05	282.000,00	2.270.100,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	1.515,72	3.660,00	5.657.335,20	
Pile Cap type PC 8b 2k (1 bh)					
□ Galian tanah	M ³	5,40	13.950,00	75.330,00	
□ Urugan tanah kembali	M ³	1,98	3.000,00	5.940,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ³	4,23	6.600,00	27.918,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ³	4,23	14.430,00	61.038,90	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batoko)	M ³	4,92	30.450,00	149.814,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	2,01	282.000,00	566.820,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	386,43	3.660,00	1.414.333,80	
Pile Cap type PC 9 (2 bh)					
□ Galian tanah	M ³	11,88	13.950,00	165.726,00	
□ Urugan tanah kembali	M ³	4,19	3.000,00	12.570,00	
□ Urugan pasir bawah lantai kerja t = 10 cm	M ³	9,46	6.600,00	62.436,00	
□ Lantai kerja t = 5 cm (1Pc : 3 Ps : 5 Kr)	M ³	9,46	14.430,00	136.507,80	
□ Begesting untuk pile cap (pasangan batoko)	M ³	9,84	30.450,00	299.628,00	
□ Beton Pile Cap fc' 25	M ³	4,69	282.000,00	1.322.580,00	
□ Pembesian beton pile cap, besi U-40	Kg	853,02	3.660,00	3.122.053,20	
Sloof 25 / 50					
□ Galian tanah	M ³	7,40	13.950,00	103.230,00	
□ Urugan tanah kembali	M ³	2,79	3.000,00	8.370,00	
Galian tanah pondasi lift	M ³	27,45	13.950,00	382.927,50	
			Jumlah	126.037.513,20	
PEKERJAAN STRUKTUR ATAS					
PEKERJAAN BEGESTING					
LANTAI DASAR					
1 Kolom 50/60	M ³	18,56	121.000,00	2.245.760,00	
2 Kolom 50/50	M ³	51,44	111.450,00	5.732.988,00	
3 Kolom 25/55	M ³	2,24	99.000,00	221.760,00	
4 Kolom 30/30	M ³	0,52	86.550,00	45.006,00	
5 Shearwall 15 cm	M ³	27,82	110.450,00	3.072.719,00	
6 Plat lantai pit lift	M ³	16,61	30.450,00	505.774,50	
			Jumlah	11.824.007,50	
LANTAI 1 (SATU)					
1 Kolom 50/60	M ³	88,24	121.000,00	10.677.040,00	
2 Kolom 50/50	M ³	211,62	111.450,00	23.585.049,00	

Urutan pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
Kolom 25/55	M ³	8,44	99.000,00	835.560,00	
Balok 30/60	M ³	99,00	77.870,00	7.709.130,00	
Balok 25/50	M ³	366,55	66.550,00	24.393.902,50	
Balok 20/50	M ³	57,43	65.010,00	3.733.524,30	
Balok 20/40	M ³	24,33	56.560,00	1.376.104,80	
Balok 15/30	M ³	41,33	54.150,00	2.238.019,50	
Balok 15/40	M ³	16,30	61.130,00	996.419,00	
Konsol 25/50 - 30	M ³	7,80	66.550,00	519.090,00	
Konsol 25/50 - 40	M ³	7,15	66.550,00	475.832,50	
Konsol 30/60 - 50	M ³	2,85	77.870,00	221.929,50	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	736,34	70.000,00	51.543.800,00	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	43,22	70.000,00	3.025.400,00	
Anak tangga	M ²	25,68	56.730,00	1.456.826,40	
			Jumlah	132.787.627,50	
LANTAI 2 (DUA)					
Kolom 50/60	M ³	84,00	121.000,00	10.164.000,00	
Kolom 50/50	M ³	218,14	111.450,00	24.311.703,00	
Kolom 25/55	M ³	8,40	99.000,00	831.600,00	
Balok 30/60	M ³	97,80	100.890,00	9.867.042,00	
Balok 25/50	M ³	302,50	90.800,00	27.467.000,00	
Balok 20/50	M ³	59,48	98.260,00	5.844.504,80	
Balok 20/40	M ³	43,08	85.060,00	3.664.384,80	
Balok 15/30	M ³	37,50	82.650,00	3.099.375,00	
Konsol 25/50 - 30	M ³	12,70	90.800,00	1.153.160,00	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	696,09	78.750,00	54.817.087,50	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	42,74	78.750,00	3.365.775,00	
Anak tangga	M ²	27,11	56.730,00	1.537.950,30	
Lispiank beton t = 8 cm	M ²	10,11	124.350,00	1.257.178,50	
			Jumlah	147.380.760,90	
LANTAI 3 (TIGA)					
Kolom 50/60	M ³	75,00	121.000,00	9.075.000,00	
Kolom 50/50	M ³	187,50	111.450,00	20.896.875,00	
Balok 30/60	M ³	87,55	100.890,00	8.832.919,50	
Balok 25/50	M ³	320,61	90.800,00	29.111.388,00	
Balok 20/50	M ³	55,60	98.260,00	5.463.256,00	
Balok 20/40	M ³	47,40	85.060,00	4.031.844,00	
Balok 15/30	M ³	44,17	82.650,00	3.650.650,50	
Konsol 25/50 - 30	M ³	16,50	90.800,00	1.498.200,00	
Konsol 25/50 - 40	M ³	6,75	90.800,00	612.900,00	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	743,07	78.750,00	58.516.762,50	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	35,35	78.750,00	2.783.812,50	

Uraian pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
Anak tangga	M ²	21,55	56.730,00	1.222.531,50	
Lisplank beton t = 8 cm	M ²	63,47	124.350,00	7.892.494,50	
			Jumlah	153.588.634,00	
LANTAI 4 (EMPAT)					
Kolom 50/60	M ¹	75,00	121.000,00	9.075.000,00	
Kolom 50/50	M ¹	187,10	111.450,00	20.852.295,00	
Balok 30/60	M ¹	87,54	100.890,00	8.831.910,60	
Balok 25/50	M ¹	313,69	90.800,00	28.483.052,00	
Balok 20/50	M ¹	55,54	98.260,00	5.457.360,40	
Balok 20/40	M ¹	47,45	85.060,00	4.036.097,00	
Balok 15/30	M ¹	48,69	82.650,00	4.024.228,50	
Konsol 25/50 - 30	M ¹	17,68	90.800,00	1.605.344,00	
Konsol 25/50 - 40	M ¹	6,75	90.800,00	612.900,00	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	739,06	78.750,00	58.200.975,00	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	32,74	78.750,00	2.578.275,00	
Anak tangga	M ²	19,18	56.730,00	1.088.081,40	
Lisplank beton t = 8 cm	M ²	56,01	124.350,00	6.964.843,50	
			Jumlah	151.810.362,40	
LANTAI 5 (LIMA)					
Kolom 50/60	M ¹	75,00	121.000,00	9.075.000,00	
Kolom 50/50	M ¹	171,60	111.450,00	19.124.820,00	
Balok 30/60	M ¹	88,13	100.890,00	8.891.435,70	
Balok 25/50	M ¹	314,27	90.800,00	28.535.716,00	
Balok 20/50	M ¹	55,54	98.260,00	5.457.360,40	
Balok 20/40	M ¹	40,55	85.060,00	3.449.183,00	
Balok 15/30	M ¹	48,60	82.650,00	4.016.790,00	
Konsol 25/50 - 30	M ¹	17,50	90.800,00	1.589.000,00	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	725,17	78.750,00	57.107.137,50	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	32,74	78.750,00	2.578.275,00	
Anak tangga	M ²	19,18	56.730,00	1.088.081,40	
Lisplank beton t = 8 cm	M ²	56,01	124.350,00	6.964.843,50	
			Jumlah	147.877.642,50	
LANTAI 6 (ENAM)					
Kolom 50/60	M ¹	77,10	121.000,00	9.329.100,00	
Kolom 50/50	M ¹	90,90	111.450,00	10.130.805,00	
Kolom 30/30	M ¹	31,60	86.550,00	2.734.980,00	
Balok 30/60	M ¹	84,50	100.890,00	8.525.205,00	
Balok 25/50	M ¹	291,30	90.800,00	26.450.040,00	
Balok 20/50	M ¹	55,65	98.260,00	5.468.169,00	
Balok 20/40	M ¹	40,48	85.060,00	3.443.228,80	
Balok 15/30	M ¹	58,52	82.650,00	4.836.678,00	

Uraian pekerjaan		Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
9	Konsol 25/50 - 30	M ²	18,35	90.800,00	1.666.180,00	
0	Pelat lantai t = 12 cm	M ²	661,41	78.750,00	52.086.037,50	
1	Pelat tandon air atas t = 15 cm	M ²	37,91	78.750,00	2.985.412,50	
2	Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	32,74	78.750,00	2.578.275,00	
3	Anak tangga	M ²	19,18	56.730,00	1.088.081,40	
4	Lisplank beton t = 8 cm	M ²	75,57	124.350,00	9.397.129,50	
				Jumlah	140.719.321,70	
7.	LANTAI ATAP & ATAP LIFT					
1	Kolom 50/50	M ²	48,23	111.450,00	5.375.233,50	
2	Kolom 30/30	M ²	5,00	86.550,00	432.750,00	
3	Kolom 15/15	M ²	2,00	86.550,00	173.100,00	
4	Balok 25/50	M ²	107,70	90.800,00	9.779.160,00	
5	Balok 20/50	M ²	6,85	98.260,00	673.081,00	
6	Balok 20/40	M ²	245,59	85.060,00	20.889.885,40	
7	Balok 15/30	M ²	109,03	82.650,00	9.011.329,50	
8	Konsol 25/50 - 30	M ²	49,00	90.800,00	4.449.200,00	
9	Konsol 25/50 - 40	M ²	2,40	90.800,00	217.920,00	
10	Konsol 20/40 - 30	M ²	9,86	85.060,00	838.691,60	
11	Pelat lantai t = 12 cm	M ²	437,28	78.750,00	34.435.800,00	
12	Pelat tandon air atas t = 15 cm	M ²	30,57	78.750,00	2.407.387,50	
13	Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	37,49	78.750,00	2.952.337,50	
14	Anak tangga	M ²	24,54	56.730,00	1.392.151,20	
15	Lisplank beton t = 8 cm	M ²	119,80	124.350,00	14.897.130,00	
				Jumlah	107.925.160,20	
B.	PEKERJAAN PEMBESIAN					
0.	LANTAI DASAR					
1	Kolom 50/60	M ²	36,16	158.530,00	5.732.444,80	
2	Kolom 50/50	M ²	95,44	155.810,00	14.870.506,40	
3	Kolom 25/55	M ²	3,76	63.860,00	240.113,60	
4	Kolom 30/30	M ²	1,28	58.450,00	74.816,00	
5	Shearwall 15 cm	M ²	27,82	207.160,00	5.763.191,20	
6	Plat lantai pit lift	M ²	16,61	207.160,00	3.440.927,60	
				Jumlah	30.121.999,60	
8.1.	LANTAI 1 (SATU)					
1	Kolom 50/60	M ²	88,24	158.530,00	13.988.687,20	
2	Kolom 50/50	M ²	211,62	155.810,00	32.972.512,20	
3	Kolom 25/55	M ²	8,44	63.860,00	538.978,40	
4	Balok 30/60	M ²	112,50	122.700,00	13.803.750,00	
5	Balok 25/50	M ²	426,23	96.500,00	41.131.195,00	
6	Balok 20/50	M ²	66,03	76.490,00	5.050.634,70	

Uraian pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
Balok 20/40	M ³	27,43	73.530,00	2.016.927,90	
Balok 15/30	M ³	46,86	49.280,00	2.309.260,80	
Balok 15/40	M ³	17,95	48.790,00	875.780,50	
Konsol 25/50 - 30	M ³	8,40	96.500,00	810.600,00	
Konsol 25/50 - 40	M ³	7,75	96.500,00	747.875,00	
Konsol 30/60 - 50	M ³	3,05	122.700,00	374.235,00	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	904,34	62.950,00	56.928.203,00	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	43,22	111.050,00	4.799.581,00	
Anak tangga	Kg	402,07	3.550,00	1.427.348,50	
			Jumlah	177.775.569,20	
LANTAI 2 (DUA)					
Kolom 50/60	M ³	84,00	158.530,00	13.316.520,00	
Kolom 50/50	M ³	218,14	155.810,00	33.988.393,40	
Kolom 25/55	M ³	8,40	63.860,00	536.424,00	
Balok 30/60	M ³	111,80	122.700,00	13.717.860,00	
Balok 25/50	M ³	360,50	96.500,00	34.788.250,00	
Balok 20/50	M ³	68,08	76.490,00	5.207.439,20	
Balok 20/40	M ³	51,58	73.530,00	3.792.677,40	
Balok 15/30	M ³	42,40	49.280,00	2.089.472,00	
Konsol 25/50 - 30	M ³	14,50	96.500,00	1.399.250,00	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	845,08	62.950,00	53.197.786,00	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	42,74	111.050,00	4.746.277,00	
Anak tangga	Kg	216,99	3.550,00	770.314,50	
Lisplank beton t = 8 cm	M ²	19,35	61.020,00	1.180.737,00	
			Jumlah	168.731.400,50	
LANTAI 3 (TIGA)					
Kolom 50/60	M ³	75,00	158.530,00	11.889.750,00	
Kolom 50/50	M ³	187,50	155.810,00	29.214.375,00	
Balok 30/60	M ³	101,55	122.700,00	12.460.185,00	
Balok 25/50	M ³	379,11	96.500,00	36.584.115,00	
Balok 20/50	M ³	63,25	76.490,00	4.837.992,50	
Balok 20/40	M ³	55,05	73.530,00	4.047.826,50	
Balok 15/30	M ³	48,37	49.280,00	2.383.673,60	
Konsol 25/50 - 30	M ³	17,85	96.500,00	1.722.525,00	
Konsol 25/50 - 40	M ³	7,35	96.500,00	709.275,00	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	897,96	62.950,00	56.526.582,00	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	35,35	111.050,00	3.925.617,50	
Anak tangga	Kg	164,89	3.550,00	585.359,50	
Lisplank beton t = 8 cm	M ²	87,17	61.020,00	5.319.113,40	
			Jumlah	170.206.390,00	
LANTAI 4 (EMPAT)					
Kolom 50/60	M ³	75,00	158.530,00	11.889.750,00	

	Uraian pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
2	Kolom 50/50	M ¹	187,10	155.810,00	29.152.051,00	
3	Balok 30/60	M ¹	101,54	122.700,00	12.458.958,00	
4	Balok 25/50	M ¹	372,19	96.500,00	35.916.335,00	
5	Balok 20/50	M ¹	63,19	76.490,00	4.833.403,10	
6	Balok 20/40	M ¹	57,20	73.530,00	4.205.916,00	
7	Balok 15/30	M ¹	52,80	49.280,00	2.601.984,00	
8	Konsol 25/50 - 30	M ¹	19,03	96.500,00	1.836.395,00	
9	Konsol 25/50 - 40	M ¹	7,35	96.500,00	709.275,00	
10	Pelat lantai t = 12 cm	M ²	894,66	62.950,00	56.318.847,00	
11	Tangga dengan plat t = 15 cm	M ¹	32,74	111.050,00	3.635.777,00	
12	Anak tangga	Kg	147,23	3.550,00	522.666,50	
13	Lisplank beton t = 8 cm	M ²	78,33	61.020,00	4.779.696,60	
				Jumlah	168.861.054,20	
3.5. LANTAI 5 (LIMA)						
1	Kolom 50/60	M ¹	75,00	158.530,00	11.889.750,00	
2	Kolom 50/50	M ¹	171,60	155.810,00	26.736.996,00	
3	Balok 30/60	M ¹	102,13	122.700,00	12.531.351,00	
4	Balok 25/50	M ¹	372,77	96.500,00	35.972.305,00	
5	Balok 20/50	M ¹	63,19	76.490,00	4.833.403,10	
6	Balok 20/40	M ¹	48,80	73.530,00	3.588.264,00	
7	Balok 15/30	M ¹	52,80	49.280,00	2.601.984,00	
8	Konsol 25/50 - 30	M ¹	18,85	96.500,00	1.819.025,00	
9	Pelat lantai t = 12 cm	M ²	876,99	62.950,00	55.206.520,50	
10	Tangga dengan plat t = 15 cm	M ¹	32,74	111.050,00	3.635.777,00	
11	Anak tangga	Kg	147,23	3.550,00	522.666,50	
12	Lisplank beton t = 8 cm	M ²	78,33	61.020,00	4.779.696,60	
				Jumlah	164.117.738,70	
3.6. LANTAI 6 (ENAM)						
1	Kolom 50/60	M ¹	77,10	158.530,00	12.222.663,00	
2	Kolom 50/50	M ¹	90,90	155.810,00	14.163.129,00	
3	Kolom 30/30	M ¹	31,60	58.450,00	1.847.020,00	
4	Balok 30/60	M ¹	96,50	122.700,00	11.840.550,00	
5	Balok 25/50	M ¹	347,80	96.500,00	33.562.700,00	
6	Balok 20/50	M ¹	63,30	76.490,00	4.841.817,00	
7	Balok 20/40	M ¹	50,23	73.530,00	3.693.411,90	
8	Balok 15/30	M ¹	64,67	49.280,00	3.186.937,60	
9	Konsol 25/50 - 30	M ¹	20,15	96.500,00	1.944.475,00	
10	Pelat lantai t = 12 cm	M ²	792,89	62.950,00	49.912.425,50	
11	Pelat tandon air atas t = 15 cm	M ²	37,91	111.050,00	4.209.905,50	
12	Tangga dengan plat t = 15 cm	M ¹	32,74	111.050,00	3.635.777,00	
13	Anak tangga	Kg	147,23	3.550,00	522.666,50	

Uraian pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
Lisplank beton t = 8 cm	M ²	89,57	61.020,00	5.465.561,40	
			Jumlah	151.049.039,40	
LANTAI ATAP & ATAP LIFT					
Kolom 50/50	M ¹	48,23	155.810,00	7.514.716,30	
Kolom 30/30	M ¹	5,00	58.450,00	292.250,00	
Kolom 15/15	M ¹	2,00	58.450,00	116.900,00	
Balok 25/50	M ¹	125,95	96.500,00	12.151.175,00	
Balok 20/50	M ¹	7,85	76.490,00	600.446,50	
Balok 20/40	M ¹	295,14	73.530,00	21.701.644,20	
Balok 15/30	M ¹	120,58	49.280,00	5.942.182,40	
Konsol 25/50 - 30	M ¹	55,75	96.500,00	5.379.875,00	
Konsol 25/50 - 40	M ¹	2,80	96.500,00	270.200,00	
Konsol 20/40 - 30	M ¹	13,46	73.530,00	989.713,80	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	554,16	62.950,00	34.884.372,00	
Pelat tandon air atas t = 15 cm	M ²	30,57	111.050,00	3.394.798,50	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	37,49	111.050,00	4.163.261,50	
Anak tangga	Kg	177,81	3.550,00	631.225,50	
Lisplank beton t = 8 cm	M ²	141,98	61.020,00	8.663.619,60	
			Jumlah	106.699.383,30	
PEKERJAAN BETON					
LANTAI DASAR					
Kolom 50/60	M ²	5,57	297.000,00	1.654.290,00	
Kolom 50/50	M ²	12,86	297.000,00	3.819.420,00	
Kolom 25/55	M ²	0,31	297.000,00	92.070,00	
Kolom 30/30	M ²	0,05	297.000,00	14.850,00	
Shearwall 15 cm	M ²	4,17	297.000,00	1.238.490,00	
Plat lantai pit lift	M ²	2,49	282.000,00	702.180,00	
			Jumlah	7.521.300,00	
LANTAI 1 (SATU)					
Kolom 50/60	M ²	26,47	297.000,00	7.861.590,00	
Kolom 50/50	M ²	52,91	297.000,00	15.714.270,00	
Kolom 25/55	M ²	1,16	297.000,00	344.520,00	
Balok 30/60	M ¹	17,82	284.500,00	5.069.790,00	
Balok 25/50	M ¹	45,82	284.500,00	13.035.790,00	
Balok 20/50	M ¹	5,74	284.500,00	1.633.030,00	
Balok 20/40	M ¹	1,95	284.500,00	551.775,00	
Balok 15/30	M ¹	1,86	284.500,00	529.170,00	
Balok 15/40	M ¹	0,98	284.500,00	278.810,00	
Konsol 25/50 - 30	M ¹	0,78	284.500,00	221.910,00	
Konsol 25/50 - 40	M ¹	0,80	284.500,00	227.600,00	
Konsol 30/60 - 50	M ¹	0,47	284.500,00	133.715,00	

Uraian pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp.	Jumlah harga Rp	Keterangan
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	88,36	284.500,00	25.138.420,00	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	6,48	284.500,00	1.843.560,00	
Anak tangga	M ²	3,03	284.500,00	862.035,00	
			Jumlah	73.448.985,00	
LANTAI 2 (DUA)					
Kolom 50/60	M ²	25,20	297.000,00	7.484.400,00	
Kolom 50/50	M ²	54,54	297.000,00	16.198.380,00	
Kolom 25/55	M ²	1,16	297.000,00	344.520,00	
Balok 30/60	M ²	17,60	284.500,00	5.007.200,00	
Balok 25/50	M ²	37,81	284.500,00	10.756.945,00	
Balok 20/50	M ²	5,95	284.500,00	1.692.775,00	
Balok 20/40	M ²	3,45	284.500,00	981.525,00	
Balok 15/30	M ²	1,69	284.500,00	480.805,00	
Konsol 25/50 - 30	M ²	1,27	284.500,00	361.315,00	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	83,53	284.500,00	23.764.285,00	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	6,41	284.500,00	1.823.645,00	
Anak tangga	M ²	2,04	284.500,00	580.380,00	
Lisplank beton t = 8 cm	M ²	0,81	292.000,00	236.520,00	
			Jumlah	69.712.695,00	
LANTAI 3 (TIGA)					
Kolom 50/60	M ²	22,50	297.000,00	6.682.500,00	
Kolom 50/50	M ²	46,88	297.000,00	13.923.360,00	
Balok 30/60	M ²	15,76	284.500,00	4.483.720,00	
Balok 25/50	M ²	40,08	284.500,00	11.402.760,00	
Balok 20/50	M ²	5,56	284.500,00	1.581.820,00	
Balok 20/40	M ²	3,79	284.500,00	1.078.255,00	
Bulok 15/30	M ²	1,99	284.500,00	566.155,00	
Konsol 25/50 - 30	M ²	1,65	284.500,00	469.425,00	
Konsol 25/50 - 40	M ²	0,76	284.500,00	216.220,00	
Pelat lantai t = 12 cm	M ²	89,17	284.500,00	25.368.865,00	
Tangga dengan plat t = 15 cm	M ²	5,30	284.500,00	1.507.850,00	
Anak tangga	M ²	1,55	284.500,00	440.975,00	
Lisplank beton t = 8 cm	M ²	5,08	292.000,00	1.483.360,00	
			Jumlah	69.205.265,00	
C.4. LANTAI 4 (EMPAT)					
Kolom 50/60	M ²	22,50	297.000,00	6.682.500,00	
Kolom 50/50	M ²	46,78	297.000,00	13.893.660,00	
Balok 30/60	M ²	15,76	284.500,00	4.483.720,00	
Balok 25/50	M ²	39,21	284.500,00	11.155.245,00	
Bulok 20/50	M ²	5,55	284.500,00	1.578.975,00	
Bulok 20/40	M ²	3,80	284.500,00	1.081.100,00	

	Uraian pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
7	Balok 15/30	M ³	2,19	284.500,00	623.055,00	
8	Konsol 25/50 - 30	M ³	1,77	284.500,00	503.565,00	
9	Konsol 25/50 - 40	M ³	0,76	284.500,00	216.220,00	
10	Pelat lantai t = 12 cm	M ³	88,69	284.500,00	25.232.305,00	
11	Tangga dengan plat t = 15 cm	M ³	4,91	284.500,00	1.396.895,00	
12	Anak tangga	M ³	1,37	284.500,00	389.765,00	
13	Lisplank beton t = 8 cm	M ³	4,48	292.000,00	1.308.160,00	
				Jumlah	68.545.165,00	
C.5.	LANTAI 5 (LIMA)					
1	Kolom 50/60	M ³	22,50	297.000,00	6.682.500,00	
2	Kolom 50/50	M ³	42,90	297.000,00	12.741.300,00	
3	Balok 30/60	M ³	15,86	284.500,00	4.512.170,00	
4	Balok 25/50	M ³	39,28	284.500,00	11.175.160,00	
5	Balok 20/50	M ³	5,55	284.500,00	1.578.975,00	
6	Balok 20/40	M ³	3,24	284.500,00	921.780,00	
7	Balok 15/30	M ³	2,19	284.500,00	623.055,00	
8	Konsol 25/50 - 30	M ³	1,75	284.500,00	497.875,00	
9	Pelat lantai t = 12 cm	M ³	87,02	284.500,00	24.757.190,00	
10	Tangga dengan plat t = 15 cm	M ³	4,91	284.500,00	1.396.895,00	
11	Anak tangga	M ³	1,37	284.500,00	389.765,00	
12	Lisplank beton t = 8 cm	M ³	4,48	292.000,00	1.308.160,00	
				Jumlah	66.584.825,00	
C.6.	LANTAI 6 (ENAM)					
1	Kolom 50/60	M ³	23,13	297.000,00	6.869.610,00	
2	Kolom 50/50	M ³	22,73	297.000,00	6.750.810,00	
3	Kolom 30/30	M ³	2,84	297.000,00	843.480,00	
4	Balok 30/60	M ³	15,21	284.500,00	4.327.245,00	
5	Balok 25/50	M ³	36,41	284.500,00	10.358.615,00	
6	Balok 20/50	M ³	5,57	284.500,00	1.581.665,00	
7	Balok 20/40	M ³	3,24	284.500,00	921.780,00	
8	Balok 15/30	M ³	2,63	284.500,00	748.235,00	
9	Konsol 25/50 - 30	M ³	1,84	284.500,00	523.480,00	
10	Pelat lantai t = 12 cm	M ³	79,37	284.500,00	22.580.765,00	
11	Pelat tandon air atas t = 15 cm	M ³	5,69	284.500,00	1.618.805,00	
12	Tangga dengan plat t = 15 cm	M ³	4,91	284.500,00	1.396.895,00	
13	Anak tangga	M ³	1,37	284.500,00	389.765,00	
14	Lisplank beton t = 8 cm	M ³	6,05	292.000,00	1.766.600,00	
				Jumlah	60.680.780,00	
C.7.	LANTAI ATAP & ATAP LIFT					
1	Kolom 50/50	M ³	12,06	297.000,00	3.581.820,00	
2	Kolom 30/30	M ³	0,45	297.000,00	133.650,00	

	Uraian pekerjaan	Sat	Volume	Harga satuan Rp	Jumlah harga Rp	Keterangan
3	Kolom 15/15	M ³	0,05	297.000,00	14.850,00	
4	Balok 25/50	M ³	13,46	284.500,00	3.829.370,00	
5	Balok 20/50	M ³	0,69	284.500,00	196.305,00	
6	Balok 20/40	M ³	19,65	284.500,00	5.590.425,00	
7	Balok 15/30	M ³	4,91	284.500,00	1.396.895,00	
8	Konsol 25/50 - 30	M ³	4,90	284.500,00	1.394.050,00	
9	Konsol 25/50 - 40	M ³	0,27	284.500,00	76.815,00	
10	Konsol 20/40 - 30	M ³	0,69	284.500,00	196.305,00	
11	Pelat lantai t = 12 cm	M ³	52,47	284.500,00	14.927.715,00	
12	Pelat tandon air atas t = 15 cm	M ³	4,59	284.500,00	1.305.855,00	
13	Tangga dengan plat t = 15 cm	M ³	5,62	284.500,00	1.598.890,00	
14	Anak tangga	M ³	1,64	284.500,00	466.580,00	
15	Lisplank beton t = 8 cm	M ³	9,58	292.000,00	2.797.360,00	
				Jumlah	37.506.885,00	
KONSTRUKSI ATAP						
1	WF 250.125.6.9	Kg	3.785,25	5.850,00	22.143.712,50	
2	WF 200.100.5.8	Kg	1.488,87	5.850,00	8.709.889,50	
3	Canal C 150.50.20.3,2	Kg	1.741,56	5.580,00	9.717.904,80	
4	Siku L 60.60.6	Kg	262,87	5.580,00	1.466.814,60	
5	Trekspan D22	Kg	276,54	3.660,00	1.012.136,40	
6	Ikatan angin D19	Kg	200,34	3.660,00	733.244,40	
7	Penggantung gording ⌀ 10	Kg	100,26	3.550,00	355.923,00	
8	Walter moore D22	Bh	8,00	15.000,00	120.000,00	
9	Walter moore D19	Bh	12,00	10.000,00	120.000,00	
10	Baut ⌀ 10 mm	Bh	168,00	3.000,00	504.000,00	
11	Baut ⌀ 16 mm	Bh	86,00	5.000,00	430.000,00	
12	Baut ⌀ 19 mm	Bh	124,00	6.000,00	744.000,00	
13	Baut ⌀ 22 mm	Bh	56,00	7.500,00	420.000,00	
14	Plat 6 mm	Kg	143,46	4.800,00	688.608,00	
15	Plat 10 mm	Kg	359,45	4.800,00	1.725.360,00	
16	Plat 12 mm	Kg	302,38	4.800,00	1.451.424,00	
17	Angker As D22 L = 40 cm	Bh	48,00	35.000,00	1.680.000,00	
18	Baut kait ⌀ 6 mm	Bh	560,00	1.000,00	560.000,00	
				Jumlah	52.583.017,20	

DAFTAR ANALISA PEKERJAAN STRUKTUR
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG LAB. FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SURABAYA
JL. RAYA KALIRUNGKUT SURABAYA

No.	Uraian Pekerjaan Struktur			Harga satuan
1	GALIAN TANAH PER M³			
	0,600 M ³ Tukang gali	x @ Rp.	20.000,00 =	12.000,00
	0,065 M ³ Mandor	x @ Rp.	30.000,00 =	1.950,00
			JUMLAH	13.950,00
2	URUG PASIR BAWAH LANTAI KERJA PER M² t = 10 cm			
	0,120 M ² Pasir urug	x @ Rp.	30.000,00 =	3.600,00
	1,000 M ² Upah kerja	x @ Rp.	3.000,00 =	3.000,00
			JUMLAH	6.600,00
3	SPESI (1PC : 3PS) PER M³			
	7,896 Zak Semen PC 50 Kg	x @ Rp.	25.000,00 =	197.400,00
	1,077 M ³ Pasir pasang	x @ Rp.	49.500,00 =	53.311,50
			JUMLAH	150.720,00
4	SPESI (1PC : 5PS) PER M³			
	5,320 Zak Semen PC 50 Kg	x @ Rp.	25.000,00 =	133.000,00
	1,209 M ³ Pasir pasang	x @ Rp.	49.500,00 =	59.845,50
			JUMLAH	192.850,00
5	LANTAI KERJA TEBAL 5 CM PER M²			
	0,050 M ³ Beton Sitemix (1pc : 3ps : Skr)	x @ Rp.	218.410,00 =	10.920,50
	1,000 M ² Upah + alat kerja	x @ Rp.	3.500,00 =	3.500,00
			JUMLAH	14.430,00
6	BETON COR (1PC : 3PS : SKR) PER M³			
	4,088 Zak Semen PC 50 Kg	x @ Rp.	25.000,00 =	102.200,00
	0,557 M ³ Pasir cor	x @ Rp.	49.500,00 =	27.571,50
	0,929 M ³ Stenslag $\frac{2}{3}$	x @ Rp.	68.500,00 =	63.636,50
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	25.000,00 =	25.000,00
			JUMLAH	218.410,00
7	BETON COR (1PC : 2PS : 3KR) PER M³			
	5,992 Zak Semen PC 50 Kg	x @ Rp.	25.000,00 =	149.800,00
	0,545 M ³ Pasir cor	x @ Rp.	49.500,00 =	26.977,50
	0,817 M ³ Stenslag $\frac{2}{3}$	x @ Rp.	68.500,00 =	55.964,50
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	25.000,00 =	25.000,00
			JUMLAH	257.750,00
8	PEMBESIAN U-24 PER KG			
	1,100 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00 =	3.080,00
	0,020 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	120,00
	1,000 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00 =	350,00
			JUMLAH	3.550,00

No.	Uraian Pekerjaan Struktur			Harga satuan
9	PEMBESIAN U-40 PER KG			
	1,100 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00 =	3.190,00
	0,020 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	120,00
	1,000 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00 =	350,00
			JUMLAH	3.660,00
10	BAJA WF PER KG			
	1,100 Kg Baja WF	x @ Rp.	3.500,00 =	3.850,00
	0,020 M ² Zinchromate	x @ Rp.	25.000,00 =	500,00
	1,000 Kg Upah kerja	x @ Rp.	1.500,00 =	1.500,00
			JUMLAH	5.850,00
11	BAJA CANAL PER KG			
	1,100 Kg Baja Canal	x @ Rp.	3.250,00 =	3.575,00
	0,020 M ² Zinchromate	x @ Rp.	25.000,00 =	500,00
	1,000 Kg Upah kerja	x @ Rp.	1.500,00 =	1.500,00
			JUMLAH	5.580,00
12	PLAT BAJA PER KG			
	1,100 Kg Plat baja	x @ Rp.	3.000,00 =	3.300,00
	1,000 Kg Upah kerja	x @ Rp.	1.500,00 =	1.500,00
			JUMLAH	4.800,00
I. PEKERJAAN BEGESTING				
1	BEGESTING BATACO U/PILE CAP PER M ²			
	13,000 Bj Bataco	x @ Rp.	1.500,00 =	19.500,00
	0,036 M ³ Spesi (1pc : 5ps)	x @ Rp.	192.850,00 =	6.942,60
	1,000 M ² Upah kerja	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
			JUMLAH	30.450,00
2	BEGESTING SHEARWALL PER M ² (1 x pakai)			
	0,336 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	50.400,00
	0,053 M ³ Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	45.050,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	1,000 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	2.000,00
	1,000 M ² Upah kerja	x @ Rp.	10.000,00 =	10.000,00
			JUMLAH	110.450,00
3	BEGESTING LISTPLANK BETON PER M ² (2 x pakai)			
	0,286 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	42.900,00
	0,071 M ³ Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	60.350,00
	0,007 M ³ Kayu 6/12 meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	1,000 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	2.000,00
	1,000 M ² Upah kerja	x @ Rp.	10.000,00 =	10.000,00
			JUMLAH	124.350,00

No.	Uraian Pekerjaan Struktur				Harga satuan
4	BEGESTING KOLOM 50/60 PER M ¹ (2 x pakai)				
	0,369 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00	=	55.350,00
	0,058 M ³ Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00	=	49.300,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00	=	3.000,00
	1,100 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00	=	2.200,00
	1,000 M ¹ Upah kerja	x @ Rp.	11.000,00	=	11.000,00
			JUMLAH		121.000,00
5	BEGESTING KOLOM 50/50 PER M ¹ (2 x pakai)				
	0,336 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00	=	50.400,00
	0,054 M ³ Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00	=	45.900,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00	=	3.000,00
	1,000 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00	=	2.000,00
	1,000 M ¹ Upah kerja	x @ Rp.	10.000,00	=	10.000,00
			JUMLAH		111.450,00
6	BEGESTING KOLOM 25/55 PER M ¹ (2 x pakai)				
	0,269 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00	=	40.350,00
	0,054 M ³ Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00	=	45.900,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00	=	3.000,00
	0,800 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00	=	1.600,00
	1,000 M ¹ Upah kerja	x @ Rp.	8.000,00	=	8.000,00
			JUMLAH		99.000,00
7	BEGESTING KOLOM 30/30 PER M ¹ (2 x pakai)				
	0,202 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00	=	30.300,00
	0,054 M ³ Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00	=	45.900,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00	=	3.000,00
	0,600 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00	=	1.200,00
	1,000 M ¹ Upah kerja	x @ Rp.	6.000,00	=	6.000,00
			JUMLAH		86.550,00
8. A	BEGESTING BALOK & PLAT LT. I				
1	BEGESTING BALOK 30/60 PER M ¹ (2 x pakai)				
	0,212 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00	=	31.800,00
	0,036 M ³ Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00	=	30.600,00
	0,007 M ³ Kayu 6/12 meranti	x @ Rp.	850.000,00	=	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00	=	3.000,00
	0,670 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00	=	1.340,00

No.	Uraian Pekerjaan Struktur			Harga satuan
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	5.025,00 =	5.025,00
			JUMLAH	77.870,00
2	BEGESTING BALOK 25/50 PER M ³ (2 x pakai)			
	0,170 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	25.500,00
	0,032 M ³ Kayu $\frac{5}{7}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	27.200,00
	0,007 M ³ Kayu $\frac{6}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,500 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	1.000,00
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	3.750,00 =	3.750,00
			JUMLAH	66.550,00
3	BEGESTING BALOK 20/50 PER M ³ (2 x pakai)			
	0,161 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	24.150,00
	0,032 M ³ Kayu $\frac{5}{7}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	27.200,00
	0,007 M ³ Kayu $\frac{6}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,480 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	960,00
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	3.600,00 =	3.600,00
			JUMLAH	65.010,00
4	BEGESTING BALOK 20/40 PER M ³ (2 x pakai)			
	0,128 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	19.200,00
	0,029 M ³ Kayu $\frac{5}{7}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	24.650,00
	0,007 M ³ Kayu $\frac{6}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,380 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	760,00
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	2.850,00 =	2.850,00
			JUMLAH	56.560,00
5	BEGESTING BALOK 15/40 PER M ³ (2 x pakai)			
	0,160 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	24.000,00
	0,029 M ³ Kayu $\frac{5}{7}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	24.650,00
	0,007 M ³ Kayu $\frac{6}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,355 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	710,00
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	2.662,50 =	2.662,50
			JUMLAH	61.130,00
6	BEGESTING BALOK 15/30 PER M ³ (2 x pakai)			
	0,116 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	17.400,00
	0,029 M ³ Kayu $\frac{5}{7}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	24.650,00

No.	Uraian Pekerjaan Struktur			Harga satuan
	0,007 M ³ Kayu $\frac{6}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,315 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	630,00
	1,000 M ¹ Upah kerja	x @ Rp.	2.362,50 =	2.362,50
			JUMLAH	54.150,00
7	BEGESTING PELAT & TANOGA BETON PER M ² (2 x pakai)			
	0,168 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	25.200,00
	0,026 M ³ Kayu $\frac{5}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	22.100,00
	0,013 M ³ Kayu $\frac{6}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	11.050,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,500 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	1.000,00
	1,000 M ¹ Upah kerja	x @ Rp.	7.500,00 =	7.500,00
			JUMLAH	70.000,00
8.B	BEGESTING BALOK & PLAT LT. 2 - Atap			
1	BEGESTING BALOK 30/60 PER M ¹ (2 x pakai)			
	0,212 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	31.800,00
	0,030 M ³ Kayu $\frac{5}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	25.500,00
	0,007 M ³ Kayu $\frac{6}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,630 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	1.260,00
	1,000 Bh Main frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	1,000 Bh Leader frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	2,000 Bh Cross brace	x @ Rp.	3.000,00 =	6.000,00
	2,000 Bh Joint pin	x @ Rp.	1.500,00 =	3.000,00
	2,000 Bh U head	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	2,000 Bh Jack base	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	0,500 Bh Pipe support	x @ Rp.	3.000,00 =	1.500,00
	1,000 M ¹ Upah kerja	x @ Rp.	4.725,00 =	4.725,00
			JUMLAH	100.890,00
2	BEGESTING BALOK 25/50 PER M ¹ (2 x pakai)			
	0,170 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	25.500,00
	0,027 M ³ Kayu $\frac{5}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	22.950,00
	0,007 M ³ Kayu $\frac{6}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,500 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	1.000,00
	1,000 Bh Main frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	1,000 Bh Leader frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00

No.	Uraian Pekerjaan Struktur			Harga satuan
	2,000 Bh Cross brace	x @ Rp.	3.000,00 =	6.000,00
	2,000 Bh Joint pin	x @ Rp.	1.500,00 =	3.000,00
	2,000 Bh U head	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	2,000 Bh Jack base	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	0,500 Bh Pipe support	x @ Rp.	3.000,00 =	1.500,00
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	3.750,00 =	3.750,00
			JUMLAH	90.800,00
3	BEGESTING BALOK 20/50 PER M ³ (2 x pakai)			
	0,161 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	24.150,00
	0,032 M ³ Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	27.200,00
	0,007 M ³ Kayu 6/12 meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,980 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	1.960,00
	1,000 Bh Main frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	1,000 Bh Leader frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	2,000 Bh Cross brace	x @ Rp.	3.000,00 =	6.000,00
	2,000 Bh Joint pin	x @ Rp.	1.500,00 =	3.000,00
	2,000 Bh U head	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	2,000 Bh Jack base	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	0,500 Bh Pipe support	x @ Rp.	3.000,00 =	1.500,00
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	7.350,00 =	7.350,00
			JUMLAH	98.260,00
4	BEGESTING BALOK 20/40 PER M ³ (2 x pakai)			
	0,128 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	19.200,00
	0,029 M ³ Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	24.650,00
	0,007 M ³ Kayu 6/12 meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,380 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	760,00
	1,000 Bh Main frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	1,000 Bh Leader frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	2,000 Bh Cross brace	x @ Rp.	3.000,00 =	6.000,00
	2,000 Bh Joint pin	x @ Rp.	1.500,00 =	3.000,00
	2,000 Bh U head	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	2,000 Bh Jack base	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	0,500 Bh Pipe support	x @ Rp.	3.000,00 =	1.500,00
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	2.850,00 =	2.850,00
			JUMLAH	85.060,00
5	BEGESTING BALOK 15/40 PER M ³ (2 x pakai)			
	0,160 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	24.000,00
	0,029 M ³ Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	24.650,00
	0,007 M ³ Kayu 6/12 meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00

No.	Uraian Pekerjaan Struktur			Harga satuan
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,355 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	710,00
	1,000 Bh Main frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	1,000 Bh Leader frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	2,000 Bh Cross brace	x @ Rp.	3.000,00 =	6.000,00
	2,000 Bh Joint pin	x @ Rp.	1.500,00 =	3.000,00
	2,000 Bh U head	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	2,000 Bh Jack base	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	0,500 Bh Pipe support	x @ Rp.	3.000,00 =	1.500,00
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	2.662,50 =	2.662,50
			JUMLAH	89.630,00
6	BEGESTING BALOK 15/30 PER M ³ (2 x pakai)			
	0,116 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	17.400,00
	0,029 M ³ Kayu $\frac{5}{7}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	24.650,00
	0,007 M ³ Kayu $\frac{6}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	5.950,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,315 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	630,00
	1,000 Bh Main frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	1,000 Bh Leader frame	x @ Rp.	4.000,00 =	4.000,00
	2,000 Bh Cross brace	x @ Rp.	3.000,00 =	6.000,00
	2,000 Bh Joint pin	x @ Rp.	1.500,00 =	3.000,00
	2,000 Bh U head	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	2,000 Bh Jack base	x @ Rp.	2.500,00 =	5.000,00
	0,500 Bh Pipe support	x @ Rp.	3.000,00 =	1.500,00
	1,000 M ³ Upah kerja	x @ Rp.	2.362,50 =	2.362,50
			JUMLAH	82.650,00
7	BEGESTING PELAT & TANGGA BETON PER M ² (2 x pakai)			
	0,168 Lbr Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00 =	25.200,00
	0,026 M ³ Kayu $\frac{5}{7}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	22.100,00
	0,013 M ³ Kayu $\frac{6}{12}$ meranti	x @ Rp.	850.000,00 =	11.050,00
	0,025 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00 =	150,00
	0,500 Kg Paku	x @ Rp.	6.000,00 =	3.000,00
	0,500 M ² Oil solar	x @ Rp.	2.000,00 =	1.000,00
	0,500 Bh Main frame	x @ Rp.	4.000,00 =	2.000,00
	0,500 Bh Leader frame	x @ Rp.	4.000,00 =	2.000,00
	0,500 Bh Cross brace	x @ Rp.	3.000,00 =	1.500,00
	0,500 Bh Joint pin	x @ Rp.	1.500,00 =	750,00
	0,500 Bh U head	x @ Rp.	2.500,00 =	1.250,00
	0,500 Bh Jack base	x @ Rp.	2.500,00 =	1.250,00
	1,000 M ² Upah kerja	x @ Rp.	7.500,00 =	7.500,00
			JUMLAH	78.750,00

No.	Uraian Pekerjaan Struktur			Harga satuan
II. PEKERJAAN PEMBESIAN				
1. PEMBESIAN TANGGA BETON PER M ²				
33,960 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	95.088,00
0,679 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	4.074,00
33,960 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	11.886,00
		JUMLAH		111.050,00
2. PEMBESIAN SHEARWALL PER M ²				
63,350 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	177.380,00
1,267 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	7.602,00
63,350 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	22.172,50
		JUMLAH		207.160,00
3. PEMBESIAN LISTPLANK BETON PER M ²				
18,658 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	52.242,40
0,373 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	2.238,00
18,658 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	6.530,30
		JUMLAH		61.020,00
4. PEMBESIAN PELAT LANTAI BETON PER M ²				
19,250 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	53.900,00
0,385 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	2.310,00
19,250 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	6.737,50
		JUMLAH		62.950,00
5. PEMBESIAN BALOK 30/60 PER M ¹				
26,328 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00	=	76.351,20
10,390 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	29.092,00
0,734 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	4.404,00
36,718 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	12.851,30
		JUMLAH		122.700,00
6. PEMBESIAN BALOK 25/50 PER M ¹				
20,965 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00	=	60.798,50
7,905 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	22.134,00
0,577 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	3.462,00
28,870 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	10.104,50
		JUMLAH		96.500,00
7. PEMBESIAN BALOK 20/50 PER M ¹				
15,720 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00	=	45.588,00
7,190 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	20.132,00
0,458 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	2.748,00
22,910 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	8.018,50
		JUMLAH		76.490,00
8. PEMBESIAN BALOK 20/40 PER M ¹				
15,580 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00	=	45.182,00
6,427 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	17.995,60
0,440 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	2.640,00

No.	Uraian Pekerjaan Struktur				Harga satuan
	22,007 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	7.702,45
			JUMLAH		73.530,00
9	PEMBESIAN BALOK 15/40 PER M ³				
	10,790 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00	=	31.291,00
	3,800 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	10.640,00
	0,292 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	1.752,00
	14,590 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	5.106,50
			JUMLAH		48.790,00
10	PEMBESIAN BALOK 15/30 PER M ³				
	11,390 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00	=	33.031,00
	3,330 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	9.324,00
	0,294 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	1.764,00
	14,720 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	5.152,00
			JUMLAH		49.280,00
11	PEMBESIAN KOLOM 50/60 PERSEGI PER M ³				
	38,860 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00	=	112.694,00
	8,430 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	23.604,00
	0,946 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	5.676,00
	47,290 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	16.551,50
			JUMLAH		158.530,00
12	PEMBESIAN KOLOM 50/50 PERSEGI PER M ³				
	38,860 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00	=	112.694,00
	7,600 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	21.280,00
	0,929 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	5.574,00
	46,460 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	16.261,00
			JUMLAH		155.810,00
13	PEMBESIAN KOLOM 25/55 PERSEGI PER M ³				
	13,092 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00	=	37.966,80
	6,034 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	16.895,20
	0,383 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	2.298,00
	19,126 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	6.694,10
			JUMLAH		63.860,00
14	PEMBESIAN KOLOM 30/30 PERSEGI PER M ³				
	13,092 Kg Besi U-40	x @ Rp.	2.900,00	=	37.966,80
	4,381 Kg Besi U-24	x @ Rp.	2.800,00	=	12.266,80
	0,349 Kg Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	=	2.094,00
	17,473 Kg Upah kerja	x @ Rp.	350,00	=	6.115,55
			JUMLAH		58.450,00

No.	Uraian Pekerjaan Struktur			Harga satuan			
III. PEKERJAAN BETON							
1 PLAT PONDASI, POER, SLOOF STRUKTUR PER M²							
1,050 M ²	Beton Readymix fc - 25 MPa	x @ Rp.	240.000,00	= 252.000,00			
1,000 M ³	Sewa Concrete Pump	x @ Rp.	25.000,00	= 25.000,00			
1,000 M ³	Upah + alat kerja	x @ Rp.	5.000,00	= 5.000,00			
			JUMLAH	282.000,00			
2 TANGGA BETON PER M³							
1,050 M ³	Beton Readymix fc - 25 MPa	x @ Rp.	240.000,00	= 252.000,00			
1,000 M ³	Sewa Concrete Pump	x @ Rp.	25.000,00	= 25.000,00			
1,000 M ³	Upah + alat kerja	x @ Rp.	7.500,00	= 7.500,00			
			JUMLAH	284.500,00			
3 LISTPLANK BETON PER M³							
1,050 M ³	Beton Readymix fc - 25 MPa	x @ Rp.	240.000,00	= 252.000,00			
1,000 M ³	Sewa Concrete Pump	x @ Rp.	25.000,00	= 25.000,00			
1,000 M ³	Upah + alat kerja	x @ Rp.	15.000,00	= 15.000,00			
			JUMLAH	282.000,00			
4 BALOK LANTAI, BALOK ATAP & KONSOL PER M³							
1,050 M ³	Beton Readymix fc - 25 MPa	x @ Rp.	240.000,00	= 252.000,00			
1,000 M ³	Sewa Concrete Pump	x @ Rp.	25.000,00	= 25.000,00			
1,000 M ³	Upah + alat kerja	x @ Rp.	7.500,00	= 7.500,00			
			JUMLAH	284.500,00			
5 KOLOM / SHEARWALL STRUKTUR PER M³							
1,050 M ³	Beton Readymix fc - 25 MPa	x @ Rp.	240.000,00	= 252.000,00			
1,000 M ³	Sewa Concrete Pump	x @ Rp.	25.000,00	= 25.000,00			
1,000 M ³	Upah + alat kerja	x @ Rp.	20.000,00	= 20.000,00			
			JUMLAH	297.000,00			
6 PLAT LANTAI, PLAT ATAP, LEIFEL PER M³							
1,050 M ³	Beton Readymix fc - 25 MPa	x @ Rp.	240.000,00	= 252.000,00			
1,000 M ³	Sewa Concrete Pump	x @ Rp.	25.000,00	= 25.000,00			
1,000 M ³	Upah + alat kerja	x @ Rp.	7.500,00	= 7.500,00			
			JUMLAH	284.500,00			
TAMBAHAN ANALISA							
1 BEGESTING ANAK TANGGA M² (2 x pakai)							
0,170 Lbr	Multipleks 12 mm	x @ Rp.	150.000,00	= 25.500,00			
0,023 M ²	Kayu 5/7 meranti	x @ Rp.	850.000,00	= 19.550,00			
0,030 Kg	Bendrat	x @ Rp.	6.000,00	= 180,00			
0,500 Kg	Paku	x @ Rp.	6.000,00	= 3.000,00			
0,500 M ²	Oil solar	x @ Rp.	2.000,00	= 1.000,00			
1,000 M ³	Upah kerja	x @ Rp.	7.500,00	= 7.500,00			
			JUMLAH	56.730,00			

No.	Urutan Pekerjaan Struktur	Harga satuan
2	PEMBESIAN ANAK TANGGA M ²	
	6,000 Kg Besi U-24 x @ Rp. 2.800,00 =	16.800,00
	0,120 Kg Bendrat x @ Rp. 6.000,00 =	720,00
	6,000 Kg Upah kerja x @ Rp. 350,00 =	2.100,00
		JUMLAH
		19.620,00
3	ANAK TANGGA BETON PER M ³	
	1,050 M ³ Beton Readymix fc + 25 MPa x @ Rp. 240.000,00 =	252.000,00
	1,000 M ³ Sewa Concrete Pump x @ Rp. 25.000,00 =	25.000,00
	1,000 M ³ Upah + alat kerja x @ Rp. 7.500,00 =	7.500,00
		JUMLAH
		284.500,00

DAFTAR UPAH SATUAN

PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SURABAYA
JL. RAYA TENGGILIS SURABAYA

No	Uraian pekerjaan	Sat	Upah Satuan Rp.	Keterangan
L	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Pembersihan lokasi	M ²	2.000,00	
2	Pembuatan direksi keet	M ²	10.000,00	
3	Uitset + pasang bouwplank	M ¹	3.000,00	
II.	PEKERJAAN TANAH			
1	Urugan pasir	M ³	3.000,00	
2	Urugan tanah kembali	M ³	3.000,00	
3	Buang tanah keluar site	M ³	6.000,00	
III.	PEKERJAAN PONDASI			
1	Aanstamping	M ³	5.000,00	
2	Beraben	M ²	2.000,00	
3	Pondasi batu kali	M ³	7.500,00	
4	Kepras kepala tiang pancang	Ttk	20.000,00	
IV.	PEKERJAAN BETON			
1	Besi beton	Kg	350,00	
2	Baja WF / Canal / Plat	Kg	1.500,00	
3	Pasang / bongkar bekesting sloof	M ²	5.000,00	
4	Pasang / bongkar bekesting kolom/dinding beton	M ²	10.000,00	
5	Pasang / bongkar bekesting pelat / tangga	M ²	7.500,00	
6	Pasang / bongkar bekesting balok	M ²	7.500,00	
7	Pasang / bongkar bekesting listplank	M ²	10.000,00	
8	Cor pile cap & sloof	M ³	5.000,00	
9	Cor kolom beton & dinding beton (shearwall)	M ³	20.000,00	
10	Cor plat, tangga dan balok beton	M ³	7.500,00	
11	Cor listplank beton	M ³	15.000,00	
12	Cor lantai kerja t = 5 cm	M ²	3.500,00	
13	Kolom, ringbalk, sloof praktis lengkap	M ³	3.500,00	
14	Cor manual	M ³	25.000,00	
V.	PEKERJAAN DINDING			
1	Pasang bataco	M ²	4.000,00	
2	Pasang batu merah	M ²	5.000,00	

DAFTAR HARGA SATUAN BAHAN / MATERIAL
EMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SURABAYA
JL. RAYA TENGGILIS SURABAYA

No	Bahan / Material	Sat	Harga satuan (Rp.)	Keterangan
I	BAHAN DASAR			
1	Batako	bh	1.500,00	
2	Pasir cor	m ³	49.500,00	
3	Pasir pasang	m ³	49.500,00	
4	Pasir urug	m ³	30.000,00	
5	Semen Gresik @ 50 kg	zak	25.000,00	
6	Stenslag $\frac{1}{2}$	m ³	70.000,00	
7	Stenslag $\frac{2}{3}$	m ³	68.500,00	
8	Readymix fc 25 Mpa	m ³	240.000,00	Adhimix / Jaya / Jatim
9	Sewa Concrete Pump	m ³	25.000,00	Adhimix / Jaya / Jatim
10	Oil solar	m ³	2.000,00	
II	BESI			
1	Bendrat	kg	6.000,00	Hanil Jaya / Ispat Indo
2	Besi U - 24	kg	2.800,00	Hanil Jaya / Ispat Indo
3	Besi U - 40	kg	2.900,00	Hanil Jaya / Ispat Indo
4	Baja WF	kg	3.500,00	Hanil Jaya / Ispat Indo
5	Baja Channals	kg	3.250,00	Hanil Jaya / Ispat Indo
6	Plat baja	kg	3.000,00	Hanil Jaya / Ispat Indo
7	Paku	kg	6.000,00	
8	Zinchromate	m ²	25.000,00	
III	BEGESTING			
1	Multiplex 12 mm	Lbr	150.000,00	
2	Kayu 5/7 Meranti	m ³	850.000,00	
3	Papan Meranti	m ³	850.000,00	
4	Kayu 6/12 Meranti	m ³	850.000,00	
IV	SCAFOLDING			
1	Main frame	Bh	4.000,00	
2	Leader frame	Bh	4.000,00	
3	Cross brace	Bh	3.000,00	
4	Joint pin	Bh	1.500,00	

No	Bahan / Material	Sat	Harga satuan (Rp.)	Keterangan
5	U head	Bh	2.500,00	
6	Jack base	Bh	2.500,00	
7	Pipe support	Bh	3.000,00	
V TENAGA KERJA				
1	Mandor	Hr	30.000,00	
2	Tukang gali	Hr	20.000,00	

LAMPIRAN 4

COST SLOPE

LAMPIRAN 5

INPUT DAN OUTPUT SOFTWARE

QSB +

Summarized Results for NYOBA				Page : 1	
Variables No. Names	Solution	Opportunity Cost	Variables No. Names	Solution	Opportunity Cost
1 SA	0	+250.00000	16 CE	+3500.00000	0
2 SB	0	+600.00000	17 S1	0	+250.00000
3 SC	+8.0000000	0	18 S2	0	+600.00000
4 SD	+7.0000000	0	19 S3	0	+250.00000
5 SE	+13.000000	0	20 S4	0	+550.00000
6 ST	+15.000000	0	21 S5	0	+800.00000
7 DA	+8.0000000	0	22 S6	+2.0000000	0
8 DB	+7.0000000	0	23 A6	0	0
9 DC	+5.0000000	0	24 S7	+3.0000000	0
10 DD	+6.0000000	0	25 A7	0	0
11 DE	+2.0000000	0	26 S8	+3.0000000	0
12 CA	+4000.0000	0	27 A8	0	0
13 CB	+3000.0000	0	28 S9	+3.0000000	0
14 CC	+2750.0000	0	29 A9	0	0
15 CD	+6500.0000	0	30 S10	+8.0000000	0

Minimum value of the OBJ = 31750 Iters. = 30

CPM Analysis for EXAMPLE Page 1						
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
1	A	0	0	8.0000	8.0000	Critical
2	C	8.0000	8.0000	13.000	13.000	Critical
3	B	0	0	7.0000	7.0000	Critical
4	D	7.0000	7.0000	13.000	13.000	Critical
5	E	13.000	13.000	15.000	15.000	Critical

Completion time = 15 Total cost = 19750

s crash: To reduce 5 time unit(s).

tion time without crashing for EXAMPLE is 20

n activity C 1 time unit(s) New duration = 5 Incremental cost = 250

n activity D 3 time unit(s) New duration = 6 Incremental cost = 1500

n activity E 2 time unit(s) New duration = 2 Incremental cost = 1500

al paths for EXAMPLE with completion time = 15 Total cost = 19750

:

C E
=====> 2 =====> 4 =====> 5

:

D E
=====> 3 =====> 4 =====> 5

Activity name	Start node	End node	Normal duration	Crash duration	Normal cost	Crash cost
<B1 >	<1 >	<2 >	<14.000>	<9.0000>	< 37377	< 39356 >
<D >	<1 >	<3 >	<8.0000>	<5.0000>	<252.73	<335.66 >
<C >	<1 >	<4 >	<2.0000>	<2.0000>	<73.656	<73.656 >
<A >	<1 >	<5 >	<8.0000>	<5.0000>	<4990.0	<6626.8 >
<I1 >	<2 >	<5 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<B2 >	<2 >	<7 >	<6.0000>	<4.0000>	< 40492	< 42932 >
<I2 >	<3 >	<5 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<I3 >	<4 >	<5 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<F1 >	<4 >	<6 >	<30.0000>	<19.0000>	<149607	<154005 >
<E1 >	<5 >	<7 >	<18.0000>	<12.0000>	< 72482	< 75125 >
<I4 >	<6 >	<7 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<F2 >	<6 >	<8 >	<6.00000>	<4.00000>	< 19197	< 19877 >
<G2 >	<7 >	<8 >	<6.00000>	<4.00000>	< 24238	< 25177 >
<G1 >	<7 >	<9 >	<6.00000>	<4.00000>	<4964.1	<5156.4 >
<G3 >	<8 >	<10 >	<6.00000>	<4.00000>	< 24238	< 25177 >
<E2 >	<9 >	<11 >	<18.0000>	<12.0000>	< 98055	<101630 >
<I5 >	<10 >	<11 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<F3 >	<10 >	<12 >	<12.0000>	<8.00000>	< 63444	< 65691 >
<I6 >	<11 >	<13 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<E3 >	<11 >	<16 >	<24.0000>	<15.0000>	<101347	<104256 >
<I7 >	<12 >	<13 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<F4 >	<12 >	<14 >	<6.00000>	<4.00000>	< 16327	< 16905 >
<G4 >	<13 >	<14 >	<6.00000>	<4.00000>	< 23005	< 23897 >
<G5 >	<14 >	<15 >	<6.00000>	<4.00000>	< 23005	< 23897 >
<I8 >	<15 >	<16 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<F5 >	<15 >	<17 >	<12.0000>	<8.00000>	< 66612	< 68971 >
<I9 >	<16 >	<18 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<E4 >	<16 >	<20 >	<24.0000>	<15.0000>	<100652	<103542 >
<I10 >	<17 >	<18 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<F6 >	<17 >	<21 >	<24.0000>	<15.0000>	<138965	<142841 >
<G6 >	<18 >	<19 >	<12.0000>	<8.00000>	< 45675	< 47445 >
<I11 >	<19 >	<20 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<I12 >	<19 >	<21 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<I13 >	<20 >	<22 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<E5 >	<20 >	<25 >	<24.0000>	<15.0000>	< 98650	<101483 >
<I14 >	<21 >	<22 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >
<F7 >	<21 >	<23 >	<6.00000>	<4.00000>	< 18208	< 18853 >
<G7 >	<22 >	<23 >	<6.00000>	<4.00000>	< 22620	< 23496 >
<G8 >	<23 >	<24 >	<6.00000>	<4.00000>	< 22620	< 23496 >
<I15 >	<24 >	<25 >	<0 >	<0 >	<0	<0 >

Activity name	Start node	End node	Normal duration	Crash duration	Normal cost	Crash cost
<F8 >	<24 >	<26 >	<12.000>	<8.0000>	< 64947 >	< 67247 >
<I16 >	<25 >	<27 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >
<E6 >	<25 >	<29 >	<24.000>	<15.000>	< 95362 >	< 98100 >
<I17 >	<26 >	<27 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >
<F9 >	<26 >	<30 >	<24.000>	<15.000>	<124514 >	<127987 >
<G9 >	<27 >	<28 >	<12.000>	<8.0000>	< 43946 >	< 45649 >
<I18 >	<28 >	<29 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >
<I19 >	<28 >	<30 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >
<I20 >	<29 >	<31 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >
<E7 >	<29 >	<33 >	<18.000>	<12.000>	< 66070 >	< 68479 >
<I21 >	<30 >	<31 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >
<F10 >	<30 >	<34 >	<18.000>	<12.000>	< 67605 >	< 69999 >
<G10 >	<31 >	<32 >	<12.000>	<8.0000>	< 40049 >	< 41601 >
<I22 >	<32 >	<33 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >
<I23 >	<32 >	<34 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >
<I24 >	<33 >	<35 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >
<E8 >	<33 >	<37 >	<12.000>	<8.0000>	< 23364 >	< 24215 >
<I25 >	<34 >	<35 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >
<F11 >	<34 >	<37 >	<12.000>	<8.0000>	< 21366 >	< 22123 >
<H >	<35 >	<36 >	<12.000>	<8.0000>	< 34705 >	< 37380 >
<G11 >	<35 >	<37 >	<6.0000>	<4.0000>	< 24755 >	< 25714 >
<I26 >	<36 >	<37 >	<0 >	<0 >	<0 >	<0 >

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
0	B1	0	0	14.000	14.000	Critical
	D	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
	A	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
	I1	14.000	14.000	14.000	14.000	Critical
	B2	14.000	26.000	20.000	32.000	12.000
	I2	8.0000	14.000	8.0000	14.000	6.0000
	I3	2.0000	14.000	2.0000	14.000	12.000
	F1	2.0000	2.0000	32.000	32.000	Critical
	E1	14.000	14.000	32.000	32.000	Critical
	I4	32.000	32.000	32.000	32.000	Critical
	F2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
	G2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
	G1	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical

Completion time = 182 Total cost = 1823779

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	38.000	38.000	44.000	44.000	Critical
16	E2	38.000	38.000	56.000	56.000	Critical
17	I5	44.000	56.000	44.000	56.000	12.000
18	F3	44.000	44.000	56.000	56.000	Critical
19	I6	56.000	56.000	56.000	56.000	Critical
20	E3	56.000	56.000	80.000	80.000	Critical
21	I7	56.000	56.000	56.000	56.000	Critical
22	F4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
23	G4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
24	G5	62.000	62.000	68.000	68.000	Critical
25	I8	68.000	80.000	68.000	80.000	12.000
26	F5	68.000	68.000	80.000	80.000	Critical
27	I9	80.000	92.000	80.000	92.000	12.000
28	E4	80.000	80.000	104.00	104.00	Critical

Completion time = 182 Total cost = 1823779

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
29	I10	80.000	92.000	80.000	92.000	12.000
30	F6	80.000	80.000	104.00	104.00	Critical
31	G6	80.000	92.000	92.000	104.00	12.000
32	I11	92.000	104.00	92.000	104.00	12.000
33	I12	92.000	104.00	92.000	104.00	12.000
34	I13	104.00	104.00	104.00	104.00	Critical
35	E5	104.00	104.00	128.00	128.00	Critical
36	I14	104.00	104.00	104.00	104.00	Critical
37	F7	104.00	104.00	110.00	110.00	Critical
38	G7	104.00	104.00	110.00	110.00	Critical
39	G8	110.00	110.00	116.00	116.00	Critical
40	I15	116.00	128.00	116.00	128.00	12.000
41	F8	116.00	116.00	128.00	128.00	Critical
42	I16	128.00	140.00	128.00	140.00	12.000

Completion time = 182 Total cost = 1823779

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
43	E6	128.00	128.00	152.00	152.00	Critical
44	I17	128.00	140.00	128.00	140.00	12.000
45	F9	128.00	128.00	152.00	152.00	Critical
46	G9	128.00	140.00	140.00	152.00	12.000
47	I18	140.00	152.00	140.00	152.00	12.000
48	I19	140.00	152.00	140.00	152.00	12.000
49	I20	152.00	158.00	152.00	158.00	6.0000
50	E7	152.00	152.00	170.00	170.00	Critical
51	I21	152.00	158.00	152.00	158.00	6.0000
52	F10	152.00	152.00	170.00	170.00	Critical
53	G10	152.00	158.00	164.00	170.00	6.0000
54	I22	164.00	170.00	164.00	170.00	6.0000
55	I23	164.00	170.00	164.00	170.00	6.0000
56	I24	170.00	170.00	170.00	170.00	Critical

Completion time = 182 Total cost = 1823779

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	170.00	170.00	182.00	182.00	Critical
58	I25	170.00	170.00	170.00	170.00	Critical
59	F11	170.00	170.00	182.00	182.00	Critical
60	H	170.00	170.00	182.00	182.00	Critical
61	G11	170.00	176.00	176.00	182.00	6.0000
62	I26	182.00	182.00	182.00	182.00	Critical

Completion time = 182 Total cost = 1823779

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
1	B1	0	0	14.000	14.000	Critical
2	D	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
3	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
4	A	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
5	I1	14.000	14.000	14.000	14.000	Critical
6	B2	14.000	26.000	20.000	32.000	12.000
7	I2	8.0000	14.000	8.0000	14.000	6.0000
8	I3	2.0000	14.000	2.0000	14.000	12.000
9	F1	2.0000	2.0000	32.000	32.000	Critical
10	E1	14.000	14.000	32.000	32.000	Critical
11	I4	32.000	32.000	32.000	32.000	Critical
12	F2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
13	G2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
14	G1	32.000	32.000	36.000	36.000	Critical

Completion time = 177 Total cost = 1826813

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	38.000	38.000	44.000	44.000	Critical
16	E2	36.000	36.000	54.000	54.000	Critical
17	I5	44.000	54.000	44.000	54.000	10.000
18	F3	44.000	44.000	56.000	56.000	Critical
19	I6	54.000	56.000	54.000	56.000	2.0000
20	E3	54.000	54.000	78.000	78.000	Critical
21	I7	56.000	56.000	56.000	56.000	Critical
22	F4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
23	G4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
24	G5	62.000	62.000	68.000	68.000	Critical
25	I8	68.000	78.000	68.000	78.000	10.000
26	F5	68.000	68.000	80.000	80.000	Critical
27	I9	78.000	90.000	78.000	90.000	12.000
28	E4	78.000	78.000	102.00	102.00	Critical

Completion time = 177 Total cost = 1826813

CPM Analysis for TUGAS AKHIR						Page 3
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
9	I10	80.000	90.000	80.000	90.000	10.000
0	F6	80.000	80.000	104.00	104.00	Critical
1	G6	80.000	90.000	92.000	102.00	10.000
2	I11	92.000	102.00	92.000	102.00	10.000
3	I12	92.000	104.00	92.000	104.00	12.000
4	I13	102.00	104.00	102.00	104.00	2.0000
5	E5	102.00	102.00	126.00	126.00	Critical
6	I14	104.00	104.00	104.00	104.00	Critical
7	F7	104.00	104.00	110.00	110.00	Critical
8	G7	104.00	104.00	110.00	110.00	Critical
9	G8	110.00	110.00	116.00	116.00	Critical
0	I15	116.00	126.00	116.00	126.00	10.000
1	F8	116.00	116.00	128.00	128.00	Critical
2	I16	126.00	135.00	126.00	135.00	9.0000

Completion time = 177 Total cost = 1826813

CPM Analysis for TUGAS AKHIR						Page 4
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
13	E6	126.00	126.00	147.00	147.00	Critical
14	I17	128.00	135.00	128.00	135.00	7.0000
15	F9	128.00	128.00	147.00	147.00	Critical
16	G9	128.00	135.00	140.00	147.00	7.0000
17	I18	140.00	147.00	140.00	147.00	7.0000
18	I19	140.00	147.00	140.00	147.00	7.0000
19	I20	147.00	153.00	147.00	153.00	6.0000
20	E7	147.00	147.00	165.00	165.00	Critical
21	I21	147.00	153.00	147.00	153.00	6.0000
22	F10	147.00	147.00	165.00	165.00	Critical
23	G10	147.00	153.00	159.00	165.00	6.0000
24	I22	159.00	165.00	159.00	165.00	6.0000
25	I23	159.00	165.00	159.00	165.00	6.0000
26	I24	165.00	165.00	165.00	165.00	Critical

Completion time = 177 Total cost = 1826813

CPM Analysis for TUGAS AKHIR						Page 5
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	165.00	165.00	177.00	177.00	Critical
58	I25	165.00	165.00	165.00	165.00	Critical
59	F11	165.00	165.00	177.00	177.00	Critical
60	H	165.00	165.00	177.00	177.00	Critical
61	G11	165.00	171.00	171.00	177.00	6.0000
62	I26	177.00	177.00	177.00	177.00	Critical

Completion time = 177 Total cost = 1826813

CPM Analysis for TUGAS AKHIR						Page 1
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
	B1	0	0	14.000	14.000	Critical
	D	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
	A	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
	I1	14.000	14.000	14.000	14.000	Critical
	B2	14.000	26.000	20.000	32.000	12.000
	I2	8.0000	14.000	8.0000	14.000	6.0000
	I3	2.0000	14.000	2.0000	14.000	12.000
	F1	2.0000	2.0000	32.000	32.000	Critical
	E1	14.000	14.000	32.000	32.000	Critical
	I4	32.000	32.000	32.000	32.000	Critical
	F2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
	G2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
	G1	32.000	32.000	36.000	36.000	Critical

Completion time = 172 Total cost = 1830277

CPM Analysis for TUGAS AKHIR						Page 2
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	38.000	38.000	44.000	44.000	Critical
16	E2	36.000	36.000	54.000	54.000	Critical
17	I5	44.000	54.000	44.000	54.000	10.000
18	F3	44.000	44.000	56.000	56.000	Critical
19	I6	54.000	56.000	54.000	56.000	2.0000
20	E3	54.000	54.000	78.000	78.000	Critical
21	I7	56.000	56.000	56.000	56.000	Critical
22	F4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
23	G4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
24	G5	62.000	62.000	68.000	68.000	Critical
25	I8	68.000	78.000	68.000	78.000	10.000
26	F5	68.000	68.000	80.000	80.000	Critical
27	I9	78.000	90.000	78.000	90.000	12.000
28	E4	78.000	78.000	102.00	102.00	Critical

Completion time = 172 Total cost = 1830277

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
29	I10	80.000	90.000	80.000	90.000	10.000
30	F6	80.000	80.000	104.00	104.00	Critical
31	G6	80.000	90.000	92.000	102.00	10.000
32	I11	92.000	102.00	92.000	102.00	10.000
33	I12	92.000	104.00	92.000	104.00	12.000
34	I13	102.00	104.00	102.00	104.00	2.0000
35	E5	102.00	102.00	126.00	126.00	Critical
36	I14	104.00	104.00	104.00	104.00	Critical
37	F7	104.00	104.00	110.00	110.00	Critical
38	G7	104.00	104.00	110.00	110.00	Critical
39	G8	110.00	110.00	116.00	116.00	Critical
40	I15	116.00	126.00	116.00	126.00	10.000
41	F8	116.00	116.00	128.00	128.00	Critical
42	I16	126.00	130.00	126.00	130.00	4.0000

Completion time = 172 Total cost = 1830277

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
43	E6	126.00	126.00	142.00	142.00	Critical
44	I17	128.00	130.00	128.00	130.00	2.0000
45	F9	128.00	128.00	143.00	143.00	Critical
46	G9	128.00	130.00	140.00	142.00	2.0000
47	I18	140.00	142.00	140.00	142.00	2.0000
48	I19	140.00	143.00	140.00	143.00	3.0000
49	I20	142.00	148.00	142.00	148.00	6.0000
50	E7	142.00	142.00	160.00	160.00	Critical
51	I21	143.00	148.00	143.00	148.00	5.0000
52	F10	143.00	143.00	160.00	160.00	Critical
53	G10	143.00	148.00	155.00	160.00	5.0000
54	I22	155.00	160.00	155.00	160.00	5.0000
55	I23	155.00	160.00	155.00	160.00	5.0000
56	I24	160.00	160.00	160.00	160.00	Critical

Completion time = 172 Total cost = 1830277

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	160.00	160.00	172.00	172.00	Critical
58	I25	160.00	160.00	160.00	160.00	Critical
59	F11	160.00	160.00	172.00	172.00	Critical
60	H	160.00	160.00	172.00	172.00	Critical
61	G11	160.00	166.00	166.00	172.00	6.0000
62	I26	172.00	172.00	172.00	172.00	Critical

Completion time = 172 Total cost = 1830277

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
1	B1	0	0	14.000	14.000	Critical
2	D	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
3	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
4	A	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
5	I1	14.000	14.000	14.000	14.000	Critical
6	B2	14.000	26.000	20.000	32.000	12.000
7	I2	8.0000	14.000	8.0000	14.000	6.0000
8	I3	2.0000	14.000	2.0000	14.000	12.000
9	F1	2.0000	2.0000	32.000	32.000	Critical
10	E1	14.000	14.000	32.000	32.000	Critical
11	I4	32.000	32.000	32.000	32.000	Critical
12	F2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
13	G2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
14	G1	32.000	32.000	36.000	36.000	Critical

Completion time = 167 Total cost = 1833937

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	38.000	38.000	44.000	44.000	Critical
16	E2	36.000	36.000	54.000	54.000	Critical
17	I5	44.000	54.000	44.000	54.000	10.000
18	F3	44.000	44.000	56.000	56.000	Critical
19	I6	54.000	56.000	54.000	56.000	2.0000
20	E3	54.000	54.000	78.000	78.000	Critical
21	I7	56.000	56.000	56.000	56.000	Critical
22	F4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
23	G4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
24	G5	62.000	62.000	68.000	68.000	Critical
25	I8	68.000	78.000	68.000	78.000	10.000
26	F5	68.000	68.000	80.000	80.000	Critical
27	I9	78.000	89.000	78.000	89.000	11.000
28	E4	78.000	78.000	101.00	101.00	Critical

Completion time = 167 Total cost = 1833937

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
29	I10	80.000	89.000	80.000	89.000	9.0000
30	F6	80.000	80.000	101.00	101.00	Critical
31	G6	80.000	89.000	92.000	101.00	9.0000
32	I11	92.000	101.00	92.000	101.00	9.0000
33	I12	92.000	101.00	92.000	101.00	9.0000
34	I13	101.00	101.00	101.00	101.00	Critical
35	E5	101.00	101.00	122.00	122.00	Critical
36	I14	101.00	101.00	101.00	101.00	Critical
37	F7	101.00	101.00	107.00	107.00	Critical
38	G7	101.00	101.00	107.00	107.00	Critical
39	G8	107.00	107.00	113.00	113.00	Critical
40	I15	113.00	122.00	113.00	122.00	9.0000
41	F8	113.00	113.00	125.00	125.00	Critical
42	I16	122.00	125.00	122.00	125.00	3.0000

Completion time = 167 Total cost = 1833937

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
43	E6	122.00	122.00	137.00	137.00	Critical
44	I17	125.00	125.00	125.00	125.00	Critical
45	F9	125.00	125.00	140.00	140.00	Critical
46	G9	125.00	125.00	137.00	137.00	Critical
47	I18	137.00	137.00	137.00	137.00	Critical
48	I19	137.00	140.00	137.00	140.00	3.0000
49	I20	137.00	143.00	137.00	143.00	6.0000
50	E7	137.00	137.00	155.00	155.00	Critical
51	I21	140.00	143.00	140.00	143.00	3.0000
52	F10	140.00	140.00	155.00	155.00	Critical
53	G10	140.00	143.00	152.00	155.00	3.0000
54	I22	152.00	155.00	152.00	155.00	3.0000
55	I23	152.00	155.00	152.00	155.00	3.0000
56	I24	155.00	155.00	155.00	155.00	Critical

Completion time = 167 Total cost = 1833937

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	155.00	155.00	167.00	167.00	Critical
58	I25	155.00	155.00	155.00	155.00	Critical
59	F11	155.00	155.00	167.00	167.00	Critical
60	H	155.00	155.00	167.00	167.00	Critical
61	G11	155.00	161.00	161.00	167.00	6.0000
62	I26	167.00	167.00	167.00	167.00	Critical

Completion time = 167 Total cost = 1833937

CPM Analysis for TUGAS AKHIR					Page 1	
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
1	B1	0	0	14.000	14.000	Critical
2	D	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
3	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
4	A	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
5	I1	14.000	14.000	14.000	14.000	Critical
6	B2	14.000	26.000	20.000	32.000	12.000
7	I2	8.0000	14.000	8.0000	14.000	6.0000
8	I3	2.0000	14.000	2.0000	14.000	12.000
9	F1	2.0000	2.0000	32.000	32.000	Critical
10	E1	14.000	14.000	32.000	32.000	Critical
11	I4	32.000	32.000	32.000	32.000	Critical
12	F2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
13	G2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
14	G1	32.000	32.000	36.000	36.000	Critical

Completion time = 162 Total cost = 1837695

CPM Analysis for TUGAS AKHIR					Page 2	
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	38.000	38.000	44.000	44.000	Critical
16	E2	36.000	36.000	54.000	54.000	Critical
17	I5	44.000	54.000	44.000	54.000	10.000
18	F3	44.000	44.000	56.000	56.000	Critical
19	I6	54.000	56.000	54.000	56.000	2.0000
20	E3	54.000	54.000	78.000	78.000	Critical
21	I7	56.000	56.000	56.000	56.000	Critical
22	F4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
23	G4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
24	G5	62.000	62.000	68.000	68.000	Critical
25	I8	68.000	78.000	68.000	78.000	10.000
26	F5	68.000	68.000	80.000	80.000	Critical
27	I9	78.000	84.000	78.000	84.000	6.0000
28	E4	78.000	78.000	96.000	96.000	Critical

Completion time = 162 Total cost = 1837695

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
29	I10	80.000	84.000	80.000	84.000	4.0000
30	F6	80.000	80.000	96.000	96.000	Critical
31	G6	80.000	84.000	92.000	96.000	4.0000
32	I11	92.000	96.000	92.000	96.000	4.0000
33	I12	92.000	96.000	92.000	96.000	4.0000
34	I13	96.000	96.000	96.000	96.000	Critical
35	E5	96.000	96.000	117.00	117.00	Critical
36	I14	96.000	96.000	96.000	96.000	Critical
37	F7	96.000	96.000	102.00	102.00	Critical
38	G7	96.000	96.000	102.00	102.00	Critical
39	G8	102.00	102.00	108.00	108.00	Critical
40	I15	108.00	117.00	108.00	117.00	9.0000
41	F8	108.00	108.00	120.00	120.00	Critical
42	I16	117.00	120.00	117.00	120.00	3.0000

Completion time = 162 Total cost = 1837695

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
43	E6	117.00	117.00	132.00	132.00	Critical
44	I17	120.00	120.00	120.00	120.00	Critical
45	F9	120.00	120.00	135.00	135.00	Critical
46	G9	120.00	120.00	132.00	132.00	Critical
47	I18	132.00	132.00	132.00	132.00	Critical
48	I19	132.00	135.00	132.00	135.00	3.0000
49	I20	132.00	138.00	132.00	138.00	6.0000
50	E7	132.00	132.00	150.00	150.00	Critical
51	I21	135.00	138.00	135.00	138.00	3.0000
52	F10	135.00	135.00	150.00	150.00	Critical
53	G10	135.00	138.00	147.00	150.00	3.0000
54	I22	147.00	150.00	147.00	150.00	3.0000
55	I23	147.00	150.00	147.00	150.00	3.0000
56	I24	150.00	150.00	150.00	150.00	Critical

Completion time = 162 Total cost = 1837695

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	150.00	150.00	162.00	162.00	Critical
58	I25	150.00	150.00	150.00	150.00	Critical
59	F11	150.00	150.00	162.00	162.00	Critical
60	H	150.00	150.00	162.00	162.00	Critical
61	G11	150.00	156.00	156.00	162.00	6.0000
62	I26	162.00	162.00	162.00	162.00	Critical

Completion time = 162 Total cost = 1837695

CPM Analysis for TUGAS AKHIR					Page 1	
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
1	B1	0	0	14.000	14.000	Critical
2	D	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
3	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
4	A	0	6.0000	8.0000	14.000	6.0000
5	I1	14.000	14.000	14.000	14.000	Critical
6	B2	14.000	26.0000	20.000	32.000	12.000
7	I2	8.0000	14.000	8.0000	14.000	6.0000
8	I3	2.0000	14.000	2.0000	14.000	12.000
9	F1	2.0000	2.0000	32.000	32.000	Critical
10	E1	14.000	14.000	32.000	32.000	Critical
11	I4	32.000	32.000	32.000	32.000	Critical
12	F2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
13	G2	32.000	32.000	38.000	38.000	Critical
14	G1	32.000	32.000	36.000	36.000	Critical

CPM Analysis for TUGAS AKHIR						Page 2
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	38.000	38.000	44.000	44.000	Critical
16	E2	36.000	36.000	54.000	54.000	Critical
17	I5	44.000	54.000	44.000	54.000	10.000
18	F3	44.000	44.000	56.000	56.000	Critical
19	I6	54.000	56.000	54.000	56.000	2.0000
20	E3	54.000	54.000	78.000	78.000	Critical
21	I7	56.000	56.000	56.000	56.000	Critical
22	F4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
23	G4	56.000	56.000	62.000	62.000	Critical
24	G5	62.000	62.000	66.000	66.000	Critical
25	I8	66.000	78.000	66.000	78.000	12.000
26	F5	66.000	66.000	78.000	78.000	Critical
27	I9	78.000	81.000	78.000	81.000	3.0000
28	E4	78.000	78.000	93.000	93.000	Critical

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
9	I10	78.000	81.000	78.000	81.000	3.0000
0	F6	78.000	78.000	93.000	93.000	Critical
1	G6	78.000	81.000	90.000	93.000	3.0000
2	I11	90.000	93.000	90.000	93.000	3.0000
3	I12	90.000	93.000	90.000	93.000	3.0000
4	I13	93.000	93.000	93.000	93.000	Critical
5	E5	93.000	93.000	112.00	112.00	Critical
6	I14	93.000	93.000	93.000	93.000	Critical
7	F7	93.000	93.000	99.000	99.000	Critical
8	G7	93.000	93.000	99.000	99.000	Critical
9	G8	99.000	99.000	103.00	103.00	Critical
10	I15	103.00	112.00	103.00	112.00	9.0000
11	F8	103.00	103.00	115.00	115.00	Critical
12	I16	112.00	115.00	112.00	115.00	3.0000

Completion time = 157 Total cost = 1841487

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
43	E6	112.00	112.00	127.00	127.00	Critical
44	I17	115.00	115.00	115.00	115.00	Critical
45	F9	115.00	115.00	130.00	130.00	Critical
46	G9	115.00	115.00	127.00	127.00	Critical
47	I18	127.00	127.00	127.00	127.00	Critical
48	I19	127.00	130.00	127.00	130.00	3.0000
49	I20	127.00	133.00	127.00	133.00	6.0000
50	E7	127.00	127.00	145.00	145.00	Critical
51	I21	130.00	133.00	130.00	133.00	3.0000
52	F10	130.00	130.00	145.00	145.00	Critical
53	G10	130.00	133.00	142.00	145.00	3.0000
54	I22	142.00	145.00	142.00	145.00	3.0000
55	I23	142.00	145.00	142.00	145.00	3.0000
56	I24	145.00	145.00	145.00	145.00	Critical

Completion time = 157 Total cost = 1841487

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	145.00	145.00	157.00	157.00	Critical
58	I25	145.00	145.00	145.00	145.00	Critical
59	F11	145.00	145.00	157.00	157.00	Critical
60	H	145.00	145.00	157.00	157.00	Critical
61	G11	145.00	151.00	151.00	157.00	6.0000
62	I26	157.00	157.00	157.00	157.00	Critical

Completion time = 157 Total cost = 1841487

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
1	B1	0	0	11.000	11.000	Critical
2	D	0	3.0000	8.0000	11.000	3.0000
3	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
4	A	0	3.0000	8.0000	11.000	3.0000
5	I1	11.000	11.000	11.000	11.000	Critical
6	B2	11.000	23.000	17.000	29.000	12.000
7	I2	8.0000	11.000	8.0000	11.000	3.0000
8	I3	2.0000	11.000	2.0000	11.000	9.0000
9	F1	2.0000	2.0000	29.000	29.000	Critical
10	E1	11.000	11.000	29.000	29.000	Critical
11	I4	29.000	29.000	29.000	29.000	Critical
12	F2	29.000	29.000	35.000	35.000	Critical
13	G2	29.000	29.000	35.000	35.000	Critical
14	G1	29.000	29.000	33.000	33.000	Critical

Completion time = 152 Total cost = 1845460

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	35.000	35.000	39.000	39.000	Critical
16	E2	33.000	33.000	51.000	51.000	Critical
17	I5	39.000	51.000	39.000	51.000	12.000
18	F3	39.000	39.000	51.000	51.000	Critical
19	I6	51.000	51.000	51.000	51.000	Critical
20	E3	51.000	51.000	73.000	73.000	Critical
21	I7	51.000	51.000	51.000	51.000	Critical
22	F4	51.000	51.000	57.000	57.000	Critical
23	G4	51.000	51.000	57.000	57.000	Critical
24	G5	57.000	57.000	61.000	61.000	Critical
25	I8	61.000	73.000	61.000	73.000	12.000
26	F5	61.000	61.000	73.000	73.000	Critical
27	I9	73.000	76.000	73.000	76.000	3.0000
28	E4	73.000	73.000	88.000	88.000	Critical

Completion time = 152 Total cost = 1845460

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
29	I10	73.000	76.000	73.000	76.000	3.0000
30	F6	73.000	73.000	88.000	88.000	Critical
31	G6	73.000	76.000	85.000	88.000	3.0000
32	I11	85.000	88.000	85.000	88.000	3.0000
33	I12	85.000	88.000	85.000	88.000	3.0000
34	I13	88.000	88.000	88.000	88.000	Critical
35	E5	88.000	88.000	107.00	107.00	Critical
36	I14	88.000	88.000	88.000	88.000	Critical
37	F7	88.000	88.000	94.000	94.000	Critical
38	G7	88.000	88.000	94.000	94.000	Critical
39	G8	94.000	94.000	98.000	98.000	Critical
40	I15	98.000	107.00	98.000	107.00	9.0000
41	F8	98.000	98.000	110.00	110.00	Critical
42	I16	107.00	110.00	107.00	110.00	3.0000

Completion time = 152 Total cost = 1845460

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
43	E6	107.00	107.00	122.00	122.00	Critical
44	I17	110.00	110.00	110.00	110.00	Critical
45	F9	110.00	110.00	125.00	125.00	Critical
46	G9	110.00	110.00	122.00	122.00	Critical
47	I18	122.00	122.00	122.00	122.00	Critical
48	I19	122.00	125.00	122.00	125.00	3.0000
49	I20	122.00	128.00	122.00	128.00	6.0000
50	E7	122.00	122.00	140.00	140.00	Critical
51	I21	125.00	128.00	125.00	128.00	3.0000
52	F10	125.00	125.00	140.00	140.00	Critical
53	G10	125.00	128.00	137.00	140.00	3.0000
54	I22	137.00	140.00	137.00	140.00	3.0000
55	I23	137.00	140.00	137.00	140.00	3.0000
56	I24	140.00	140.00	140.00	140.00	Critical

Completion time = 152 Total cost = 1845460

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	140.00	140.00	152.00	152.00	Critical
58	I25	140.00	140.00	140.00	140.00	Critical
59	F11	140.00	140.00	152.00	152.00	Critical
60	H	140.00	140.00	152.00	152.00	Critical
61	G11	140.00	146.00	146.00	152.00	6.0000
62	I26	152.00	152.00	152.00	152.00	Critical

Completion time = 152 Total cost = 1845460

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1						
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
1	B1	0	0	9.0000	9.0000	Critical
2	D	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
3	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
4	A	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
5	I1	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	Critical
6	B2	9.0000	21.000	15.000	27.000	12.000
7	I2	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	1.0000
8	I3	2.0000	9.0000	2.0000	9.0000	7.0000
9	F1	2.0000	2.0000	27.000	27.000	Critical
10	E1	9.0000	9.0000	27.000	27.000	Critical
11	I4	27.000	27.000	27.000	27.000	Critical
12	F2	27.000	27.000	33.000	33.000	Critical
13	G2	27.000	27.000	33.000	33.000	Critical
14	G1	27.000	27.000	31.000	31.000	Critical

Completion time = 147 Total cost = 1849453

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2						
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	33.000	33.000	37.000	37.000	Critical
16	E2	31.000	31.000	49.000	49.000	Critical
17	I5	37.000	49.000	37.000	49.000	12.000
18	F3	37.000	37.000	49.000	49.000	Critical
19	I6	49.000	49.000	49.000	49.000	Critical
20	E3	49.000	49.000	71.000	71.000	Critical
21	I7	49.000	49.000	49.000	49.000	Critical
22	F4	49.000	49.000	55.000	55.000	Critical
23	G4	49.000	49.000	55.000	55.000	Critical
24	G5	55.000	55.000	59.000	59.000	Critical
25	I8	59.000	71.000	59.000	71.000	12.000
26	F5	59.000	59.000	71.000	71.000	Critical
27	I9	71.000	74.000	71.000	74.000	3.0000
28	E4	71.000	71.000	86.000	86.000	Critical

Completion time = 147 Total cost = 1849453

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
29	I10	71.000	74.000	71.000	74.000	3.0000
30	F6	71.000	71.000	86.000	86.000	Critical
31	G6	71.000	74.000	83.000	86.000	3.0000
32	I11	83.000	86.000	83.000	86.000	3.0000
33	I12	83.000	86.000	83.000	86.000	3.0000
34	I13	86.000	86.000	86.000	86.000	Critical
35	E5	86.000	86.000	105.00	105.00	Critical
36	I14	86.000	86.000	86.000	86.000	Critical
37	F7	86.000	86.000	92.000	92.000	Critical
38	G7	86.000	86.000	92.000	92.000	Critical
39	G8	92.000	92.000	96.000	96.000	Critical
40	I15	96.000	105.00	96.000	105.00	9.0000
41	F8	96.000	96.000	108.00	108.00	Critical
42	I16	105.00	108.00	105.00	108.00	3.0000

Completion time = 147 Total cost = 1849453

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
43	E6	105.00	105.00	120.00	120.00	Critical
44	I17	108.00	108.00	108.00	108.00	Critical
45	F9	108.00	108.00	123.00	123.00	Critical
46	G9	108.00	108.00	120.00	120.00	Critical
47	I18	120.00	120.00	120.00	120.00	Critical
48	I19	120.00	123.00	120.00	123.00	3.0000
49	I20	120.00	123.00	120.00	123.00	3.0000
50	E7	120.00	120.00	135.00	135.00	Critical
51	I21	123.00	123.00	123.00	123.00	Critical
52	F10	123.00	123.00	135.00	135.00	Critical
53	G10	123.00	123.00	135.00	135.00	Critical
54	I22	135.00	135.00	135.00	135.00	Critical
55	I23	135.00	135.00	135.00	135.00	Critical
56	I24	135.00	135.00	135.00	135.00	Critical

Completion time = 147 Total cost = 1849453

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	135.00	135.00	147.00	147.00	Critical
58	I25	135.00	135.00	135.00	135.00	Critical
59	F11	135.00	135.00	147.00	147.00	Critical
60	H	135.00	135.00	147.00	147.00	Critical
61	G11	135.00	141.00	141.00	147.00	6.0000
62	I26	147.00	147.00	147.00	147.00	Critical

Completion time = 147 Total cost = 1849453

CPM Analysis for TUGAS AKHIR						Page 1
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
1	B1	0	0	9.0000	9.0000	Critical
2	D	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
3	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
4	A	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
5	I1	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	Critical
6	B2	9.0000	16.000	15.000	22.000	7.0000
7	I2	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	1.0000
8	I3	2.0000	9.0000	2.0000	9.0000	7.0000
9	F1	2.0000	2.0000	22.000	22.000	Critical
10	E1	9.0000	9.0000	22.000	22.000	Critical
11	I4	22.000	22.000	22.000	22.000	Critical
12	F2	22.000	22.000	28.000	28.000	Critical
13	G2	22.000	22.000	28.000	28.000	Critical
14	G1	22.000	22.000	26.000	26.000	Critical

Completion time = 142 Total cost = 1853654

CPM Analysis for TUGAS AKHIR						Page 2
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	28.000	28.000	32.000	32.000	Critical
16	E2	26.000	26.000	44.000	44.000	Critical
17	I5	32.000	44.000	32.000	44.000	12.000
18	F3	32.000	32.000	44.000	44.000	Critical
19	I6	44.000	44.000	44.000	44.000	Critical
20	E3	44.000	44.000	66.000	66.000	Critical
21	I7	44.000	44.000	44.000	44.000	Critical
22	F4	44.000	44.000	50.000	50.000	Critical
23	G4	44.000	44.000	50.000	50.000	Critical
24	G5	50.000	50.000	54.000	54.000	Critical
25	I8	54.000	66.000	54.000	66.000	12.000
26	F5	54.000	54.000	66.000	66.000	Critical
27	I9	66.000	69.000	66.000	69.000	3.0000
28	E4	66.000	66.000	81.000	81.000	Critical

Completion time = 142 Total cost = 1853654

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
29	I10	66.000	69.000	66.000	69.000	3.0000
30	F6	66.000	66.000	81.000	81.000	Critical
31	G6	66.000	69.000	78.000	81.000	3.0000
32	I11	78.000	81.000	78.000	81.000	3.0000
33	I12	78.000	81.000	78.000	81.000	3.0000
34	I13	81.000	81.000	81.000	81.000	Critical
35	E5	81.000	81.000	100.00	100.00	Critical
36	I14	81.000	81.000	81.000	81.000	Critical
37	F7	81.000	81.000	87.000	87.000	Critical
38	G7	81.000	81.000	87.000	87.000	Critical
39	G8	87.000	87.000	91.000	91.000	Critical
40	I15	91.000	100.00	91.000	100.00	9.0000
41	F8	91.000	91.000	103.00	103.00	Critical
42	I16	100.00	103.00	100.00	103.00	3.0000

Completion time = 142 Total cost = 1853654

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
43	E6	100.00	100.00	115.00	115.00	Critical
44	I17	103.00	103.00	103.00	103.00	Critical
45	F9	103.00	103.00	118.00	118.00	Critical
46	G9	103.00	103.00	115.00	115.00	Critical
47	I18	115.00	115.00	115.00	115.00	Critical
48	I19	115.00	118.00	115.00	118.00	3.0000
49	I20	115.00	118.00	115.00	118.00	3.0000
50	E7	115.00	115.00	130.00	130.00	Critical
51	I21	118.00	118.00	118.00	118.00	Critical
52	F10	118.00	118.00	130.00	130.00	Critical
53	G10	118.00	118.00	130.00	130.00	Critical
54	I22	130.00	130.00	130.00	130.00	Critical
55	I23	130.00	130.00	130.00	130.00	Critical
56	I24	130.00	130.00	130.00	130.00	Critical

Completion time = 142 Total cost = 1853654

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	130.00	130.00	142.00	142.00	Critical
58	I25	130.00	130.00	130.00	130.00	Critical
59	F11	130.00	130.00	142.00	142.00	Critical
60	H	130.00	130.00	142.00	142.00	Critical
61	G11	130.00	136.00	136.00	142.00	6.0000
62	I26	142.00	142.00	142.00	142.00	Critical

Completion time = 142 Total cost = 1853654

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
1	B1	0	0	9.0000	9.0000	Critical
2	D	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
3	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
4	A	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
5	I1	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	Critical
6	B2	9.0000	15.000	15.000	21.000	6.0000
7	I2	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	1.0000
8	I3	2.0000	9.0000	2.0000	9.0000	7.0000
9	F1	2.0000	2.0000	21.000	21.000	Critical
10	E1	9.0000	9.0000	21.000	21.000	Critical
11	I4	21.000	21.000	21.000	21.000	Critical
12	F2	21.000	21.000	27.000	27.000	Critical
13	G2	21.000	21.000	27.000	27.000	Critical
14	G1	21.000	21.000	25.000	25.000	Critical

Completion time = 137 Total cost = 1858054

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	27.000	27.000	31.000	31.000	Critical
16	E2	25.000	25.000	43.000	43.000	Critical
17	I5	31.000	43.000	31.000	43.000	12.000
18	F3	31.000	31.000	43.000	43.000	Critical
19	I6	43.000	43.000	43.000	43.000	Critical
20	E3	43.000	43.000	65.000	65.000	Critical
21	I7	43.000	43.000	43.000	43.000	Critical
22	F4	43.000	43.000	49.000	49.000	Critical
23	G4	43.000	43.000	49.000	49.000	Critical
24	G5	49.000	49.000	53.000	53.000	Critical
25	I8	53.000	65.000	53.000	65.000	12.000
26	F5	53.000	53.000	65.000	65.000	Critical
27	I9	65.000	68.000	65.000	68.000	3.0000
28	E4	65.000	65.000	80.000	80.000	Critical

Completion time = 137 Total cost = 1858054

CPM Analysis for TUGAS AKHIR					Page 3	
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
29	I10	65.000	68.000	65.000	68.000	3.0000
30	F6	65.000	65.000	80.000	80.000	Critical
31	G6	65.000	68.000	77.000	80.000	3.0000
32	I11	77.000	80.000	77.000	80.000	3.0000
33	I12	77.000	80.000	77.000	80.000	3.0000
34	I13	80.000	80.000	80.000	80.000	Critical
35	E5	80.000	80.000	95.000	95.000	Critical
36	I14	80.000	80.000	80.000	80.000	Critical
37	F7	80.000	80.000	86.000	86.000	Critical
38	G7	80.000	80.000	86.000	86.000	Critical
39	G8	86.000	86.000	90.000	90.000	Critical
40	I15	90.000	95.000	90.000	95.000	5.0000
41	F8	90.000	90.000	98.000	98.000	Critical
42	I16	95.000	98.000	95.000	98.000	3.0000

Completion time = 137 Total cost = 1858054

CPM Analysis for TUGAS AKHIR					Page 4	
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
43	E6	95.000	95.000	110.00	110.00	Critical
44	I17	98.000	98.000	98.000	98.000	Critical
45	F9	98.000	98.000	113.00	113.00	Critical
46	G9	98.000	98.000	110.00	110.00	Critical
47	I18	110.00	110.00	110.00	110.00	Critical
48	I19	110.00	113.00	110.00	113.00	3.0000
49	I20	110.00	113.00	110.00	113.00	3.0000
50	E7	110.00	110.00	125.00	125.00	Critical
51	I21	113.00	113.00	113.00	113.00	Critical
52	F10	113.00	113.00	125.00	125.00	Critical
53	G10	113.00	113.00	125.00	125.00	Critical
54	I22	125.00	125.00	125.00	125.00	Critical
55	I23	125.00	125.00	125.00	125.00	Critical
56	I24	125.00	125.00	125.00	125.00	Critical

Completion time = 137 Total cost = 1858054

CPM Analysis for TUGAS AKHIR					Page 5	
Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	125.00	125.00	137.00	137.00	Critical
58	I25	125.00	125.00	125.00	125.00	Critical
59	F11	125.00	125.00	137.00	137.00	Critical
60	H	125.00	125.00	137.00	137.00	Critical
61	G11	125.00	131.00	131.00	137.00	6.0000
62	I26	137.00	137.00	137.00	137.00	Critical

Completion time = 137 Total cost = 1858054

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
1	B1	0	0	9.0000	9.0000	Critical
2	D	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
3	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
4	A	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
5	I1	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	Critical
6	B2	9.0000	15.000	15.000	21.000	6.0000
7	I2	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	1.0000
8	I3	2.0000	9.0000	2.0000	9.0000	7.0000
9	F1	2.0000	2.0000	21.000	21.000	Critical
10	E1	9.0000	9.0000	21.000	21.000	Critical
11	I4	21.000	21.000	21.000	21.000	Critical
12	F2	21.000	21.000	27.000	27.000	Critical
13	G2	21.000	21.000	27.000	27.000	Critical
14	G1	21.000	21.000	25.000	25.000	Critical

Completion time = 132 Total cost = 1862764

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	27.000	27.000	31.000	31.000	Critical
16	E2	25.000	25.000	43.000	43.000	Critical
17	I5	31.000	43.000	31.000	43.000	12.000
18	F3	31.000	31.000	43.000	43.000	Critical
19	I6	43.000	43.000	43.000	43.000	Critical
20	E3	43.000	43.000	60.000	60.000	Critical
21	I7	43.000	43.000	43.000	43.000	Critical
22	F4	43.000	43.000	48.000	48.000	Critical
23	G4	43.000	43.000	48.000	48.000	Critical
24	G5	48.000	48.000	52.000	52.000	Critical
25	I8	52.000	60.000	52.000	60.000	8.0000
26	F5	52.000	52.000	60.000	60.000	Critical
27	I9	60.000	63.000	60.000	63.000	3.0000
28	E4	60.000	60.000	75.000	75.000	Critical

Completion time = 132 Total cost = 1862764

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
9	I10	60.000	63.000	60.000	63.000	3.0000
0	F6	60.000	60.000	75.000	75.000	Critical
1	G6	60.000	63.000	72.000	75.000	3.0000
2	I11	72.000	75.000	72.000	75.000	3.0000
3	I12	72.000	75.000	72.000	75.000	3.0000
4	I13	75.000	75.000	75.000	75.000	Critical
5	E5	75.000	75.000	90.000	90.000	Critical
6	I14	75.000	75.000	75.000	75.000	Critical
7	F7	75.000	75.000	81.000	81.000	Critical
8	G7	75.000	75.000	81.000	81.000	Critical
9	G8	81.000	81.000	85.000	85.000	Critical
0	I15	85.000	90.000	85.000	90.000	5.0000
1	F8	85.000	85.000	93.000	93.000	Critical
2	I16	90.000	93.000	90.000	93.000	3.0000

Completion time = 132 Total cost = 1862764

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
3	E6	90.000	90.000	105.00	105.00	Critical
4	I17	93.000	93.000	93.000	93.000	Critical
5	F9	93.000	93.000	108.00	108.00	Critical
6	G9	93.000	93.000	105.00	105.00	Critical
7	I18	105.00	105.00	105.00	105.00	Critical
8	I19	105.00	108.00	105.00	108.00	3.0000
9	I20	105.00	108.00	105.00	108.00	3.0000
0	E7	105.00	105.00	120.00	120.00	Critical
1	I21	108.00	108.00	108.00	108.00	Critical
2	F10	108.00	108.00	120.00	120.00	Critical
3	G10	108.00	108.00	120.00	120.00	Critical
4	I22	120.00	120.00	120.00	120.00	Critical
5	I23	120.00	120.00	120.00	120.00	Critical
6	I24	120.00	120.00	120.00	120.00	Critical

Completion time = 132 Total cost = 1862764

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	120.00	120.00	132.00	132.00	Critical
58	I25	120.00	120.00	120.00	120.00	Critical
59	F11	120.00	120.00	132.00	132.00	Critical
60	H	120.00	120.00	132.00	132.00	Critical
61	G11	120.00	126.00	126.00	132.00	6.0000
62	I26	132.00	132.00	132.00	132.00	Critical

Completion time = 132 Total cost = 1862764

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
	B1	0	0	9.0000	9.0000	Critical
	D	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
	A	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
	I1	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	Critical
0	B2	9.0000	15.000	15.000	21.000	6.0000
1	I2	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	1.0000
2	I3	2.0000	9.0000	2.0000	9.0000	7.0000
3	F1	2.0000	2.0000	21.000	21.000	Critical
4	E1	9.0000	9.0000	21.000	21.000	Critical
	I4	21.000	21.000	21.000	21.000	Critical
	F2	21.000	21.000	27.000	27.000	Critical
	G2	21.000	21.000	27.000	27.000	Critical
	G1	21.000	21.000	25.000	25.000	Critical

Completion time = 131 Total cost = 1863822

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	27.000	27.000	31.000	31.000	Critical
16	E2	25.000	25.000	43.000	43.000	Critical
17	I5	31.000	43.000	31.000	43.000	12.000
18	F3	31.000	31.000	43.000	43.000	Critical
19	I6	43.000	43.000	43.000	43.000	Critical
20	E3	43.000	43.000	59.000	59.000	Critical
21	I7	43.000	43.000	43.000	43.000	Critical
22	F4	43.000	43.000	47.000	47.000	Critical
23	G4	43.000	43.000	47.000	47.000	Critical
24	G5	47.000	47.000	51.000	51.000	Critical
25	I8	51.000	59.000	51.000	59.000	8.0000
26	F5	51.000	51.000	59.000	59.000	Critical
27	I9	59.000	62.000	59.000	62.000	3.0000
28	E4	59.000	59.000	74.000	74.000	Critical

Completion time = 131 Total cost = 1863822

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
9	I10	59.000	62.000	59.000	62.000	3.0000
0	F6	59.000	59.000	74.000	74.000	Critical
1	G6	59.000	62.000	71.000	74.000	3.0000
2	I11	71.000	74.000	71.000	74.000	3.0000
3	I12	71.000	74.000	71.000	74.000	3.0000
4	I13	74.000	74.000	74.000	74.000	Critical
5	E5	74.000	74.000	89.000	89.000	Critical
6	I14	74.000	74.000	74.000	74.000	Critical
7	F7	74.000	74.000	80.000	80.000	Critical
8	G7	74.000	74.000	80.000	80.000	Critical
9	G8	80.000	80.000	84.000	84.000	Critical
0	I15	84.000	89.000	84.000	89.000	5.0000
1	F8	84.000	84.000	92.000	92.000	Critical
2	I16	89.000	92.000	89.000	92.000	3.0000

Completion time = 131 Total cost = 1863822

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
3	E6	89.000	89.000	104.00	104.00	Critical
4	I17	92.000	92.000	92.000	92.000	Critical
5	F9	92.000	92.000	107.00	107.00	Critical
6	G9	92.000	92.000	104.00	104.00	Critical
7	I18	104.00	104.00	104.00	104.00	Critical
8	I19	104.00	107.00	104.00	107.00	3.0000
9	I20	104.00	107.00	104.00	107.00	3.0000
0	E7	104.00	104.00	119.00	119.00	Critical
1	I21	107.00	107.00	107.00	107.00	Critical
2	F10	107.00	107.00	119.00	119.00	Critical
3	G10	107.00	107.00	119.00	119.00	Critical
4	I22	119.00	119.00	119.00	119.00	Critical
5	I23	119.00	119.00	119.00	119.00	Critical
6	I24	119.00	119.00	119.00	119.00	Critical

Completion time = 131 Total cost = 1863822

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	119.00	119.00	131.00	131.00	Critical
58	I25	119.00	119.00	119.00	119.00	Critical
59	F11	119.00	119.00	131.00	131.00	Critical
60	H	119.00	119.00	131.00	131.00	Critical
61	G11	119.00	125.00	125.00	131.00	6.0000
62	I26	131.00	131.00	131.00	131.00	Critical

Completion time = 131 Total cost = 1863822

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
	B1	0	0	9.0000	9.0000	Critical
	D	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
	A	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
	I1	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	Critical
0	B2	9.0000	15.000	15.000	21.000	6.0000
1	I2	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	1.0000
2	I3	2.0000	9.0000	2.0000	9.0000	7.0000
3	F1	2.0000	2.0000	21.000	21.000	Critical
4	E1	9.0000	9.0000	21.000	21.000	Critical
	I4	21.000	21.000	21.000	21.000	Critical
	F2	21.000	21.000	27.000	27.000	Critical
	G2	21.000	21.000	27.000	27.000	Critical
	G1	21.000	21.000	25.000	25.000	Critical

Completion time = 127 Total cost = 1868106

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
5	G3	27.000	27.000	31.000	31.000	Critical
6	E2	25.000	25.000	43.000	43.000	Critical
7	I5	31.000	43.000	31.000	43.000	12.000
8	F3	31.000	31.000	43.000	43.000	Critical
9	I6	43.000	43.000	43.000	43.000	Critical
10	E3	43.000	43.000	59.000	59.000	Critical
11	I7	43.000	43.000	43.000	43.000	Critical
12	F4	43.000	43.000	47.000	47.000	Critical
13	G4	43.000	43.000	47.000	47.000	Critical
14	G5	47.000	47.000	51.000	51.000	Critical
15	I8	51.000	59.000	51.000	59.000	8.0000
16	F5	51.000	51.000	59.000	59.000	Critical
17	I9	59.000	62.000	59.000	62.000	3.0000
18	E4	59.000	59.000	74.000	74.000	Critical

Completion time = 127 Total cost = 1868106

CPM Analysis for TUGAS AKHIR

Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
9	I10	59.000	62.000	59.000	62.000	3.0000
0	F6	59.000	59.000	74.000	74.000	Critical
1	G6	59.000	62.000	71.000	74.000	3.0000
2	I11	71.000	74.000	71.000	74.000	3.0000
3	I12	71.000	74.000	71.000	74.000	3.0000
4	I13	74.000	74.000	74.000	74.000	Critical
5	E5	74.000	74.000	89.000	89.000	Critical
6	I14	74.000	74.000	74.000	74.000	Critical
7	F7	74.000	74.000	80.000	80.000	Critical
8	G7	74.000	74.000	80.000	80.000	Critical
9	G8	80.000	80.000	84.000	84.000	Critical
0	I15	84.000	89.000	84.000	89.000	5.0000
1	F8	84.000	84.000	92.000	92.000	Critical
2	I16	89.000	92.000	89.000	92.000	3.0000

Completion time = 127 Total cost = 1868106

CPM Analysis for TUGAS AKHIR

Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
3	E6	89.000	89.000	104.00	104.00	Critical
4	I17	92.000	92.000	92.000	92.000	Critical
5	F9	92.000	92.000	107.00	107.00	Critical
6	G9	92.000	92.000	104.00	104.00	Critical
7	I18	104.00	104.00	104.00	104.00	Critical
8	I19	104.00	107.00	104.00	107.00	3.0000
9	I20	104.00	107.00	104.00	107.00	3.0000
0	E7	104.00	104.00	119.00	119.00	Critical
1	I21	107.00	107.00	107.00	107.00	Critical
2	F10	107.00	107.00	119.00	119.00	Critical
3	G10	107.00	107.00	119.00	119.00	Critical
4	I22	119.00	119.00	119.00	119.00	Critical
5	I23	119.00	119.00	119.00	119.00	Critical
6	I24	119.00	119.00	119.00	119.00	Critical

Completion time = 127 Total cost = 1868106

CPM Analysis for TUGAS AKHIR

Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	119.00	119.00	127.00	127.00	Critical
58	I25	119.00	119.00	119.00	119.00	Critical
59	F11	119.00	119.00	127.00	127.00	Critical
60	H	119.00	119.00	127.00	127.00	Critical
61	G11	119.00	121.00	125.00	127.00	2.0000
62	I26	127.00	127.00	127.00	127.00	Critical

Completion time = 127 Total cost = 1868106

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
	B1	0	0	9.0000	9.0000	Critical
	D	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
	A	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
	I1	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	Critical
	B2	9.0000	15.000	15.000	21.000	6.0000
	I2	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	1.0000
	I3	2.0000	9.0000	2.0000	9.0000	7.0000
	F1	2.0000	2.0000	21.000	21.000	Critical
	E1	9.0000	9.0000	21.000	21.000	Critical
	I4	21.000	21.000	21.000	21.000	Critical
	F2	21.000	21.000	27.000	27.000	Critical
	G2	21.000	21.000	27.000	27.000	Critical
	G1	21.000	21.000	25.000	25.000	Critical

Completion time = 122 Total cost = 1873820

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
5	G3	27.000	27.000	31.000	31.000	Critical
6	E2	25.000	25.000	39.000	39.000	Critical
7	I5	31.000	39.000	31.000	39.000	8.0000
8	F3	31.000	31.000	39.000	39.000	Critical
9	I6	39.000	39.000	39.000	39.000	Critical
10	E3	39.000	39.000	54.000	54.000	Critical
11	I7	39.000	39.000	39.000	39.000	Critical
12	F4	39.000	39.000	43.000	43.000	Critical
13	G4	39.000	39.000	43.000	43.000	Critical
14	G5	43.000	43.000	47.000	47.000	Critical
15	I8	47.000	54.000	47.000	54.000	7.0000
16	F5	47.000	47.000	55.000	55.000	Critical
17	I9	54.000	57.000	54.000	57.000	3.0000
18	E4	54.000	54.000	69.000	69.000	Critical

Completion time = 122 Total cost = 1873820

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
19	I10	53.000	55.000	53.000	55.000	2.0000
20	F6	53.000	53.000	68.000	68.000	Critical
21	G6	53.000	55.000	65.000	67.000	2.0000
22	I11	65.000	67.000	65.000	67.000	2.0000
23	I12	65.000	68.000	65.000	68.000	3.0000
24	I13	67.000	68.000	67.000	68.000	1.0000
25	E5	67.000	67.000	82.000	82.000	Critical
26	I14	68.000	68.000	68.000	68.000	Critical
27	F7	68.000	68.000	72.000	72.000	Critical
28	G7	68.000	68.000	72.000	72.000	Critical
29	G8	72.000	72.000	76.000	76.000	Critical
30	I15	76.000	82.000	76.000	82.000	6.0000
31	F8	76.000	76.000	84.000	84.000	Critical
32	I16	82.000	85.000	82.000	85.000	3.0000

Completion time = 119 Total cost = 1877793

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
13	E6	82.000	82.000	97.000	97.000	Critical
14	I17	84.000	85.000	84.000	85.000	1.0000
15	F9	84.000	84.000	99.000	99.000	Critical
16	G9	84.000	85.000	96.000	97.000	1.0000
17	I18	96.000	97.000	96.000	97.000	1.0000
18	I19	96.000	99.000	96.000	99.000	3.0000
19	I20	97.000	99.000	97.000	99.000	2.0000
20	E7	97.000	97.000	111.00	111.00	Critical
21	I21	99.000	99.000	99.000	99.000	Critical
22	F10	99.000	99.000	111.00	111.00	Critical
23	G10	99.000	99.000	111.00	111.00	Critical
24	I22	111.00	111.00	111.00	111.00	Critical
25	I23	111.00	111.00	111.00	111.00	Critical
26	I24	111.00	111.00	111.00	111.00	Critical

Completion time = 119 Total cost = 1877793

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	111.00	111.00	119.00	119.00	Critical
58	I25	111.00	111.00	111.00	111.00	Critical
59	F11	111.00	111.00	119.00	119.00	Critical
60	H	111.00	111.00	119.00	119.00	Critical
61	G11	111.00	113.00	117.00	119.00	2.0000
62	I26	119.00	119.00	119.00	119.00	Critical

Completion time = 119 Total cost = 1877793

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 1

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
	B1	0	0	9.0000	9.0000	Critical
	D	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
	C	0	0	2.0000	2.0000	Critical
	A	0	1.0000	8.0000	9.0000	1.0000
	I1	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	Critical
	B2	9.0000	15.000	15.000	21.000	6.0000
	I2	8.0000	9.0000	8.0000	9.0000	1.0000
	I3	2.0000	9.0000	2.0000	9.0000	7.0000
	F1	2.0000	2.0000	21.000	21.000	Critical
	E1	9.0000	9.0000	21.000	21.000	Critical
	I4	21.000	21.000	21.000	21.000	Critical
	F2	21.000	21.000	25.000	25.000	Critical
	G2	21.000	21.000	25.000	25.000	Critical
	G1	21.000	21.000	25.000	25.000	Critical

Completion time = 119 Total cost = 1877793

CPM Analysis for TUGAS AKHIR Page 2

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
15	G3	25.000	25.000	29.000	29.000	Critical
16	E2	25.000	25.000	37.000	37.000	Critical
17	I5	29.000	37.000	29.000	37.000	8.0000
18	F3	29.000	29.000	37.000	37.000	Critical
19	I6	37.000	37.000	37.000	37.000	Critical
20	E3	37.000	37.000	52.000	52.000	Critical
21	I7	37.000	37.000	37.000	37.000	Critical
22	F4	37.000	37.000	41.000	41.000	Critical
23	G4	37.000	37.000	41.000	41.000	Critical
24	G5	41.000	41.000	45.000	45.000	Critical
25	I8	45.000	52.000	45.000	52.000	7.0000
26	F5	45.000	45.000	53.000	53.000	Critical
27	I9	52.000	55.000	52.000	55.000	3.0000
28	E4	52.000	52.000	67.000	67.000	Critical

Completion time = 119 Total cost = 1877793

CPM Analysis for TUGAS AKHIR

Page 3

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
39	I10	55.000	57.000	55.000	57.000	2.0000
40	F6	55.000	55.000	70.000	70.000	Critical
41	G6	55.000	57.000	67.000	69.000	2.0000
42	I11	67.000	69.000	67.000	69.000	2.0000
43	I12	67.000	70.000	67.000	70.000	3.0000
44	I13	69.000	70.000	69.000	70.000	1.0000
45	E5	69.000	69.000	84.000	84.000	Critical
46	I14	70.000	70.000	70.000	70.000	Critical
47	F7	70.000	70.000	75.000	75.000	Critical
48	G7	70.000	70.000	75.000	75.000	Critical
49	G8	75.000	75.000	79.000	79.000	Critical
50	I15	79.000	84.000	79.000	84.000	5.0000
51	F8	79.000	79.000	87.000	87.000	Critical
52	I16	84.000	87.000	84.000	87.000	3.0000

Completion time = 122 Total cost = 1873820

CPM Analysis for TUGAS AKHIR

Page 4

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
43	E6	84.000	84.000	99.000	99.000	Critical
44	I17	87.000	87.000	87.000	87.000	Critical
45	F9	87.000	87.000	102.00	102.00	Critical
46	G9	87.000	87.000	99.000	99.000	Critical
47	I18	99.000	99.000	99.000	99.000	Critical
48	I19	99.000	102.00	99.000	102.00	3.0000
49	I20	99.000	102.00	99.000	102.00	3.0000
50	E7	99.000	99.000	114.00	114.00	Critical
51	I21	102.00	102.00	102.00	102.00	Critical
52	F10	102.00	102.00	114.00	114.00	Critical
53	G10	102.00	102.00	114.00	114.00	Critical
54	I22	114.00	114.00	114.00	114.00	Critical
55	I23	114.00	114.00	114.00	114.00	Critical
56	I24	114.00	114.00	114.00	114.00	Critical

Completion time = 122 Total cost = 1873820

CPM Analysis for TUGAS AKHIR

Page 5

Activity Number	Activity Name	Earliest Start	Latest Start	Earliest Finish	Latest Finish	Slack LS-ES
57	E8	114.00	114.00	122.00	122.00	Critical
58	I25	114.00	114.00	114.00	114.00	Critical
59	F11	114.00	114.00	122.00	122.00	Critical
60	H	114.00	114.00	122.00	122.00	Critical
61	G11	114.00	116.00	120.00	122.00	2.0000
62	I26	122.00	122.00	122.00	122.00	Critical

Completion time = 122 Total cost = 1873820

LAMPIRAN 6

INPUT DAN OUTPUT SOFTWARE MATHCAD

$$F(x) := x_0 + x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + 800x_{15}$$

$$x_{15} := 1$$

Given

$$x_{10} + x_5 \leq x_{12} \quad x_0 \geq 8000 - 500x_5$$

$$x_{11} + x_6 \leq x_{13} \quad x_1 \geq 7200 - 600x_6$$

$$x_{12} + x_7 \leq x_{14} \quad x_2 \geq 4000 - 250x_7$$

$$x_{13} + x_8 \leq x_{14} \quad x_3 \geq 9500 - 500x_8$$

$$x_{14} + x_9 \leq x_{15} \quad x_4 \geq 5000 - 750x_9$$

$$6 \leq x_5 \leq 8 \quad 0 \leq x_{11} \leq 0$$

$$4 \leq x_6 \leq 7 \quad 6 \leq x_{12} \leq 8$$

$$3 \leq x_7 \leq 6 \quad 4 \leq x_{13} \leq 7$$

$$6 \leq x_8 \leq 9 \quad 10 \leq x_{14} \leq 16$$

$$2 \leq x_9 \leq 4 \quad 12 \leq x_{15} \leq 20$$

$$0 \leq x_{10} \leq 0$$

P := Minimize(F, x)

$$F(P) = 3.175 \times 10^4$$

	0
0	$4 \cdot 10^3$
1	$3 \cdot 10^3$
2	$2.75 \cdot 10^3$
3	$6.5 \cdot 10^3$
4	$3.5 \cdot 10^3$
5	8
6	7
7	5
8	6
9	2
10	0
11	0
12	8
13	7
14	13
15	15

$$F(x) := \sum_{n=0}^{35} x_n + 1062808.66x_{108}$$

$$x_{108} := 1$$

Given

$$\begin{array}{cccc}
x_{72} + x_{36} \leq x_{77} & x_{81} + x_{45} \leq x_{104} & x_{90} + x_{54} \leq x_{102} & x_{100} + x_{64} \leq x_{89} \\
x_{73} + x_{37} \leq x_{74} & x_{82} + x_{46} \leq x_{83} & x_{91} + x_{55} \leq x_{103} & x_{100} + x_{64} \leq x_{101} \\
x_{73} + x_{37} \leq x_{77} & x_{82} + x_{46} \leq x_{105} & x_{92} + x_{56} \leq x_{93} & x_{101} + x_{65} \leq x_{81} \\
x_{74} + x_{38} \leq x_{90} & x_{83} + x_{47} \leq x_{84} & x_{92} + x_{56} \leq x_{104} & x_{101} + x_{65} \leq x_{91} \\
x_{74} + x_{38} \leq x_{97} & x_{83} + x_{47} \leq x_{106} & x_{93} + x_{57} \leq x_{94} & x_{101} + x_{65} \leq x_{102} \\
x_{75} + x_{39} \leq x_{77} & x_{83} + x_{47} \leq x_{107} & x_{93} + x_{57} \leq x_{105} & x_{102} + x_{66} \leq x_{102} \\
x_{75} + x_{39} \leq x_{85} & x_{84} + x_{48} \leq x_{108} & x_{94} + x_{58} \leq x_{95} & x_{103} + x_{67} \leq x_{82} \\
x_{76} + x_{40} \leq x_{77} & x_{85} + x_{49} \leq x_{86} & x_{94} + x_{58} \leq x_{106} & x_{103} + x_{67} \leq x_{92} \\
x_{77} + x_{41} \leq x_{96} & x_{85} + x_{49} \leq x_{96} & x_{94} + x_{58} \leq x_{107} & x_{103} + x_{67} \leq x_{104} \\
x_{77} + x_{41} \leq x_{97} & x_{85} + x_{49} \leq x_{97} & x_{95} + x_{59} \leq x_{108} & x_{104} + x_{68} \leq x_{83} \\
x_{78} + x_{42} \leq x_{79} & x_{86} + x_{50} \leq x_{98} & x_{96} + x_{60} \leq x_{78} & x_{104} + x_{68} \leq x_{94} \\
x_{78} + x_{42} \leq x_{99} & x_{87} + x_{51} \leq x_{88} & x_{97} + x_{61} \leq x_{98} & x_{104} + x_{68} \leq x_{105} \\
x_{79} + x_{43} \leq x_{80} & x_{87} + x_{51} \leq x_{99} & x_{98} + x_{62} \leq x_{79} & x_{105} + x_{69} \leq x_{84} \\
x_{79} + x_{43} \leq x_{101} & x_{88} + x_{52} \leq x_{100} & x_{98} + x_{62} \leq x_{87} & x_{105} + x_{69} \leq x_{95} \\
x_{80} + x_{44} \leq x_{81} & x_{89} + x_{53} \leq x_{90} & x_{98} + x_{62} \leq x_{99} & x_{105} + x_{69} \leq x_{106} \\
x_{80} + x_{44} \leq x_{102} & x_{89} + x_{53} \leq x_{101} & x_{99} + x_{63} \leq x_{100} & x_{106} + x_{70} \leq x_{108} \\
x_{81} + x_{45} \leq x_{82} & x_{90} + x_{54} \leq x_{91} & x_{100} + x_{64} \leq x_{80} & x_{107} + x_{71} \leq x_{108}
\end{array}$$

$5 \leq x_{36} \leq 8$	$8 \leq x_{56} \leq 12$	$0 \leq x_{76} \leq 0$	$21 \leq x_{96} \leq 32$
$9 \leq x_{37} \leq 14$	$15 \leq x_{57} \leq 24$	$9 \leq x_{77} \leq 14$	$21 \leq x_{97} \leq 32$
$4 \leq x_{38} \leq 6$	$12 \leq x_{58} \leq 18$	$25 \leq x_{78} \leq 38$	$25 \leq x_{98} \leq 38$
$2 \leq x_{39} \leq 2$	$8 \leq x_{59} \leq 12$	$37 \leq x_{79} \leq 56$	$37 \leq x_{99} \leq 56$
$5 \leq x_{40} \leq 8$	$4 \leq x_{60} \leq 6$	$52 \leq x_{80} \leq 80$	$41 \leq x_{100} \leq 62$
$12 \leq x_{41} \leq 18$	$4 \leq x_{61} \leq 6$	$67 \leq x_{81} \leq 104$	$53 \leq x_{101} \leq 80$
$12 \leq x_{42} \leq 18$	$4 \leq x_{62} \leq 6$	$82 \leq x_{82} \leq 128$	$68 \leq x_{102} \leq 104$
$15 \leq x_{43} \leq 24$	$4 \leq x_{63} \leq 6$	$97 \leq x_{83} \leq 152$	$72 \leq x_{103} \leq 110$
$15 \leq x_{44} \leq 24$	$4 \leq x_{64} \leq 6$	$109 \leq x_{84} \leq 170$	$84 \leq x_{104} \leq 128$
$15 \leq x_{45} \leq 24$	$8 \leq x_{65} \leq 12$	$2 \leq x_{85} \leq 2$	$99 \leq x_{105} \leq 152$
$15 \leq x_{46} \leq 24$	$4 \leq x_{66} \leq 6$	$21 \leq x_{86} \leq 32$	$109 \leq x_{106} \leq 170$
$12 \leq x_{47} \leq 18$	$4 \leq x_{67} \leq 6$	$29 \leq x_{87} \leq 44$	$111 \leq x_{107} \leq 170$
$8 \leq x_{48} \leq 12$	$8 \leq x_{68} \leq 12$	$37 \leq x_{88} \leq 56$	$119 \leq x_{108} \leq 182$
$19 \leq x_{49} \leq 30$	$8 \leq x_{69} \leq 12$	$45 \leq x_{89} \leq 68$	
$4 \leq x_{50} \leq 6$	$4 \leq x_{70} \leq 6$	$53 \leq x_{90} \leq 80$	
$8 \leq x_{51} \leq 12$	$8 \leq x_{71} \leq 12$	$68 \leq x_{91} \leq 104$	
$4 \leq x_{52} \leq 6$	$0 \leq x_{72} \leq 0$	$76 \leq x_{92} \leq 116$	
$8 \leq x_{53} \leq 12$	$0 \leq x_{73} \leq 0$	$84 \leq x_{93} \leq 128$	
$15 \leq x_{54} \leq 24$	$9 \leq x_{74} \leq 14$	$99 \leq x_{94} \leq 152$	
$4 \leq x_{55} \leq 6$	$0 \leq x_{75} \leq 0$	$111 \leq x_{95} \leq 170$	

$x_0 \geq 9355500 - 545737.5 x_{16}$	$x_{20} \geq 71847431.27 - 575050.06 x_{56}$
$x_1 \geq 42918326.51 - 395808.33 x_{37}$	$x_{21} \geq 133775122.32 - 385864.83 x_{57}$
$x_2 \geq 47812605.75 + 1220140.85 x_{38}$	$x_{22} \geq 74787594.87 - 399054.96 x_{58}$
$73656 \leq x_3 \leq 73656$	$x_{23} \geq 23636030.98 - 189177.27 x_{59}$
$x_4 \geq 473872.78 - 27642.58 x_{40}$	$x_{24} \geq 5541129.74 - 96178.62 x_{60}$
$x_5 \geq 80410712.89 - 440481.69 x_{41}$	$x_{25} \geq 27055851.74 - 469614.45 x_{61}$
$x_6 \geq 108779856.4 - 595820.81 x_{42}$	$x_{26} \geq 27055851.74 - 469614.45 x_{62}$
$x_7 \geq 109106007.36 - 323306.38 x_{43}$	$x_{27} \geq 25679542.61 - 445725.54 x_{63}$
$x_8 \geq 108358448.91 - 321091.19 x_{44}$	$x_{28} \geq 25679542.61 - 445725.54 x_{64}$
$x_9 \geq 106203412.11 + 314705.32 x_{45}$	$x_{29} \geq 50985248.86 - 442481.16 x_{65}$
$x_{10} \geq 102663519.91 - 304215.8 x_{46}$	$x_{30} \geq 25249468.34 - 438260.65 x_{66}$
$x_{11} \geq 73296870.53 - 401469.56 x_{47}$	$x_{31} \geq 25249468.34 - 438260.65 x_{67}$
$x_{12} \geq 25919036.63 - 212949.83 x_{48}$	$x_{32} \geq 49054705.2 - 425726.72 x_{68}$
$x_{13} \geq 161601122.34 - 399802.19 x_{49}$	$x_{33} \geq 44705047.65 - 387977.74 x_{69}$
$x_{14} \geq 21236758.41 - 339948.11 x_{50}$	$x_{34} \geq 27632259.85 - 479619.29 x_{70}$
$x_{15} \geq 70181868.56 - 561743.7 x_{51}$	$x_{35} \geq 42710274.75 - 668790.25 x_{71}$
$x_{16} \geq 18061748.99 - 289124.04 x_{52}$	
$x_{17} \geq 73689066.29 - 289124.04 x_{53}$	
$x_{18} \geq 149300580.16 - 430646.91 x_{54}$	
$x_{19} \geq 20142460.08 - 722451.09 x_{55}$	

LAMPIRAN 7

**TIME SCHEDULE BARU
SEBELUM DAN SESUDAH
KOMPRESI**

LAMPIRAN 8

GAMBAR – GAMBAR PROYEK