

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAN/BELI

TEL. TERIMA : 04 OCT 2001

NO. JUDUL :

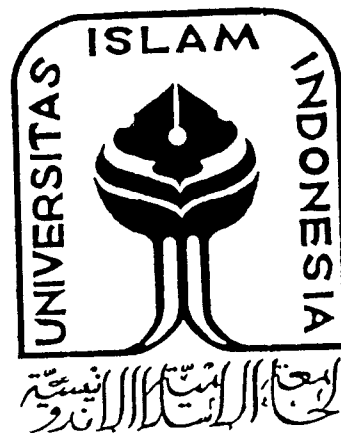
NO. INV. : 539/TA/ITS

NO. BOKOR :

512.0003341001

**TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN  
GEDUNG BRI BANTUL DENGAN MENGGUNAKAN  
ALGORITMA GENETIK**



MILIK PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun Oleh :

**Teddy Fefardian Chandra**

No. Mhs. : 92310116

NIRM : 920051013114120116

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2001**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR  
OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN  
GEDUNG BRI BANTUL DENGAN MENGGUNAKAN  
ALGORITMA GENETIK**

**N a m a** : Teddy Fefardian Chandra  
**No. Mhs.** : 92310116  
**NIRM** : 920051013114120116

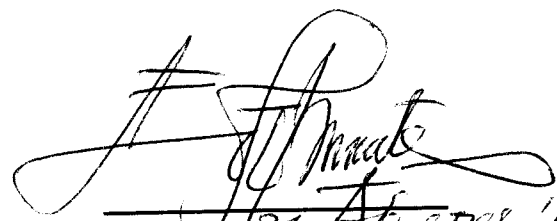
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**DR. IR. EDY PURWANTO, CES, DEA.**

**Dosen Pembimbing I**

**FITRI NUGRAHENI, ST, MT.**

**Dosen Pembimbing II**



Tanggal: 31 Agustus '01

tee



Tanggal: 31/8/01

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk :

*Papa dan Mama yang tercinta*

**Drs. H. Sudirman Effendy, MBA, MM, MSc, PhD dan Hj. Faryati**

*Saudara-saudaraku tersayang*

**Ir. Ahmad Setiawan PN dan Rika Rilitasari, SPd  
Febi Irwansyah, ST, MM dan Novita Rosyanti, SH**

**Novalia Andriani, STp, MM**

**H. Toddy Ferdinand Chandra, ST**

*Istri dan anakku tercinta*

**Sarah Namira, AMd**

**Muhammad Rafi Chandra Pratama**

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum wr. Wb.*

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT. Atas curahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Salawat dan salam semoga tercurah kepada Baginda Rasulullah Muhammad saw, karena dengan bimbingannya kita semua dapat menemukan jalan lurus dan benar.

Adapun Tugas akhir ini merupakan syarat mutlak untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik jenjang S1 di Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam Tugas akhir ini penyusun meneliti dan mencari optimasi penjadwalan pada proyek pembangunan gedung BRI Bantul, sehingga didapatkan hasil yaitu waktu yang dipersingkat dengan biaya yang minimal. Meskipun demikian, penyusun sadar bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna dari yang diharapkan. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kebaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi peneliti pada masa yang akan datang.

Akhirnya beribu terima kasih penyusun haturkan kepada :

1. Bapak **DR.IR. EDY PURWANTO, CES, DEA.** selaku Dosen Pembimbing I
2. Ibu **IR. FITRI NUGRAHENI, MT.** selaku Dosen Pembimbing II
3. Bapak **IR. H. FAISOL AM, MS.** selaku dosen tamu penguji
4. Kakak **Ir. Ryandra Narlan dan Istri**
5. Seluruh Pimpinan dan Staf di lingkungan civitas akademik Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
6. Teman-teman dan rekan-rekan semua yang sangat banyak membantu.

Semoga Allah SWT selalu mencurahkan rahmat, hidayah dan kebahagiaan untuk kita semua. Amin amin ya robbal'alamiin.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*  
Yogyakarta, Juni 2001

**Penyusun**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
INTISARI .....	xii
BAB I      PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Metode Penelitian .....	5
BAB II      TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Tinjauan Pustaka .....	8

BAB III	LANDASAN TEORI .....	10
	3.1 Perencanaan .....	10
	3.2 Perencanaan Waktu/Penjadwalan .....	11
	3.3 Metode Scheduling .....	11
	3.3.1 Diagram batang (Bar Chart/Gantt Chart) .....	12
	3.3.2 Diagram garis keseimbangan .....	12
	3.3.3 Diagram jaringan kerja .....	13
	3.3.3.1 PERT .....	13
	3.3.3.2 PDM .....	14
	3.3.3.3 CPM .....	15
	3.4 Estimasi Biaya .....	21
	3.5 Optimasi Durasi Proyek .....	23
	3.6 Hubungan Waktu dan Biaya .....	25
	3.7 Algoritma Genetik .....	28
	3.7.1 Pengantar Algoritma Genetik .....	28
	3.7.2 Operator Algoritma Genetik .....	29
	3.7.3 NLI-Gen .....	32
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	35
	4.1 Hasil Pengolahan Data .....	35
	4.2 Analisis Waktu dan Biaya Proyek .....	61
	4.3 Pembahasan .....	83

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	88
	5.1 Kesimpulan .....	88
	5.2 Saran .....	88

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 4.1 Data kegiatan	36
Tabel 4.2 Infentarisasi dan identifikasi data kegiatan	43
Tabel 4.3 Hasil perhitungan CPM dengan waktu normal	47
Tabel 4.4 Data kegiatan kondisi normal dan kondisi dipercepat	53
Tabel 4.5 Data kegiatan yang bisa dipercepat dan percepatannya	57
Tabel 4.6 Hasil perhitungan dengan waktu dipercepat total	63
Tabel 4.7 Hasil perhitungan dengan waktu 197 hari	68
Tabel 4.8 Hasil perhitungan dengan waktu 217 hari	75
Tabel 4.9 Hasil perhitungan tulisan pembanding setelah dikoreksi	84
Tabel 4.10 Perbandingan antara hasil metode bertahap dan pendekatan algoritma genetik	85



Gambar 20a. Grafik optimasi GA untuk waktu 197 hari

86

Gambar 20b. Grafik optimasi GA untuk waktu 217 hari

87

## DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 1. Hubungan yang umum antara waktu dan biaya suatu kegiatan	2
Gambar 2. Bagan alir penyiapan lembar kerja untuk proses optimasi	6
Gambar 3. Diagram alir proses optimasi permasalahan	7
Gambar 4. Anak panah putus-putus melambangkan hubungan antar peristiwa	16
Gambar 5. Model event CPM	17
Gambar 6. Model kegiatan CPM	17
Gambar 7. Perhitungan maju pada CPM	19
Gambar 8. Perhitungan mundur pada CPM	20
Gambar 9. Proses estimasi biaya proyek	23
Gambar 10. Hubungan antara waktu dan biaya	26
Gambar 11. Untuk pendekatan praktis	26
Gambar 12. Perbandingan antara pendekatan konvensional dan genetik	30
Gambar 13. Diagram alir proses optimasi dengan generator NLI-gen	34
Gambar 14. Jaringan kerja CPM dengan durasi normal	50
Gambar 15. Contoh struktur kromosom	61
Gambar 16. Jaringan kerja CPM dengan kondisi dipercepat total	66
Gambar 17. Jaringan kerja CPM dengan waktu 197 hari	73
Gambar 18. Jaringan kerja CPM dengan waktu 217 hari	80
Gambar 19. Grafik hasil hubungan waktu dan biaya proyek	82

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Tabel infentarisasi dan identifikasi data kegiatan (Tugas Akhir Purnomo, Adi Sutrisno, 2000)
- Lampiran 2. Perhitungan biaya percepatan (crash cost) dengan cara bertahap (Tugas Akhir- Purnomo, Adi Sutrisno,2000)

## INTISARI

Dalam merencanakan penjadwalan pada proyek konstruksi, pembuat jadwal mengasumsikan bahwa proyek akan dilaksanakan dengan kondisi normal. Adakalanya pihak manajemen menghendaki agar proyek selesai lebih cepat dari waktu normal. Usaha mempercepat pelaksanaan proyek dari waktu normal dengan biaya yang seminimal mungkin disebut dengan *crash program*. Karena adanya keterkaitan antar kegiatan, maka tidak semua kegiatan perlu dipercepat, tetapi hanya kegiatan yang kritis saja. Mempercepat kegiatan yang tidak kritis hanya akan meningkatkan biaya, sedangkan waktu pelaksanaan keseluruhan proyek tidak akan berkurang. Penambahan biaya akibat percepatan suatu kegiatan diusahakan seminimal mungkin dengan memprioritaskan kegiatan dengan *slope* kenaikan biaya terkecil.

Metode yang sering digunakan dalam mengoptimalkan proyek dengan crash program yaitu metode bertahap dan metode matematis. Kedua metode tersebut tidak efisien terutama pada proyek dengan banyak kegiatan (ratusan kegiatan atau lebih), dan tidak menjamin diperolehnya solusi yang optimal.

Algoritma Genetik akan digunakan untuk melakukan verifikasi terhadap proyek *crash program* yang telah dioptimasi dengan menggunakan metode bertahap. Proses optimasi menggunakan software *MS.Excel* dan generator algoritma genetik *NI1-gen*.

Optimasi dengan menggunakan algoritma genetik menghasilkan biaya *crash program* yang lebih optimal (kenaikan biaya proyek lebih kecil). Dengan waktu yang ditentukan 217 hari, metode algoritma genetik menghasilkan kenaikan biaya 0,235 % sedangkan metode bertahap 0,241 %. Untuk waktu yang ditentukan 197 hari, metode algoritma genetik menghasilkan kenaikan biaya 1,736 % sedangkan metode bertahap 1,747 %.

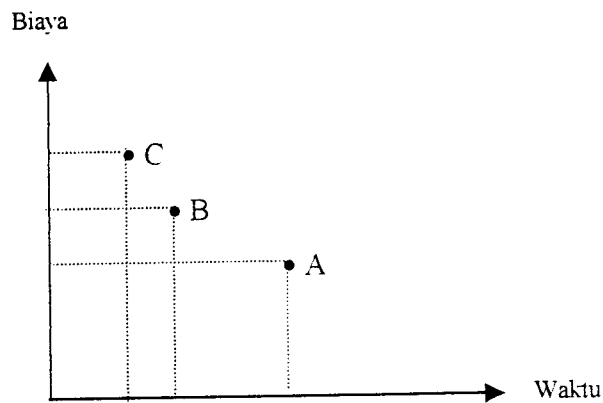
# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perencanaan adalah bagian yang sangat penting dalam pembangunan proyek konstruksi. Perencanaan dilakukan berdasarkan tujuan proyek yang ingin dicapai. Tiga aspek utama yang menjadi pertimbangan dalam perencanaan adalah waktu, biaya dan mutu. Dengan perencanaan yang tepat maka seluruh kegiatan proyek dapat dimulai dan selesai pada waktu yang secepatnya dengan alokasi waktu yang cukup, biaya yang serendah mungkin dan dengan mutu yang dapat diterima. Dalam perencanaan suatu proyek, seorang pengambil keputusan seringkali dihadapkan pada suatu pilihan dalam menetapkan sumber daya yang tepat, misalnya jumlah tenaga kerja, peralatan, metoda dan teknologi untuk melaksanakan suatu kegiatan proyek konstruksi. Setiap pilihan yang ditetapkan akan bermuara pada waktu, biaya dan mutu dari suatu kegiatan yang pada akhirnya akan berpengaruh pada waktu penyelesaian dan biaya keseluruhan proyek. Penjadwalan merupakan bagian dari perencanaan proyek konstruksi, yang merupakan gambaran dari suatu proses penyelesaian dan pengendalian proyek, dimana dengan penjadwalan akan tampak uraian pekerjaan, durasi (waktu) setiap kegiatan, waktu mulai dan waktu akhir kegiatan dan hubungan antar masing-masing kegiatan.

Setiap usaha mempercepat pelaksanaan proyek pada umumnya akan mengakibatkan kenaikan biaya proyek. Dengan menggunakan peralatan yang produktifitasnya lebih tinggi dapat mempercepat waktu pelaksanaan, tetapi biaya untuk itu akan lebih mahal. Hal ini memberikan kondisi yang dilematis sehingga diperlukan usaha agar proyek dapat dilaksanakan dengan biaya dan waktu yang optimal. Karena adanya hubungan waktu-biaya dalam suatu kegiatan dan adanya keterkaitan antar kegiatan, maka proses optimasi ini merupakan proses optimasi berskala besar (Feng. Et.al, 1997,2000)



Gambar 1. Hubungan yang umum antara waktu dan biaya suatu kegiatan  
Sumber : Feng. et.al, 1997

Kondisi seperti ini merupakan masalah utama dalam *Crash Program*, yaitu usaha untuk mempersingkat waktu pelaksanaan proyek dengan penambahan biaya yang minimal.

Banyak cara yang telah dikembangkan untuk menyelesaikan masalah ini, dan secara umum dibedakan menjadi dua yaitu metoda bertahap *heuristic* (bertahap)

dan model matematis. Kedua metode tersebut mempunyai keuntungan dan kelemahan dan keduanya biasanya digunakan untuk optimasi pada penjadwalan proyek dengan metoda CPM (*Critical Path Method*).

Dengan metode bertahap, pemilihan kegiatan yang akan diperpendek atau diperpanjang didasarkan pada kriteria pemilihan tertentu, pengurangan waktu diprioritaskan pada kegiatan yang kritis dan yang mempunyai *slope* kenaikan biaya terkecil dengan selalu mempertahankan jalur kritis yang ada. Metode ini mengasumsikan perubahan biaya terhadap waktu dalam suatu kegiatan adalah linier. Pada hubungan perubahan waktu terhadap biaya yang tidak linier, dimana setiap perbedaan waktu pelaksanaan dalam suatu kegiatan memberikan *slope* yang berbeda maka penetapan prioritas sulit diterapkan.

Penggunaan model matematis untuk optimasi penjadwalan proyek membutuhkan usaha perhitungan yang rumit, dan beberapa pendekatannya tidak memberikan solusi yang optimal (Feng, et.al, 1997,2000).

Untuk itu dapat digunakan metoda coba-coba, namun hal ini sulit bila dilakukan penghitungan secara manual karena banyaknya kombinasi yang mungkin terjadi. Dengan kemajuan teknologi komputer yang ada sekarang, maka hal ini dapat dilakukan. Suatu metode yang relatif baru yaitu Algoritma Genetik (*Genetic Algorithm*), yang merupakan algoritma pencarian (*search algorithm*) yang dikembangkan oleh John Holland (1975) yang berdasarkan pada mekanisme penyeleksian secara alami dan genetis untuk mencari keseluruhan ruang keputusan untuk mendapatkan solusi optimal (Goldberg, 1989) akan digunakan dalam pemecahan masalah ini.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan uraian di atas maka timbul permasalahan yaitu bagaimana merencanakan waktu dan biaya suatu proyek secara optimal.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimasi Proyek Pembangunan Gedung BRI Bantul dengan Algoritma Genetik, yaitu durasi yang masih dalam batas yang dapat diterima dan biaya yang minimal, sebagai pembanding hasil Optimasi Crash Program Dengan CPM Pada Proyek Pembangunan Gedung BRI Bantul.

## 1.4 Batasan penelitian

Agar penyelesaian masalah lebih terarah maka dilakukan pembatasan terhadap penelitian ini sebagai berikut :

- a. Perencanaan penjadwalan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*)
- b. Sumber daya diasumsikan tidak terbatas.
- c. Kegiatan yang dipercepat hanya kegiatan tertentu yang secara teknis maupun nonteknis dapat dipercepat.
- d. Proses optimasi menggunakan fasilitas fungsi pada *Software MS.Excel* dan *Software* generator Algoritma Genetik yaitu *NI-Gen*.
- e. Waktu dibuat berdasarkan RAP.
- f. Biaya proyek yang dimaksud adalah Biaya Total yaitu Biaya langsung dan Biaya tidak langsung.



### 1.5 Manfaat penelitian

Penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat jasa konstruksi untuk menyelesaikan masalah optimasi pada penjadwalan proyek, baik untuk proyek *crash program* maupun proyek normal dimana memerlukan analisis keputusan dalam penetapan metode pelaksanaan suatu kegiatan yang berbeda baik dari segi waktu dan biaya.

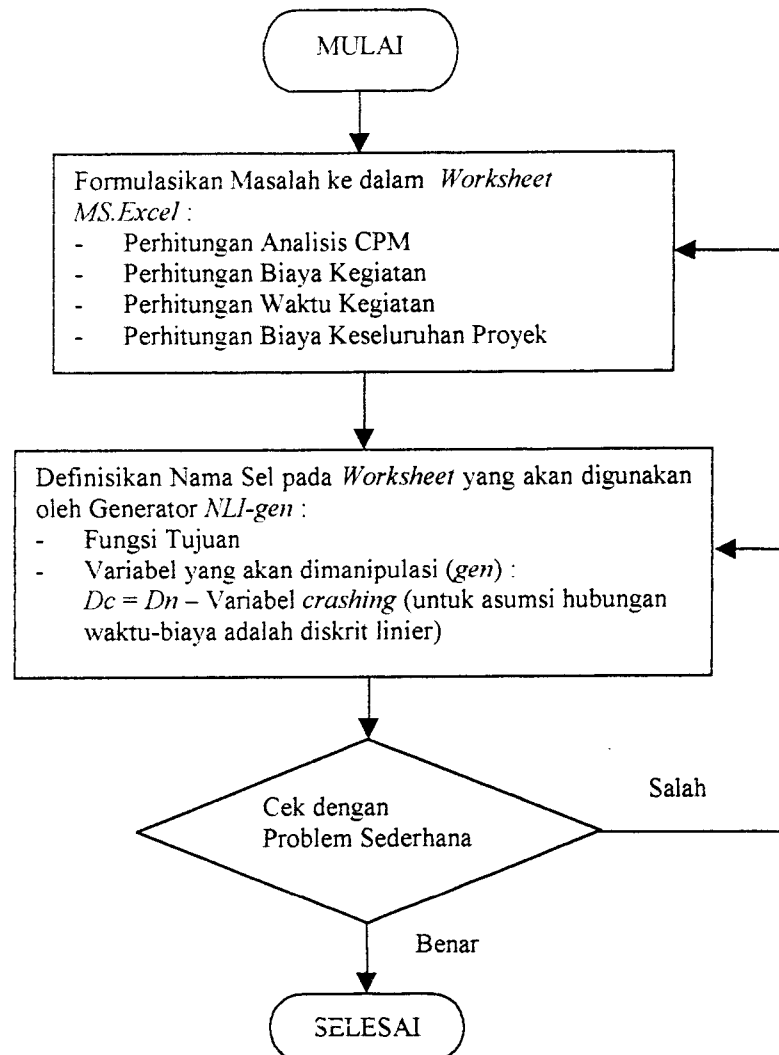
Bagi dunia pendidikan, penelitian ini berguna untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan terutama dalam hal perencanaan penjadwalan proyek konstruksi.

### 1.6 Metode Penelitian

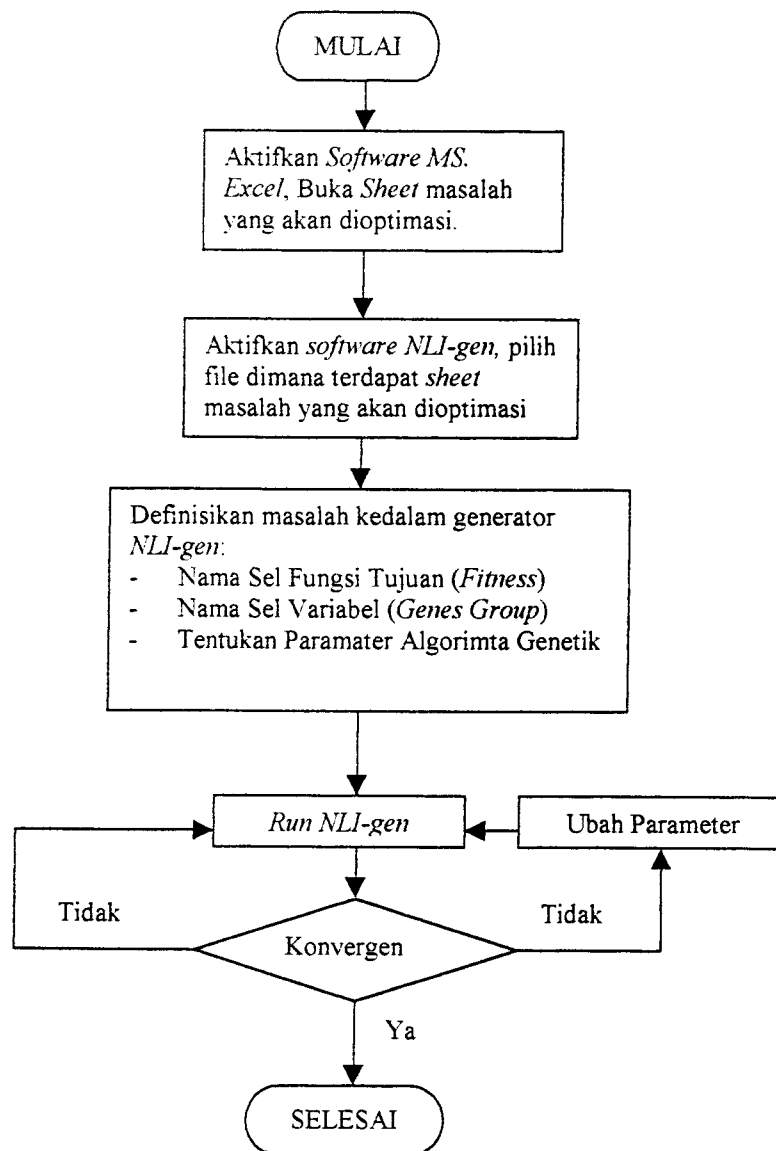
Agar tujuan penelitian tercapai maka dilakukan tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut :

- a. Data sekunder diambil dari Tugas Akhir – Purnomo, Adi sutrisno, 2000
- b. Pengumpulan data yang diperlukan untuk memenuhi variabel-variabel yang dibutuhkan untuk penelitian.
- c. Perancangan lembar kerja (*spreadsheet*) dengan *MS.Excel* untuk otomatisasi perhitungan jaringan kerja CPM dan perhitungan lainnya.
- d. Pengolahan data lapangan yang nantinya akan digunakan sebagai masukan pada lembar kerja (*spreadsheet*).
- e. Optimasi masalah menggunakan Algoritma Genetik dengan generator *NLI-Gen*.
- f. Analisis dan pembahasan.

Diagram alir perancangan lembar kerja dan proses optimasi masalah dapat dilihat pada gambar 2. Dan gambar 3. di bawah ini



Gambar 2. Bagan Alir Penyiapan Lembar Kerja (Worksheet) untuk proses Optimasi



Gambar 3. Diagram alir proses optimasi permasalahan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Feng, et.al, 1997, menyatakan bahwa *Time-Cost Trade-off analysis* adalah satu dari beberapa aspek yang paling penting dari perencanaan dan pengendalian proyek konstruksi.

Purnomo dan Adi Sutrisno, 2000, dalam kesimpulan penelitiannya menyatakan bahwa waktu yang optimal dalam optimasi *crash program* pada jaringan kerja CPM didapatkan dengan metode jalur kritis bertahap dan selanjutnya menyarankan untuk menggunakan program komputer dalam penghitungan CPM. Baik Purnomo et.al dan Eko et.al melakukan perhitungan optimasi secara manual. Sementara itu, Feng, et.al, 1997 menggunakan fungsi *MS.Excel* untuk entry data dan prosedur algoritma genetik dalam penghitungan optimasi terhadap masalah ini.

Teknik yang ada sekarang yang menggunakan metode bertahap dan model matematis tidak efisien atau tidak cukup akurat untuk menyelesaikan masalah optimasi biaya dan waktu (*Time-Cost Trade-off Problem/TCTP*) dalam proyek konstruksi yang nyata (Feng, et.al.,1997).

Dalam kesimpulan penelitian yang dilakukan oleh Sulisetyawan dan Mulyani (2000), dinyatakan bahwa terdapat penurunan produktifitas sebesar kurang lebih 20 % akibat penambahan jam kerja (lembur) dalam rangka

percepatan waktu pelaksanaan, sedangkan pada penambahan tenaga kerja, tidak ada penurunan produktifitas.

Terdapat perbedaan produktifitas pada komposisi kelompok kerja dalam pekerjaan pasangan batu bata, Nuriarti dan Fachrizal (2000).

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Perencanaan

Perencanaan adalah tulang punggung atau pondasi seluruh kegiatan proyek. Perencanaan dilakukan berdasarkan tujuan proyek yang ingin dicapai.

Dengan adanya perencanaan yang tepat :

- a. Seluruh kegiatan proyek dimulai dan selesai pada waktu yang paling cocok (sesuai).
- b. Tiap kegiatan mendapatkan alokasi waktu yang cukup.
- c. Sumber daya proyek yang dibutuhkan pada setiap kegiatan tersedia dalam jumlah yang cukup, dengan kualitas yang sesuai dan pada waktu yang tepat.
- d. Pemilihan dan penetapan kegiatan (kelompok tugas dan kegiatan kerja) yang diperlukan untuk pencapaian tujuan proyek.
- e. Identifikasi hubungan atau interaksi kegiatan-kegiatan yang telah ditetapkan.
- f. Pemilihan dan penetapan metoda dan teknologi konstruksi.
- g. Estimasi sumber daya yang dibutuhkan dan durasi setiap pekerjaan.

Didalam perencanaan konstruksi terdapat dua pendekatan/orientasi yaitu yang berorientasi pada biaya dan yang berorientasi pada waktu/*schedule*.

### 3.2 Perencanaan waktu/Penjadwalan

Perencanaan waktu/penjadwalan, selanjutnya disebut dengan *scheduling*, merupakan bagian yang sangat penting dalam penyelesaian dan pengendalian proyek. *Scheduling* adalah proses identifikasi dan penyusunan sejumlah tugas atau kegiatan dalam urutan kejadian tertentu sesuai dengan tujuan. *Scheduling* telah digunakan secara luas dalam berbagai bidang, tidak hanya digunakan dalam konstruksi. Kadang-kadang tenaga kerja, peralatan, material dan organisasi digabungkan bersama, sesuai dengan tujuan penggunaan *schedule*. Sekarang telah banyak program komputer, baik yang komersial maupun yang digunakan untuk kalangan tertentu, yang mampu mewujudkan tujuan *scheduling*, misalnya *Microsoft Project*, *Primavera*. Program ini tidak hanya digunakan dalam tahapan perencanaan, tetapi sekaligus juga dapat digunakan sebagai alat pengendalian.

Hasil dari *scheduling* yaitu *time schedule* minimal menunjukkan adanya:

- a. Item pekerjaan/ kegiatan
- b. Durasi (waktu) setiap kegiatan
- c. Waktu mulai dan waktu akhir setiap kegiatan
- d. Hubungan logis antar masing-masing kegiatan

Hal yang menarik saat ini adalah digunakannya *schedule* sebagai alat/senjata dalam klaim proyek konstruksi.

### 3.3 Metode Scheduling

*Schedule* adalah alat manajemen yang dapat digunakan untuk koordinasi, pengendalian dan pelaporan. Ada beberapa jenis/metode *scheduling* yang sering digunakan dalam proyek konstruksi. Metode mana yang akan digunakan

tergantung pada kemampuan pembuat *schedule* dan tingkat informasi yang ingin disampaikan.

### **3.3.1. Diagram batang (bar chart/ gantt chart)**

Diagram batang, merupakan bentuk *schedule* yang sering digunakan dalam proyek konstruksi. Diagram batang ini biasa disebut *Gantt Chart*, karena dikembangkan pertama kali oleh Henry L. Gantt. Diagram batang ini merupakan *schedule* yang secara grafis adalah metode yang paling simple, karena mudah dipahami dan dapat dibuat dalam waktu yang lebih cepat dari metode lain. Pada kolom sisi kiri terdapat item pekerjaan dan informasi lainnya, antara lain volume pekerjaan, besar anggarannya dan durasi waktu pelaksanaannya. Besar anggaran dari masing-masing item pekerjaan tersebut sering juga dinyatakan dalam satuan persentase bobot. Pada sisi kanan terdapat balok-balok dengan skala horisontal yang menggambarkan waktu pelaksanaan proyek. Biasanya untuk melengkapi diagram batang juga ditambahkan “kurva S” yang merupakan kumulatif persentase dari bobot masing-masing item pekerjaan. Kurva S ini bermanfaat untuk memantau/mengevaluasi kemajuan dan kinerja proyek. Metode ini juga dipakai pada program komputer komersial yang ada saat ini baik untuk perencanaan maupun pengendalian proyek. Pada program komputer komersial ini, *bar-chart* disajikan lebih informatif, terdapat hubungan logis antar kegiatan, jalur kritis, dan alokasi sumber daya maupun personil yang bertanggung jawab.

### **3.3.2 Diagram garis keseimbangan (Line Balance Diagram)**

Diagram ini dapat digunakan secara efisien dalam merencanakan pekerjaan/operasional yang berulang (*repetitive*). Operasional yang berulang



secara visual digambarkan dengan garis, dimana kemiringan setiap garis menunjukkan tingkat produktivitas pekerjaan. Disebut garis keseimbangan karena tingkat produktivitas pekerjaan dalam keadaan seimbang (*linier*), dengan menghindari penundaan atau penghentian pekerjaan.

*Schedule* disusun dengan menggunakan garis-garis yang menunjukkan hubungan antara lokasi pekerjaan dengan waktu dari tiap-tiap pekerjaan. Ordinatnya menunjukkan lokasi kegiatan (misalnya STA pada pekerjaan jalan, blok rumah pada pekerjaan perumahan, nomer lantai pada pekerjaan gedung bertingkat) dan absisnya menunjukkan waktu yang dibutuhkan, dan garisnya adalah kegiatan/pekerjaannya.

### **3.3.3 Diagram Jaringan Kerja (*Network Planning Diagram*)**

Diagram jaringan kerja ini digunakan untuk menggambarkan kegiatan yang disusun berdasarkan urutan-urutan dari semua pekerjaan sedemikian rupa sehingga tampak keterkaitan antar pekerjaan untuk mendapatkan waktu penyelesaian proyek secara efisien. Rencana kerja dengan diagram jaringan kerja ini biasanya digunakan pada proyek-proyek yang mempunyai aktivitas yang cukup banyak dan rumit, sehingga dibutuhkan pengetahuan yang cukup terhadap semua aspek proyek. Penyiapan penyusunan *schedule* ini memerlukan informasi yang cukup lengkap dan rinci. Untuk proyek yang besar dan dinamis, diperlukan perangkat komputer untuk merencanakan dan merevisi *schedule* untuk ketelitian serta efisiensi waktu dan biaya.

Ada tiga macam diagram jaringan kerja yang biasa digunakan yaitu :

#### **3.3.3.1. PERT (*Programme Evaluation and Review Technique*).**

Metode ini hampir sama dengan CPM, namun ada perbedaan mendasar kedua metode ini, dimana PERT menempatkan kegiatan pada lingkaran (*activity on node*) sedangkan CPM menempatkan kegiatan pada anak panah (*activity on arrow*). PERT lebih berorientasi pada waktu, dengan mempertimbangkan probabilitas kedalam prosedur perhitungannya. PERT cocok digunakan pada perusahaan yang mempunyai data yang cukup banyak dan lengkap mengenai durasi proyek yang pernah dilaksanakan sehingga dapat diperoleh distribusi durasinya.

#### 3.3.3.2. PDM (*Precedence Diagram Method*)

Konsep dasar metoda ini diperkenalkan oleh Prof. John W. Fondahl pada tahun 1961. Metode ini merupakan metode kegiatan pada lingkaran. Metode ini memungkinkan hubungan yang lebih rinci jika dibandingkan dengan CPM. Ada empat bentuk hubungan dalam PDM yaitu :

*Finish to Start* (FS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya aktivitas berikutnya tergantung pada selesainya aktivitas sebelumnya. Selang waktu menunggu untuk dapat melanjutkan aktivitas berikutnya disebut *lag*.

*Start to Start* (SS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya aktivitas berikutnya tergantung pada mulainya aktivitas sebelumnya. Selang waktu dimulainya kedua aktivitas tersebut disebut *lag*.

*Finish to Finish* (FF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya aktivitas berikutnya tergantung pada selesainya aktivitas sebelumnya. Selang waktu antara selesainya kedua aktivitas tersebut disebut *lag*.

*Start to Finish* (SF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya aktivitas berikutnya tergantung pada mulainya aktivitas sebelumnya.

### 3.3.3.3 CPM (*Critical Path Method*)

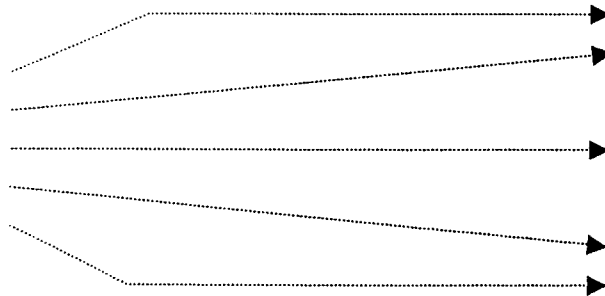
Metode jalur kritis atau *Critical Path Method* (CPM) merupakan suatu teknik perencanaan dengan analisis jaringan (*network*) berdasarkan logika ketergantungan antar aktivitas yang ada. Hubungan antar aktivitas tersebut ditetapkan untuk menunjukkan apakah suatu aktivitas dapat dimulai tanpa tergantung aktivitas lain atau hanya dapat dimulai bila suatu aktivitas lain telah selesai. Jadi dasar analisis lintasan kritis ini adalah hubungan pendahulu-pengikut (*predecessor-successor*).

Analisis lintasan kritis menghasilkan lama waktu yang diperlukan untuk penyelesaian proyek. Lintasan kritis adalah urutan aktivitas-aktivitas yang berhubungan, dengan durasi kumulatif terpanjang. Proyek tidak akan dapat diselesaikan sampai seluruh aktivitas kritis (*critical activities*) selesai.

Beberapa pengertian dasar dalam CPM :

- ***Aktivitas/kegiatan*** adalah pekerjaan tunggal yang waktu mulai dan waktu berakhirnya diketahui. Aktivitas merupakan kegiatan yang menggunakan waktu.
- ***Events*** adalah titik dalam suatu waktu yang merupakan akhir dari aktivitas sebelumnya atau awal dari kegiatan selanjutnya.
- ***Durasi*** adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap aktivitas, kebanyakan satuan durasi dibuat dalam hari, namun dapat juga dibuat dalam jam bahkan dalam bulan.

- *Dummy* adalah kegiatan dengan durasi = 0. Kegunaannya yaitu untuk menyatakan keterkaitan antar kegiatan, jadi sebenarnya *dummy* bukanlah suatu bentuk kegiatan.



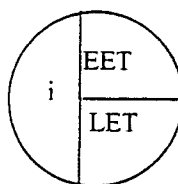
Gambar 4. Anak panah terputus-putus melambangkan hubungan antar peristiwa.

- *Logic* adalah urutan aktivitas. Mulainya suatu aktivitas tergantung pada selesainya aktivitas yang lainnya. Hampir tidak ada suatu proyek yang mempunyai *logic* yang sama dengan proyek lainnya, karena terdapat lebih dari satu cara dalam menyelesaikan suatu proyek.
- *Logic diagram* adalah penampilan secara grafis dari sekumpulan *logic*, yang juga dapat disebut sebagai *network* (jaringan).
- *Network analysis* adalah perhitungan matematis untuk mendapatkan informasi suatu kegiatan atau proyek, misalnya waktu mulai, waktu selesai, jalur kritis dan informasi lainnya yang diperlukan.
- *Jalur kritis* adalah kombinasi urutan aktivitas-aktivitas dan hubungan dari awal sampai akhir proyek yang mempunyai waktu penyelesaian terpanjang.

- *Aktivitas pada jalur kritis* disebut aktivitas kritis. Penundaan penyelesaian aktivitas kritis akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek.
- *Float* adalah sejumlah waktu lebih yang diperoleh dari selisih perhitungan kedepan dan kebelakang dari suatu aktivitas. Aktivitas yang tidak memiliki *float* berarti aktivitas tersebut berada pada jalur kritis.

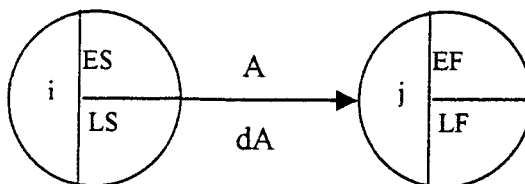
Untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam *schedule*, maka diperlukan Analisis Jaringan CPM, berikut ini akan diuraikan metode analisis jaringan pada CPM.

#### a. Model CPM



Gambar 5. Model *event* CPM

- *Earliest Event Time* (EET) adalah waktu suatu kejadian paling cepat dapat terjadi
- *Latest Events Time* (LET) adalah waktu suatu kejadian paling lambat harus terjadi.

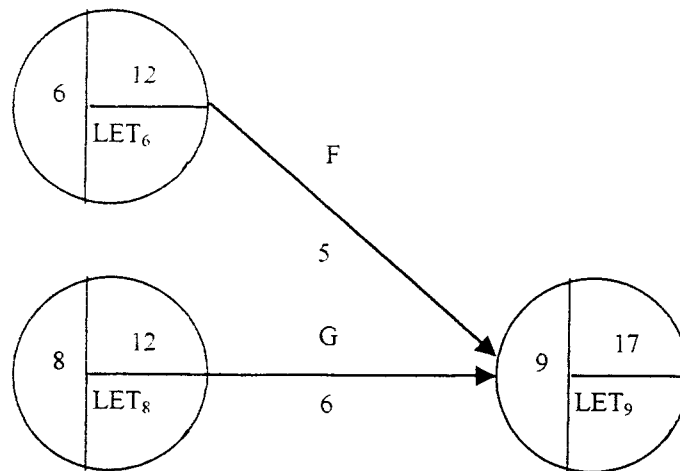


Gambar 6. Model kegiatan CPM

- A = Nama aktivitas, dA = durasi
- i, j = Nama/nomer event
- *Earliest Start* (ES) adalah waktu kejadian paling cepat suatu kegiatan dapat dimulai.
- *Latest Start* (LS) adalah waktu kejadian paling lambat suatu kegiatan boleh dimulai,  $LS_{ij} = LF_{ij} - D_{ij}$
- *Earliest Finish* (EF) adalah waktu kejadian paling cepat suatu kegiatan dapat selesai,  $EF_{ij} = ES_{ij} + D_{ij}$
- *Latest Finish* (LF) adalah waktu kejadian paling lambat suatu kegiatan harus selesai
- *Total Float* (TF) adalah sejumlah waktu dari suatu kegiatan yang dapat di tunda tanpa menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. TF berguna dalam penentuan prioritas suatu kegiatan,  $Tf_{ij} = LF_{ij} - Es_{ij} - D_{ij}$

#### **b. Perhitungan maju**

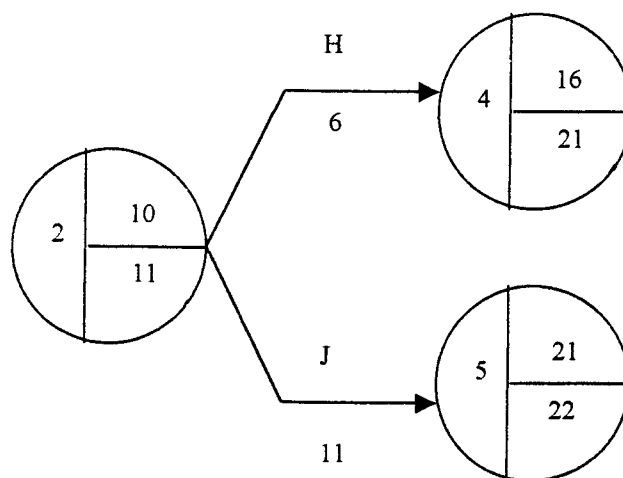
Perhitungan maju dilakukan untuk mendapatkan seluruh EET dari kejadian. Perhitungan ke depan dilakukan dari awal 0 dan seterusnya sampai akhir kegiatan. Jika ada dua atau lebih waktu kejadian maka yang diambil adalah yang harga kejadian yang terbesar.



Gambar 7. Perhitungan maju pada CPM

### c. Perhitungan mundur

Perhitungan mundur dilakukan untuk mendapatkan seluruh LET dari kejadian. Perhitungan mundur dilakukan dari akhir rangkaian kegiatan dengan mengambil harga LET kegiatan terakhir = harga EET kegiatan terakhir dan selanjutnya bergerak mundur ke awal kegiatan proyek. Jika terdapat dua atau lebih waktu kejadian maka yang diambil adalah nilai yang terkecil.



Gambar 8. Perhitungan mundur pada CPM

#### d. Perhitungan waktu tenggang

Ada beberapa float di dalam CPM, yaitu :

- *Start Float* (SF), yaitu float pada awal kegiatan,  $SF_i = LS_i - ES_i$
- *Finish Float* (FF), yaitu float pada akhir kegiatan,  $FF_i = LF_i - EF_i$
- *Total Float* (TF), yaitu jumlah waktu dari suatu kegiatan yang dapat ditunda tanpa menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. TF dipakai untuk menempatkan prioritas suatu kegiatan ( $TF_{ij} = LF_{ij} - ES_{ij} - D_{ij}$ )
- *Free Float* (FF), adalah sejumlah waktu dimana suatu kegiatan dapat diperlambat tanpa mempengaruhi *early start* aktivitas sesudahnya ( $FF_{ij} = EF_{ij} - ES_{ij} - D_{ij}$ )
- *Independent Float* (IF) yaitu sejumlah waktu dimana suatu kegiatan dapat diperlambat tanpa mempengaruhi TF aktivitas sebelum dan sesudahnya, ( $IF_{ij} = EF_{ij} - LS_{ij} - D_{ij}$ )

Beberapa catatan :

Untuk kegiatan yang tidak terputus,  $SF = FF$

$TF > FF > IF$

Jika float bernilai negatif, harus diartikan float = 0

#### e. Jalur kritis dan Durasi Proyek

Jalur kritis diperoleh jika :

$$EET_i = LET_i$$

$$EET_j = LET_j$$

$$TF_{ij} = LET_j - EET_i - D_{ij} = 0$$

Jumlah durasi pada jalur kritis menunjukkan durasi proyek.



### f. Estimasi Durasi

Durasi didapatkan berdasarkan kuantitas pekerjaan dan produktifitas sumber daya yang digunakan :

$$t = \frac{\text{Kuantitas Pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \quad \dots\dots (3.1)$$

Produktivitas merupakan fungsi dari tenaga kerja, peralatan, metode dan efisiensi. Karena data CPM dari kontraktor tidak ada, maka durasi kegiatan secara garis besar didapatkan dengan mengacu pada diagram balok. Sedangkan durasi kegiatan yang lebih rinci diperoleh dari pengalaman pembuat jadwal atau estimator.

### 3.4 Estimasi Biaya

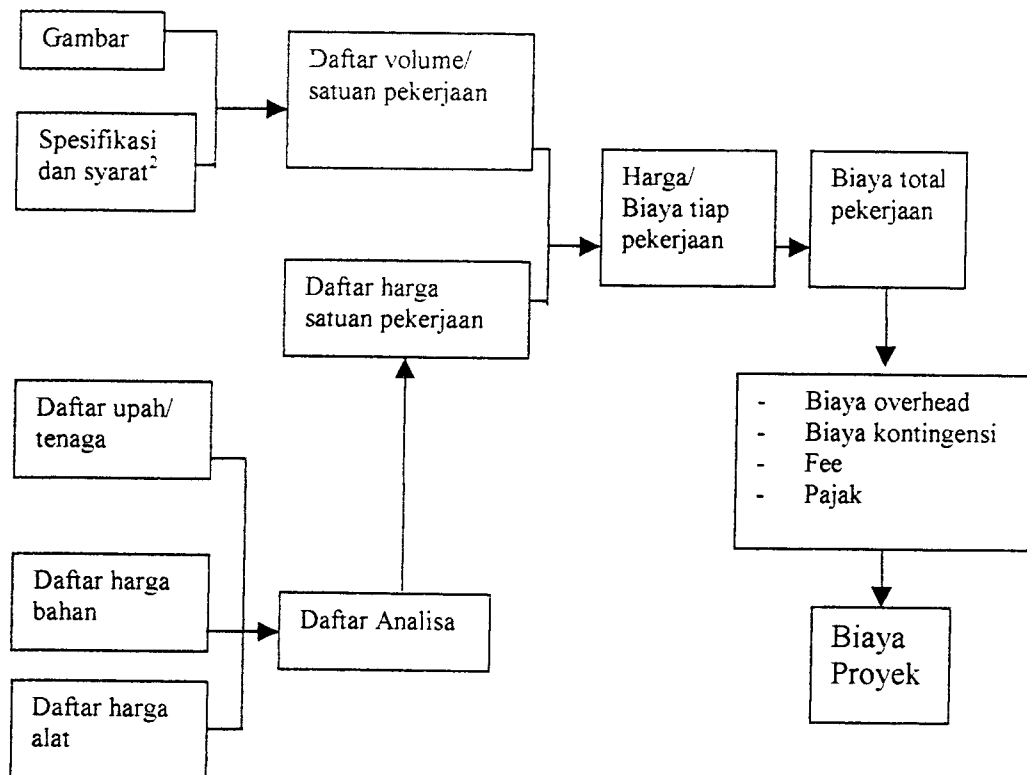
Estimasi biaya konstruksi merupakan penaksiran biaya aktual proyek. Berapa besarnya biaya yang nyata dari suatu proyek hanya dapat diketahui setelah proyek selsesai dan setiap komponen biaya dijumlah total. Kesuksesan estimasi biaya adalah ketepatan penaksiran biaya aktual proyek. Ketepatan estimasi biaya tergantung pada pengetahuan, ketrampilan dan pengalaman *estimator*. Pengetahuan dan ketrampilan estimator diperlukan untuk memilih metode konstruksi yang dipakai, dan pengalaman seorang estimator akan sangat menentukan keputusan-keputusan yang akan diambil dalam penyelesaian proyek. Ketepatan estimasi juga sangat tergantung pada ketersediaan informasi yang diperlukan, semakin lengkap informasi yang didapatkan, semakin akurat estimasi yang dilakukan.

Berdasarkan tujuan dari pihak yang melakukan estimasi, maka masing-masing estimator melakukan pendekatan estimasi yang berbeda.

Setiap estimasi, apakah akan digunakan dalam tahap konseptual proyek atau pada waktu penawaran, harus mempertimbangkan masalah dasar yang sama. Harga proyek dipengaruhi oleh ukuran proyek, mutu pekerjaan, lokasi, waktu mulai pelaksanaan dan durasi, serta kondisi pasar umum yang lain. Keakuratan suatu estimasi secara langsung dipengaruhi oleh kemampuan estimator untuk menganalisa dengan tepat masalah-masalah dasar ini. (Gould, F.E, 1997)

Estimasi detail/rinci adalah estimasi biaya yang didasarkan pada perhitungan rinci tiap item pekerjaan yang ada pada proyek dan biasanya menggunakan Analisa Harga Satuan untuk setiap item pekerjaan. Estimasi detail ini baru dapat dilakukan jika gambar rencana, spesifikasi dan data lain sudah tersedia (Pekerjaan desain sudah selesai).

Secara umum, proses estimasi biaya proyek digambarkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 9. Proses Estimasi Biaya Proyek.

### 3.5 Optimasi Durasi Proyek

Dalam persiapan pelaksanaan konstruksi, tim proyek memecah proyek kedalam kegiatan-kegiatan/aktivitas dan menyatukannya kembali dalam bentuk schedule dan estimasi biaya. Dalam persiapan ini, tim proyek mempunyai berbagai kemungkinan metode pelaksanaan beserta implikasi waktu serta biayanya. Untuk itu diperlukan usaha optimasi agar proyek dapat diselesaikan dengan durasi yang sesuai dengan disyaratkan dan dengan biaya yang minimum.

Adakalanya dalam penyusunan schedule, tim proyek mengasumsikan perhitungan durasi dan estimasi biaya dalam keadaan normal. Pada tahap ini masih ada peluang untuk percepatan/perlambatan schedule sehingga diperoleh waktu dan biaya yang optimal. Dengan menambah tenaga kerja atau peralatan atau penambahan jam kerja, durasi suatu kegiatan dapat dipercepat, dan jika kegiatan ini adalah kegiatan kritis, hal ini akan memperpendek durasi proyek.

*Crashing* adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan proses percepatan suatu kegiatan atau banyak kegiatan untuk memperpendek durasi keseluruhan proyek (Gould, 1997). Kegiatan dilakukan percepatan dengan berbagai alasan yang berbeda diantaranya :

Suatu kegiatan mungkin perlu untuk diselesaikan pada waktu tertentu karena alasan kontraktual.

Beberapa kegiatan dapat diselesaikan secara lebih ekonomis jika dilaksanakan selama waktu tertentu pada tahun tersebut sehingga perlu untuk dipercepat.

Biaya untuk mempercepat suatu kegiatan yang memperpendek durasi proyek mungkin lebih murah dari biaya yang dihabiskan proyek untuk waktu yang sama.

Ketika suatu kegiatan dipercepat, biaya langsung untuk aktivitas tersebut meningkat. Biaya langsung yaitu biaya material, tenaga kerja, dan peralatan yang secara langsung berhubungan dengan pelaksanaan kegiatan. Percepatan menyebabkan kenaikan biaya langsung proyek karena adanya inefisiensi yang disebabkan oleh percepatan kerja pada tingkat yang lebih cepat dari biasanya. Tetapi kenaikan biaya langsung tersebut mungkin lebih rendah dari biaya tak langsung yang dapat dihemat atau bonus/insentif yang didapatkan.

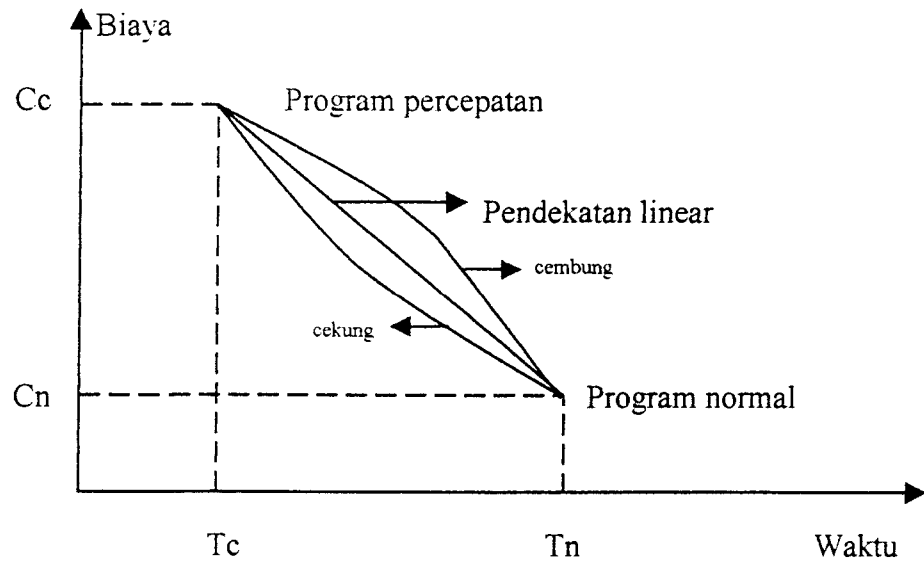
### 3.6 Hubungan Waktu dan Biaya

Hubungan waktu dan biaya didalam pelaksanaan proyek tidak akan pernah lepas. Dalam hal ini apabila waktu pelaksanaan proyek dipercepat dari waktu pelaksanaan normal, maka akan timbul kenaikan dalam pembiayaan. Biaya akan naik apabila terjadi :

- a. Penambahan tenaga kerja,
- b. Pengadaan alat penunjang untuk percepatan pekerjaan,
- c. Kerja lembur, dll.

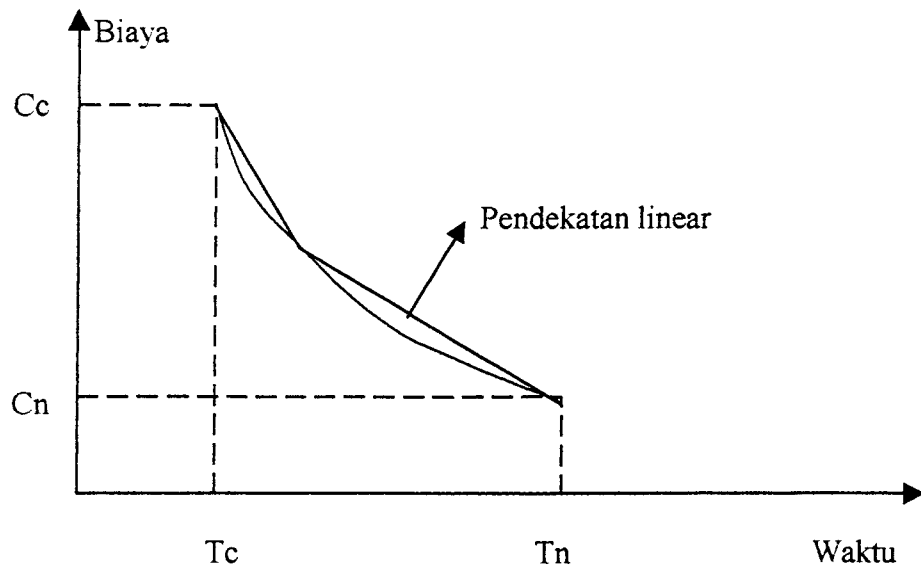
Dalam analisis biaya CPM, kita memerlukan informasi dari dua program pekerjaan yang berbeda yaitu : program pekerjaan normal dan program pekerjaan percepatan (*crash program*). Dalam pekerjaan normal, waktu yang dibutuhkan disebut waktu normal ( $T_n$ ) dan biaya yang terjadi disebut biaya normal ( $C_n$ ). Sedang dalam crash program waktu yang terjadi disebut waktu percepatan atau crash time ( $T_c$ ) dan biaya yang terjadi disebut biaya percepatan atau crash cost ( $C_c$ ).

Penentuan hubungan biaya dan waktu secara tepat untuk tiap-tiap kegiatan tidak selalu mudah. Dalam hal ini karena biaya pelaksanaan proyek terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung, maka sesungguhnya yang terjadi hubungan antara waktu dan biaya bisa berbentuk Kurve "Concave" (cekung) atau "Convex" (cembung).



Gambar 10. Hubungan antara waktu dan biaya

Untuk maksud-maksud praktis dalam prakteknya sering dipergunakan hubungan yang linear antara waktu dengan biaya dalam suatu proyek.



Gambar 11. Untuk pendekatan praktis

Hubungan antara waktu dan biaya dengan pendekatan linear, maka kemiringan (slope) adalah konstan pada titik-titik yang berbeda sepanjang garis hubungan waktu dan biaya. Kemiringan ini menunjukkan biaya tambahan (*Incremental Cost / Ic*) per unit pengurangan waktu.

Biaya tambahan (*Ic*) setiap kegiatan dapat dihitung dengan rumus :

$$Ic = \frac{Cc - Cn}{Tn - Tc} \quad (\text{Rp/hari}) \quad \dots (3.2)$$

- dimana,
- $Ic$  = *Incremental Cost* / Biaya tambahan
  - $Cn$  = *normal cost* / biaya normal
  - $Cc$  = *crash cost* / biaya percepatan
  - $Tn$  = *normal time* / waktu normal
  - $Tc$  = *crash time* / waktu setelah dipercepat

Setelah didapat hubungan waktu normal dan biaya normal, maka tahap berikutnya mempertimbangkan kemungkinan-kemungkinan memperkecil lamanya waktu pelaksanaan proyek. Agar supaya dalam pengurangan waktu mendapat manfaat yang paling menguntungkan, maka yang perlu mendapat perhatian terbesar adalah pada kegiatan-kegiatan kritis dan yang mempunyai biaya tambah (*Ic*) kecil. Tetapi perlu dicermati bahwa pengurangan waktu suatu kegiatan dibatasi sampai batas tertentu.

Hasil pengurangan waktu kegiatan mungkin menimbulkan suatu jadwal waktu yang baru dan dengan jalur kritis yang juga baru.

Jadi untuk ringkasnya dalam pengurangan waktu proyek harus ditempuh :

1. Menghitung asumsi semua kegiatan terjadi pada waktu normal dan biaya normal,
2. Menghitung besarnya tambahan biaya ( $I_c$ ) untuk semua kegiatan,
3. Mengurangi waktu proyek dengan menekan sebanyak mungkin kegiatan-kegiatan kritis dengan koefisien arah terkecil. Hal ini perlu memperhatikan batasan pengurangan waktu maksimal tiap kegiatan dan perubahan jalur kritis bila terjadi.

Prosedur no. 3 ini diulang-ulang sampai menghasilkan waktu yang paling menguntungkan.

Dengan menganalisis hubungan antara waktu dan biaya, maka target pelaksanaan proyek diharapkan memperoleh hasil yang paling optimum.

### **3.7 AGORITMA GENETIK**

#### ***3.7.1 Pengantar Algoritma Genetik***

Algoritma ini dikembangkan oleh John Holland dari *University of Michigan* pada tahun 1975 dengan berdasarkan teori evolusi C. Darwin "*Survival of the fittest*". Algoritma Genetik telah digunakan secara luas pada problem optimasi.

Algoritma genetik menggunakan perbendaharaan kata yang dipinjam dari sifat keturunan alamiah. Dalam algoritma genetik akan dibicarakan tentang individu (atau *genotypes*, *structures*) dalam suatu populasi, seringkali individu-individu ini disebut juga dengan *strings* atau *chromosomes*. Kromosom terdiri dari



unit-unit *genes* (juga sering disebut sebagai *features*, *characters*, atau *decoders*), setiap *gene* mengendalikan satu atau beberapa karakter. *Genes* dari karakter tertentu berada pada tempat tertentu dari kromosom, yang disebut *loci* (posisi *string*), nilai/angka dari *genes* disebut *alleles*. Setiap *genotype* (kromosom tunggal/individu) mempunyai potensi untuk memberikan solusi terhadap suatu masalah, proses evolusi terjadi pada populasi dari kromosom-kromosom sehubungan dengan pencarian semua ruang solusi yang potensial (Michalewicz, 1996)

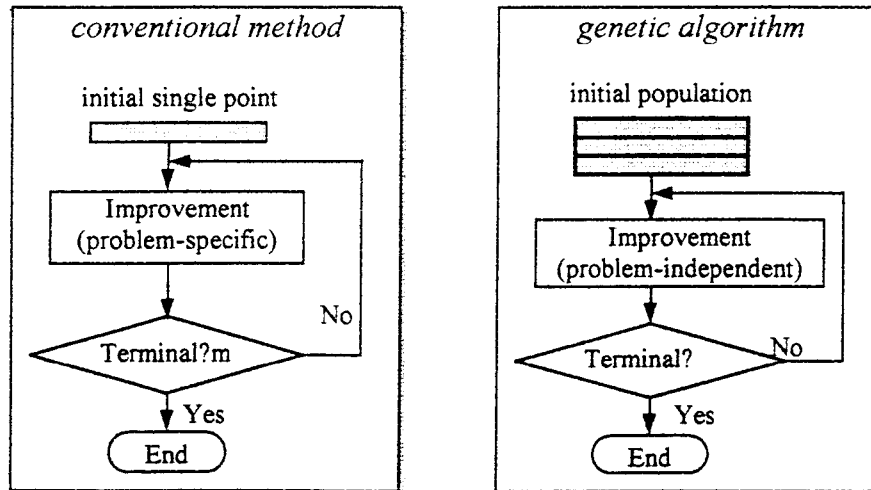
Algoritma genetik berbeda dengan metode pencarian konvensional yang mana pencarian dimulai dengan satu titik/solusi, algoritma memulai pencarian dengan sekumpulan solusi random yang disebut populasi (Goldberg, 1989)

Dalam Algoritma genetik, anggota dari kromosom yang menggambarkan calon potensial untuk solusi masalah optimasi secara probabilitas dipilih, dikombinasikan, dimutasikan, dan kemudian disisihkan atau dipertahankan, berdasarkan tingkat ketahanan dari individu.

### ***3.7.2 Operator Algoritma Genetik***

Dalam algoritma genetik sederhana terdapat tiga operator untuk pemecahan masalah

1. *Reproduction*
2. *Crossover*
3. *Mutation*



Gambar 12. Perbandingan antara pendekatan konvensional dan genetik  
 Sumber : Gen, M., dan Cheng, R., *Genetic Algorithms and Engineering Design*,  
 John Wiley & Sons, INC., 1997, hal. 5

### 3.7.2.1 Reproduksi (*Reproduction*)

Reproduksi adalah suatu proses yang mana *individual strings* disalin sesuai dengan nilai fungsi tujuan  $f$ . Penyalinan *strings* sesuai dengan nilai ketahanannya (*fitness*), hal ini berarti bahwa *strings* dengan nilai yang lebih tinggi mempunyai kemungkinan yang lebih tinggi untuk memberikan kontribusi satu atau lebih keturunan pada generasi berikutnya. Operator reproduksi dapat diterapkan dalam bentuk algoritma dengan beberapa cara. Cara termudah adalah dengan meniru tebakan roda roulette dimana setiap string dalam populasi sekarang mempunyai ukuran slot pada roda roulette sebesar proporsi ketahanannya. Untuk mereproduksi, secara sederhana dengan memutar roda roulette yang terbobot sebanyak jumlah string, sehingga masing-masing string mempunyai kemungkinan untuk bereproduksi sesuai dengan proporsi ketahanannya. Dengan cara ini, string dengan ketahanan yang lebih tinggi mempunyai jumlah keturunan yang lebih banyak pada generasi berikutnya. Setiap string yang terpilih untuk reproduksi,

maka satu replika string dihasilkan. String ini kemudian dikumpulkan kedalam *mating pool*, suatu wadah populasi baru, untuk dilakukan tindakan operator genetik berikutnya.

### 3.7.2.2 Crossover

Setelah reproduksi, *crossover* sederhana dilakukan dengan dua tahap. Pertama, anggota dari string yang baru dalam *mating pool* dipasangkan/dikawinkan secara acak. Kedua, setiap pasang string dilakukan *crossover* dengan cara sebagai berikut : posisi integer  $k$  sepanjang string dipilih secara random antara 1 dan panjang string dikurang satu ( $1, l-1$ ). Dua string baru terbentuk dengan pertukaran tempat semua karakter antara posisi  $k + 1$  dan  $l$ .

Sebagai contoh :

$$A_1 = 0110 \mid 1$$

$$A_2 = 1100 \mid 0$$

Misalnya dalam pemilihan bilangan random antara 1 dan 4, didapatkan  $k = 4$  (seperti yang dindikasikan oleh simbol pemisah  $\mid$ ). Hasil *crossover* menurunkan dua string baru, disini tanda (') berarti string tersebut adalah bagian dari generasi baru :

$$A'_1 = 01100$$

$$A'_2 = 11001$$

*Crossover* dengan dua pemisah (*two point crossover*) akan mempertukarkan semua gen di antara dua pemisah tersebut.

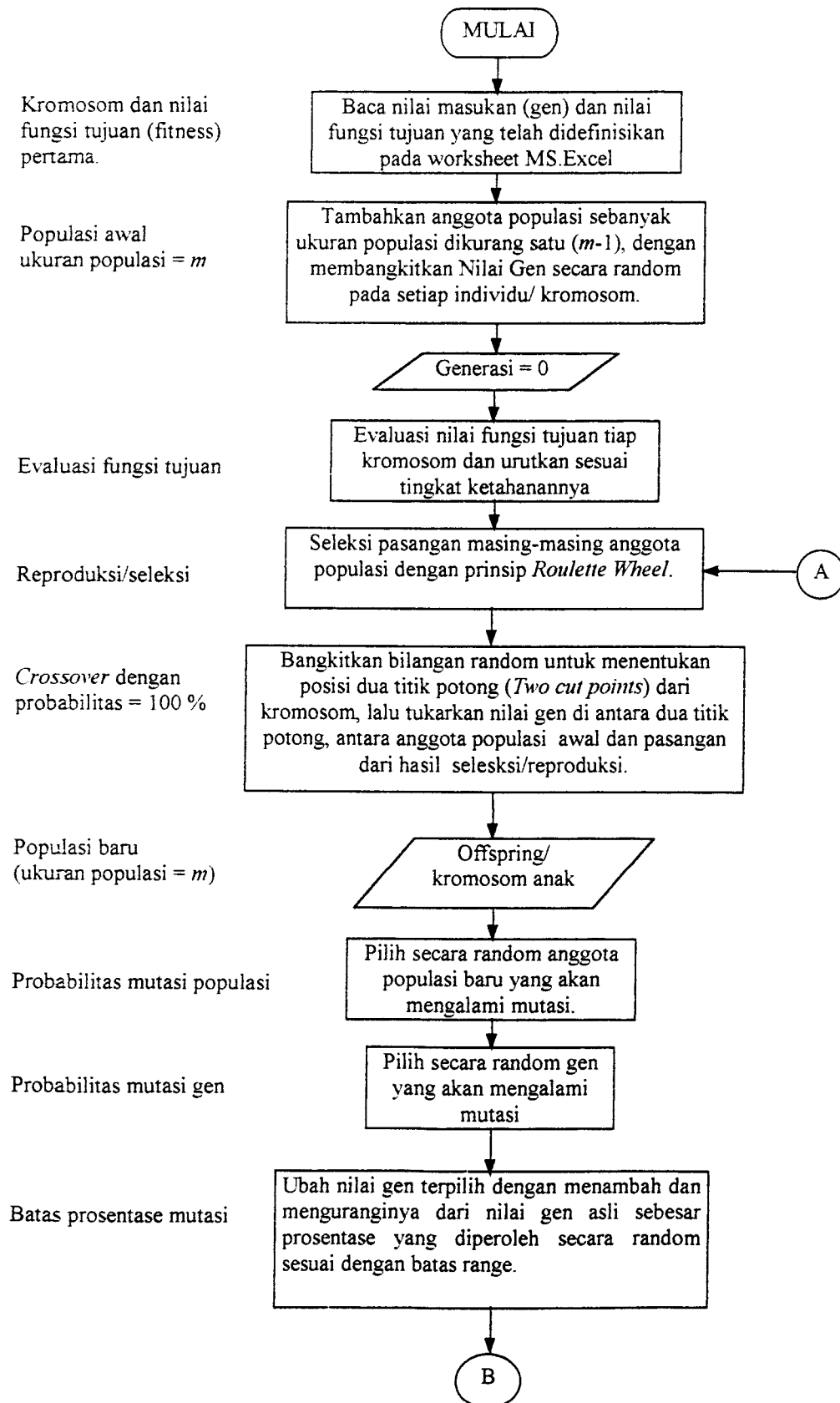
### 3.7.2.3 Mutasi (*Mutation*)

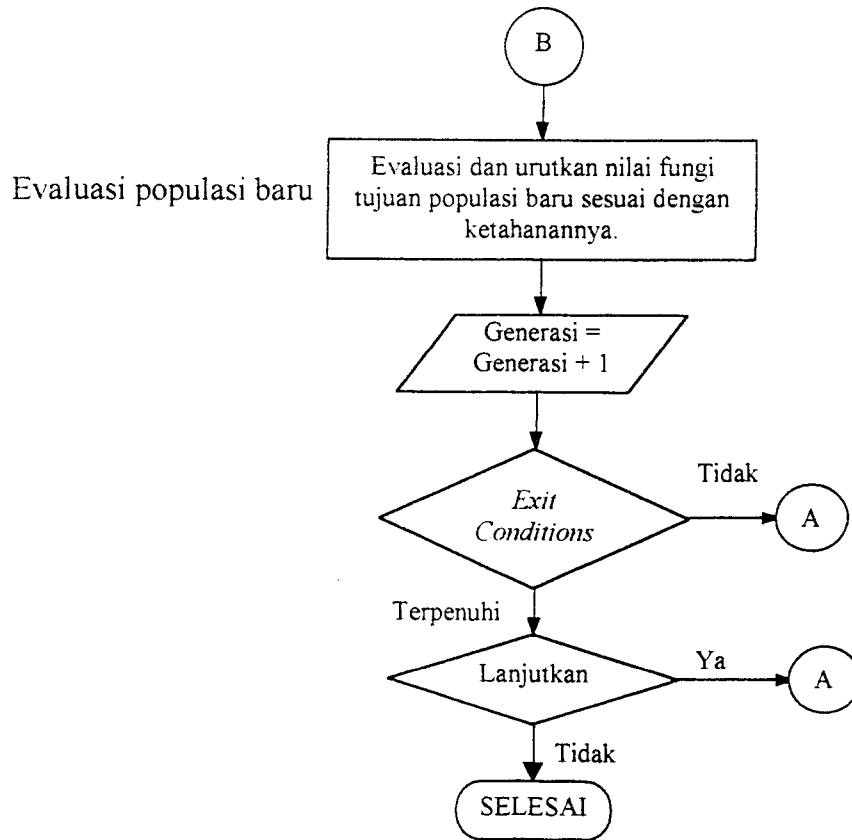
Mutasi dibutuhkan karena pada proses reproduksi dan *crossover*, kadang-kadang akan menyebabkan string kehilangan material genetik yang berguna secara potensial. Dalam sistem genetik buatan, operator mutasi memberikan perlindungan terhadap kerugian tersebut. Dengan mutasi juga akan diperoleh nilai baru, karena dalam suatu populasi awal tidak memberikan semua solusi potensial yang mungkin, jadi tanpa mutasi maka semua solusi potensial yang mungkin tidak dapat ditemukan. Masing-masing string baru ini kemudian dibandingkan dengan string induknya, bila fungsi tujuannya lebih baik, maka string baru menggantikan string induknya, dengan demikian generasi ini siap untuk iterasi berikutnya.

### 3.7.3 *NLI-gen*

NLI-Gen adalah perangkat lunak (*software*) yang menggunakan algoritma genetik untuk menyelesaikan masalah optimasi. Program ini dihubungkan dengan *MS.Excel*, sehingga masalah yang akan dioptimasi harus diformulasikan dahulu kedalam lembar kerja (*worksheet*) *MS.Excel*. Karena itu NLI-Gen juga disebut sebagai Generator Algoritma Genetik.

Prosedur algoritma genetik yang digunakan dalam permasalahan ini dapat dilihat pada gambar 13. di halaman berikut.





Gambar 13. Diagram alir proses optimasi permasalahan dengan *Generator NLI-gen*

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Pengolahan Data**

##### **4.1.1 Jenis dan biaya normal kegiatan**

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini yaitu mengoptimasi crash program dengan CPM pada Proyek Pembangunan Gedung BRI Bantul dengan membandingkan dan memverifikasi hasil optimasi crash program secara bertahap pada proyek yang sama. Data jenis kegiatan, volume, dan biaya masing-masing kegiatan diambil dari tulisan terdahulu (Tugas Akhir - Purnomo, Adi Sutrisno. 2000).

- Biaya dan waktu pelaksanaan proyek tergantung dari biaya dan waktu suatu pekerjaan.
- Proses percepatan menggunakan analisis waktu yang sama yaitu CPM.
- Sedangkan yang menjadi permasalahan yang perlu dioptimalkan adalah pekerjaan apa saja yang perlu dipercepat dan berapa percepatannya.
- Walaupun metode yang dipakai berlainan, maka pekerjaan yang dipercepat dan berapa hari percepatannya harusnya sama.

Tabel 4.1 Data kegiatan, dapat dilihat pada halaman berikut.

Tabel 4.1 Data Kegiatan

Sumber : Tugas Akhir-Purnomo, Adi Sutrisno, 2000.

No.	Jenis pekerjaan	Volume pekerjaan	Biaya normal(Rp)
	<b>I Pekerjaan Pendahuluan</b>		
1	Pembongkaran bangunan lama	1 ls	7.500.000,-
2	Pembersihan bekas bongkaran	1 ls	4.000.000,-
3	Direksi Keet	100 m <sup>2</sup>	15.400.000,-
4	Uitzet dan Bouvplank	275 m <sup>1</sup>	1.168.750,-
5	Pengadaan air kerja dan listrik kerja	1 ls	5.000.000,-
6	Papan nama proyek	1 ls	300.000,-
7	Dokumentasi	1 ls	600.000,-
8	Pagar keliling proyek seng gelombang finish cat	320 m <sup>1</sup>	9.120.000,-
	<b>II Pekerjaan Tanah dan Pasir</b>		
9	Galian tanah pondasi	587 m <sup>3</sup>	3.404.600,-
10	Urug tanah bekas galian pondasi	271 m <sup>3</sup>	785.900,-
11	Urug pasir bawah pondasi	57 m <sup>3</sup>	1.063.050,-
12	Urug pasir bawah lantai dasar	129 m <sup>3</sup>	2.418.750,-
	<b>III Pekerjaan Beton Bertulang Bawah Peil</b>		
13	Beton tumbuk lantai kerja tebal 5 cm	14 m <sup>3</sup>	1.911.700,-
14	Pondasi footplat	95 m <sup>3</sup>	69.005.625,-
15	Kolom bawah peil	13,5 m <sup>3</sup>	15.440.625,-
16	Sloof	54,2 m <sup>3</sup>	41.652.700,-
	<b>- Lantai Dasar</b>		
17	Beton tumbuk + tulangan susut bawah lantai tebal 7 cm	52,2 m <sup>3</sup>	12.710.700,-
18	Kolom lantai dasar	44,8 m <sup>3</sup>	50.355.200,-
19	Kolom praktis	6,25 m <sup>3</sup>	4.263.000,-
20	Balok lantai dasar	78,0 m <sup>3</sup>	65.535.600,-
21	Plat lantai tebal 12 cm	93,0 m <sup>3</sup>	68.634.000,-
22	Pondasi, balok & plat tangga	11,5 m <sup>3</sup>	9.361.000,-



No.	Jenis pekerjaan	Volume pekerjaan	Biaya normal (Rp)
	- Lantai Satu		
23	Kolom lantai satu	42,9 m <sup>3</sup>	47.313.700,-
24	Kolom praktis lantai satu	8,7 m <sup>3</sup>	5.942.100,-
25	Balok lantai	77,8 m <sup>3</sup>	64.340.600,-
26	Kuda-kuda canopy	0,6 m <sup>3</sup>	593.400,-
27	Plat lantai ruang khasanah	63,0 m <sup>3</sup>	70.308.000,-
28	Plat lantai tebal 12 cm	92,2 m <sup>3</sup>	68.181.900,-
29	Plat dag tebal 10 cm	10,3 m <sup>3</sup>	7.034.900,-
30	Plat listplank	23,4 m <sup>3</sup>	12.641.850,-
31	Balok + plat tangga	10,4 m <sup>3</sup>	8.486.400,-
	- Lantai Dua		
32	Kolom lantai dua	28,1 m <sup>3</sup>	31.753.000,-
33	Kolom praktis lantai dua	7,1 m <sup>3</sup>	4.856.400,-
34	Balok praktis ring	81,5 m <sup>3</sup>	64.205.700,-
35	Plat dag tebal 10 cm	68,1 m <sup>3</sup>	46.580.400,-
36	Plat listplank	28,7 m <sup>3</sup>	15.498.000,-
37	Balok & plat tangga	5,0 m <sup>3</sup>	4.120.600,-
	IV Pekerjaan Pasangan & Plesteran		
38	Pasangan pondasi & dinding penahan tanah batu belah	339 m <sup>3</sup>	36.578.100,-
39	Pasangan rollag batu bata	3,2 m <sup>3</sup>	414.400,-
40	Pasangan dinding batu bata	385,8 m <sup>3</sup>	49.716.150,-
41	Pasangan dinding roster kerawang	0,6 m <sup>2</sup>	20.100,-
42	Plesteran dinding	5147,0 m <sup>2</sup>	37.058.400,-
43	Dinding lapis water proofing sheet	250,56 m <sup>2</sup>	7.516.800,-
44	Sponengan sudut	8414,2 m <sup>1</sup>	12.621.300,-
45	Pasangan dinding batu bata tahan api	12,5 m <sup>3</sup>	22.587.500,-
46	Ornamen kolom canopy	4,0 bh	600.000,-
47	Plesteran dinding tahan api	167,0 m <sup>2</sup>	2.104.200,-

No.	Jenis pekerjaan	Volume pekerjaan	Biaya normal (Rp)
<b>V Pekerjaan Pintu, Jendela dan Partisi</b>			
48	Kosen pintu dan jendela alluminium	2509,5 m <sup>1</sup>	78.672.825,-
49	Frame daun pintu dan jendela alluminium	574 m <sup>1</sup>	21.795.600,-
50	Daun pintu double teakwood	106 m <sup>2</sup>	9.684.800,-
51	Pintu folding gate komplit	18,9 m <sup>2</sup>	7.087.500,-
52	Bouvenlist 4 (BV4) besi baja	242,5 kg	582.000,-
53	Glassblock	45 bh	675.000,-
54	Kaca rayben	695 m <sup>2</sup>	40.864.000,-
55	Perlengkapan daun pintu & jendela	1 ls	44.923.050,-
56	Floor hinge + frame stainless steel	4 bh	15.680.000,-
57	Kosen pintu dan jendela kayu kamper oven	0,6 m <sup>3</sup>	12.036.000,-
59	Daun pintu km/wc lapis alluminium	13,25 m <sup>2</sup>	1.298.500,-
60	Dinding partisi double gypsum board lapis wallpaper	173 m <sup>2</sup>	21.235.750,-
61	Dinding partisi double gypsum board finish cat dinding	93 m <sup>2</sup>	9.997.500,-
62	Pintu tahan api kluis	1 unit	23.000.000,-
63	Tralis ruang Khasanah	34 m <sup>2</sup>	6.880.000,-
64	Kaca sanblasting 5 mm	31,2 m <sup>2</sup>	7.800.000,-
65	Pintu tutup tangga darurat lantai atap	1 unit	450.000,-
<b>VI Pekerjaan Rangka Atap dan Talang</b>			
66	Pekerjaan baja	10395 kg	26.550.125,-
67	Pekerjaan genteng	554 m <sup>2</sup>	34.791.200,-
68	Pekerjaan kayu rangka atap	554 m <sup>2</sup>	21.135.100,-
69	Lapis water proofing plat atap	855 m <sup>2</sup>	22.914.000,-
<b>VII Pekerjaan Lantai &amp; Plafond</b>			
70	Plafond triplek 6 mm	1329 m <sup>2</sup>	46.515.000,-
71	Lantai beton + tul. susut lapis screedhardener tebal 10 cm	513 m <sup>3</sup>	22.725.900,-
72	Lantai beton + tul. susut tebal 7cm	34,5 m <sup>3</sup>	8.418.000,-

No.	Jenis pekerjaan	Volume pekerjaan	Biaya normal (Rp)
73	Pasangan lantai karpet	229 m <sup>2</sup>	38.506.000,-
74	Pekerjaan keramik	1953 m <sup>2</sup>	85.346.100,-
75	Reiling tangga pipa besi 2,50" finish cat	159,7 m <sup>1</sup>	21.315.600,-
76	Plafond gypsum board 10 mm + rangka	661 m <sup>2</sup>	32.138.750,-
77	Plafond acrhilic tutup lampu	80 m <sup>2</sup>	2.421.550,-
78	Pekerjaan granite	393 m <sup>2</sup>	47.474.400,-
79	Pasangan lantai pavingblock tebal 8 cm	57 m <sup>2</sup>	1.316.700,-
80	Pas. dinding Aldastone tebal 2cm	74 m <sup>2</sup>	3.071.000,-
81	Plint lantai	203 m <sup>1</sup>	4.902.450,-
82	Checking lantai dalam	1 ls	530.000,-
83	List profil kayu kamper	1774 m <sup>1</sup>	10.309.200,-
VIII Pekerjaan Finishing			
84	Cat dinding tembok dalam	3454 m <sup>2</sup>	26.464.050,-
85	Cat dinding watershield	1860 m <sup>2</sup>	17.065.500,-
86	Cat plafond triplek	882 m <sup>2</sup>	7.232.400,-
87	Melamine daun pintu	237 m <sup>2</sup>	8.712.800,-
88	Cat dinding partisi	263 m <sup>2</sup>	2.064.550,-
89	Cat plafond gypsum board texture	206 m <sup>2</sup>	5.922.500,-
90	Cat kayu	227 m <sup>2</sup>	2.111.100,-
91	Checking cat dan melamine	1 ls	950.000,-
92	Residu usuk dan reng	554 m <sup>2</sup>	3.878.000,-
93	Heni besi rangka atap	442 m <sup>2</sup>	3.303.950,-
IX Pekerjaan Elektrikal			
94	Instalasi penerangan + saklar	1 ls	23.648.500,-
95	Lampu	331 bh	51.885.250,-
96	Panel distribusi	1 ls	45.656.500,-
97	Kabel Ladder dan Tray	1 ls	8.612.500,-
98	VPS 7500VA tower	1 unit	28.750.000,-
99	Testing & commisioning	1 ls	1.850.000,-
X Pekerjaan Plumbing dan Saniter			
100	Instalasi pipa air	1 ls	20.992.000,-
101	Alat-alat saniter	1 ls	16.069.750,-
102	Pompa - pompa + asesories	1 ls	16.220.000,-

No.	Jenis pekerjaan	Volume pekerjaan	Biaya normal (Rp)
103	Sumur bor sesuai gambar kerja	1 unit	3.925.000,-
104	Rumah pompa sumur bor	1 unit	840.000,-
105	Ground reservoir air bersih kap. 20,55 m <sup>3</sup>	1 unit	8.335.000,-
106	Watertank fiberglass @ 1m <sup>3</sup> + automatic electrode	4 unit	1.880.000,-
107	Septick tank + bak kontrol	2 unit	9.325.000,-
108	Sumur peresapan air hujan buis beton dia 80 cm	5 unit	5.700.000,-
109	Bak peresapan air kotor sesuai gambar kerja	8 unit	6.800.000,-
110	Testing & commisioning plambing XI Pekerjaan Penangkal Petir	1 ls	1.250.000,-
111	Pekerjaan Penangkal Petir XII Pekerjaan Air Conditioners	1 ls	3.807.000,-
112	Pekerjaan Air Conditioners XIII Pekerjaan Fire Hydrant	24 unit	75.500.000,-
113	Fire house cabinet lengkap	3 unit	2.670.000,-
114	Instalasi hydrant pipa GIP klas Medium lengkap	1 ls	10.466.500,-
115	Pompa hydrant dalam	1 unit	6.667.000,-
116	Testing & commisioning hydrant + AC XIV Pekerjaan Fire Alarm	1 ls	1.663.000,-
117	Master control panel dengan automatic line	1 unit	5.720.000,-
118	Testing & commisioning	1 ls	1.450.000,-
119	Instalasi fire alarm XV Pekerjaan Sound System	1 ls	6.035.000,-
120	Pekerjaan Sound system XVI Pekerjaan Telephone System	1 ls	18.105.000,-
121	Pekerjaan telephone system	1 ls	36.157.000,-
122	Testing & commisioning sound system, telephone, fire alarm, penangkal petir	1 ls	2.250.000,-

No.	Jenis pekerjaan	Volume pekerjaan	Biaya normal (Rp)
	XVII Pekerjaan Generator Set		
123	Generator set model P-100 (80kw) 220/380, 3 phase 50 HZ PERKINS	1 unit	80.550.000,-
124	Tangki solar kapasitas 3000 liter	1 unit	4.860.000,-
125	Pompa elektrik bahan bakar	2 unit	5.260.000,-
126	Pipa knalpot Ø 4"	10 m <sup>1</sup>	475.000,-
127	Lapisan dinding glasswool	58,2 m <sup>2</sup>	4.510.500,-
128	Pondasi tangki solar pasangan batu belah	15,4 m <sup>3</sup>	1.647.800,-
129	Peredam suara pasangan batu belah lapis ijuk	1 unit	1.078.700,-
130	Testing & commisioning Generator	1 ls	2.000.000,-
131	General check	1 ls	1.500.000,-

#### 4.1.2 Perencanaan jaringan kerja dengan CPM

Jaringan kerja yang digunakan dalam penelitian ini juga mengikuti jaringan kerja pada tulisan pembanding. Sebelum data digunakan, terlebih dahulu diperiksa konsistensinya baik durasi maupun hubungan antar kegiatan dengan mencocokkan antara tabel inventarisasi kegiatan dengan jaringan kerja yang telah dibuat untuk semua jenis kegiatan. Data yang digunakan adalah data yang telah dikoreksi. Berikut ini adalah tabel Jenis kegiatan, durasi dan hubungan antar kegiatan yang digunakan dalam jaringan CPM.

Tabel 4.2 Inventarisasi dan Identifikasi data kegiatan.







NO.	KEGIATAN	Waktu (Dn)	PREDECESSOR (Kegiatan yang mendahului)															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
140	Testing & commisioning pekerjaan elektrikal	12	110	111	73													
141	Testing & commisioning pekerjaan plumbing	6	116	115	113	114	117											
142	Checking cat dan melamine	6	125	96	97	126	104	129										
143	General check Dokumentasi	6	123	94	124	142	84	139	58	108	109	77	132	138	137	136	140	141

Catatan :

Kegiatan dalam CPM sesuai dengan nomer kegiatan

Contoh kegiatan 143 = General check



Kegiatan “Dokumentasi” tidak dimasukkan dalam jaringan kerja karena kegiatan tersebut dijadwalkan mengikuti waktu pelaksanaan proyek sehingga tidak akan mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek secara keseluruhan. Namun demikian, dari segi pembiayaan, kegiatan dokumentasi tetap diperhitungkan.

Dengan menggunakan input data pada tabel 4.2 jaringan kerja CPM dianalisis dengan menggunakan fungsi pada MS.Excel, sehingga diperoleh nilai Early Start (ES), Early Finish (EF), Latest Start (LS) dan Latest Finish (LF), nilai Total Float (TF) serta kegiatan kritis. Hasil dari analisis dibandingkan dengan hasil analisis tulisan pembanding untuk koreksi. Dari hasil koreksi, didapatkan kesalahan pada analisis tulisan pembanding pada kegiatan Pintu tutup tangga darurat lantai atap (kegiatan no. 78, PTD) dimana nilai EF adalah 156, seharusnya 154 sehingga nilai Total Float yang tertulis 69 juga salah, seharusnya 71. Dalam tulisan pembanding juga terjadi kesalahan perhitungan float pada kegiatan Plafond Triplek 6 mm (kegiatan no. 102, PT) dimana tertulis 38, seharusnya adalah 26. Pada perhitungan biaya normal proyek dalam tulisan pembanding adalah Rp. 2.343.281.550,- yang seharusnya adalah Rp. 2.343.821.550,-. Kesalahan ini dikarenakan kesalahan dalam penjumlahan.

Data yang dikoreksi dapat dilihat pada Lampiran 2.

Hasil analisis waktu CPM secara lengkap dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini, sedangkan gambar jaringan kerja CPM dapat dilihat pada gambar 14.

4.3 Hasil perhitungan CPM untuk proyek dengan waktu normal  
(Sumber : Purnomo, Adi Sutrisno, 2000, setelah dikoreksi)

NO.	KEGIATAN	Durasi Normal	Biaya	ES	EF	LS	LF	TF
1	Pagar keliling proyek seng gelombang finish cat	3	9.120.000,00	0	3	0	3	0
2	Papan nama proyek	3	300.000,00	0	3	0	3	0
3	Pembongkaran bangunan lama (A)	4	3.000.000,00	3	7	3	7	0
4	Pembongkaran bangunan lama (B)	6	4.500.000,00	7	13	7	13	0
5	Pembersihan bekas bongkaran -1	6	2.400.000,00	7	13	7	13	0
6	Pembersihan bekas bongkaran -2	4	1.600.000,00	13	17	13	17	0
7	Direksi keet	6	15.400.000,00	17	23	22	28	5
8	Uitzet dan Bouplank	3	1.168.750,00	17	20	17	20	0
9	Pengadaan air kerja dan listrik kerja	6	5.000.000,00	23	29	28	34	5
10	Galian tanah pondasi	10	3.404.600,00	20	30	20	30	0
11	Urug pasir bawah pondasi	4	1.063.050,00	30	34	30	34	0
12	Beton tumbuk lantai kerja -1	3	955.850,00	34	37	34	37	0
13	Beton tumbuk lantai kerja -2	3	955.850,00	37	40	38	41	1
14	Pondasi footplat (1)	4	27.602.250,00	37	41	37	41	0
15	Pondasi footplat (2)	6	41.403.375,00	41	47	41	47	0
16	Kolom bawah peil (1)	6	9.264.375,00	41	47	41	47	0
17	Kolom bawah peil (2)	4	6.176.250,00	47	51	52	56	5
18	Urug tanah bekas galian pondasi	8	785.900,00	47	55	47	55	0
19	Sloof	5	41.652.700,00	51	56	56	61	5
20	Pasangan pondasi & dinding penahan tanah batu belah	21	36.578.100,00	51	72	114	135	63
21	Urug pasir bawah lantai dasar	6	2.418.750,00	55	61	55	61	0
22	Pasangan rollag batu bata	4	414.400,00	55	59	108	112	53
23	Beton tumbuk + tulangan susut bawah lantai tebal 7 cm	4	12.710.700,00	61	65	61	65	0
24	Instalasi pipa air -1	36	8.996.575,00	61	97	64	100	3
25	Kolom lantai dasar	5	50.355.200,00	65	70	65	70	0
26	Balok lantai dasar	6	65.535.600,00	70	76	72	78	2
27	Plat lantai dasar tebal 12 cm	8	68.634.000,00	70	78	70	78	0
28	Instalasi penerangan + saklar -1	36	11.824.250,00	70	106	111	147	41
29	Pondasi, balok & plat tangga	5	9.361.000,00	78	83	79	84	1
30	Kolom lantai satu	6	47.318.700,00	78	84	78	84	0
31	Kolom praktis (1)	6	4.263.000,00	78	84	118	124	40
32	Pasangan dinding batu bata (1)	12	19.886.460,00	59	71	112	124	53
33	Bouvenlist 4 (BV4) besi baja	4	582.000,00	72	76	135	139	63
34	Dinding lapis water proofing sheet	6	7.516.800,00	72	78	171	177	99
35	Balok lantai satu	6	64.340.600,00	84	90	88	94	4
36	Plat lantai satu tebal 12 cm	10	68.181.900,00	84	94	84	94	0
37	Plat dag lantai satu tebal 10 cm	6	7.034.900,00	84	90	129	135	45
38	Plat lisplank lantai satu	5	12.641.850,00	84	89	202	207	118
39	Ornamen kolom canopy	6	600.000,00	84	90	162	168	78
40	Pasangan dinding roster kerawang	4	20.100,00	84	88	135	139	51
41	Plesteran dinding (1)	15	18.529.200,00	84	99	124	139	40
42	Kosen pintu & jendela kayu kamper (1)	9	6.018.000,00	84	93	184	193	100
43	Plat lantai ruang khasanah	6	70.308.000,00	90	96	201	207	111
44	Kuda-kuda canopy	4	593.400,00	90	94	123	127	33
45	Kolom lantai dua	5	31.753.000,00	94	99	94	99	0
46	Balok + plat tangga lantai satu	6	8.486.400,00	94	100	104	110	10
47	Pasangan dinding batu bata tahan api	4	22.587.500,00	94	98	158	162	64
48	Balok praktis ring	6	64.205.700,00	99	105	99	105	0
49	Plat dag lantai dua tebal 10 cm	10	46.580.400,00	105	115	105	115	0
50	Plat lisplank lantai dua	8	15.498.000,00	105	113	107	115	2
51	Meni besi rangka atap	12	3.303.950,00	105	117	115	127	10
52	Balok & plat tangga lantai dua	5	4.120.600,00	100	105	110	115	10
53	Residu usuk dan reng	12	3.878.000,00	113	125	115	127	2
54	Pasangan dinding batu bata (2)	18	29.829.690,00	115	133	135	153	20
55	Kolom praktis (2)	9	10.798.500,00	115	124	144	153	29
56	Pekerjaan baja (1)	12	8.850.042,00	115	127	115	127	0
57	Plesteran dinding (2)	15	18.529.200,00	133	148	153	168	20
58	Glassblock	6	675.000,00	133	139	225	231	92
59	Kosen pintu & jendela kayu kamper (2)	9	6.018.000,00	133	142	184	193	51
60	Instalasi fire alarm -1	12	1.508.750,00	133	145	177	189	44

NO.	KEGIATAN	Durasi Normal	Biaya	ES	EF	LS	LF	TF
61	Pekerjaan sound system	50	18.105.000,00	133	183	175	225	42
62	Pekerjaan telephone system	60	36.157.000,00	133	193	165	225	32
63	Instalasi pipa air -2	48	11.995.425,00	97	145	100	148	3
64	Rumah pompa ground reservoir	24	840.000,00	97	121	165	189	68
65	Ground reservoir air bersih kap. 20,55 m3	24	8.335.000,00	97	121	124	148	27
66	Septic tank + bak kontrol	24	9.326.000,00	97	121	183	207	86
67	Sponengan sudut	9	6.310.650,00	99	108	168	177	69
68	Lantai beton + tul. susut lapis screedhardener tebal 10 cm	12	22.725.900,00	99	111	139	151	40
69	Kosen pintu & jendela alluminium -1	6	39.336.412,00	99	105	183	189	84
70	Lantai beton + tulangan susut tebal 7 cm	6	8.418.000,00	111	117	151	157	40
71	Instalasi penerangan + saklar -2	36	11.824.250,00	106	142	147	183	41
72	Panel distribusi	48	45.656.500,00	106	154	147	195	41
73	UPS 7500 VA tower	6	28.750.000,00	106	112	213	219	107
74	Plesteran dinding tahan api	6	2.104.200,00	98	104	162	168	64
75	Sponengan sudut (2)	9	6.310.650,00	148	157	168	177	20
76	Kosen pintu & jendela alluminium -2	6	39.336.413,00	148	154	183	189	35
77	Pasangan dinding aldastone tebal 2 cm	36	3.071.000,00	148	184	195	231	47
78	Pintu tutup tangga darurat lantai atap	6	450.000,00	148	154	219	225	71
79	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ PERKINS	12	17.900.000,00	148	160	171	183	23
80	Pekerjaan Penangkal Petir	54	3.807.000,00	148	202	171	225	23
81	Pintu tahan api kluis	12	23.000.000,00	96	108	207	219	111
82	Pekerjaan baja (2)	24	17.700.083,00	127	151	127	151	0
83	Pekerjaan kayu rangka atap	24	21.135.100,00	127	151	127	151	0
84	Tralis ruang khasanah	12	6.880.000,00	151	163	219	231	68
85	Pekerjaan genteng	6	34.791.200,00	151	157	151	157	0
86	Lapis water proofing plat atap	24	22.914.000,00	115	139	173	197	58
87	Pekerjaan Air Conditioner	90	75.500.000,00	115	205	135	225	20
88	Instalasi hidrant pipa GIP klas medium Lengkap -1	24	4.651.778,00	115	139	159	183	44
89	Frame daun pintu dan jendela alluminium	12	21.795.600,00	154	166	189	201	35
90	Daun pintu km/wc lapis alluminium	6	1.298.500,00	154	160	213	219	59
91	Kaca rayben	18	40.864.000,00	166	184	201	219	35
92	Daun pintu doule teakwood	6	9.684.800,00	142	148	193	199	51
93	Pintu folding gate komplit	6	7.087.500,00	157	163	201	207	44
94	Dinding partisi double gypsum board lapis wallpaper	9	21.235.750,00	157	166	222	231	65
95	Dinding partisi double gypsum board finish cat dinding	9	9.997.500,00	157	166	192	201	35
96	Cat dinding tembok dalam	48	26.164.050,00	157	205	177	225	20
97	Cat dinding watershield	36	17.065.500,00	157	193	189	225	32
98	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ PERKINS 2	42	62.650.000,00	160	202	183	225	23
99	Pipa knalpot O 4"	6	475.000,00	160	166	219	225	59
100	Pondasi tangki solar pasangan batu belah	6	1.647.800,00	160	166	183	189	23
101	Peredam suara pasangan batu belah lapis ijuk	12	1.078.700,00	160	172	201	213	41
102	Plafond triplek 6 mm	24	46.515.000,00	157	181	183	207	26
103	Pekerjaan keramik	30	85.346.100,00	157	187	157	187	0
104	Railing tangga pipa besi 2.5 " finish cat	24	21.315.600,00	157	181	201	225	44
105	Plafond gypsum board 10 mm + rangka	18	32.138.750,00	157	175	179	197	22
106	Plafond archiic tutup lampu	12	2.421.550,00	157	169	185	197	28
107	Pekerjaan granite	18	47.474.400,00	157	175	209	227	52
108	Perlengkapan daun pintu & jendela	6	44.923.050,00	184	190	225	231	41
109	Floor hinge + frame stainless steel	12	15.680.000,00	184	196	219	231	35
110	Lampu	36	51.885.250,00	142	178	183	219	41
111	Kabel Ladder dan Tray	24	8.612.500,00	154	178	195	219	41
112	Alat-alat saniter	41	16.069.750,00	145	186	148	189	3
113	Pompa - pompa + asesories	36	16.220.000,00	186	222	189	225	3
114	Sumur bor sesuai gambar kerja	18	3.925.000,00	186	204	207	225	21
115	Watertank fiberglass @ 1m3 + automatic electrode	6	1.880.000,00	145	151	219	225	74
116	Sumur peresapan air hujan buis beton dia 80 cm	24	5.700.000,00	145	169	201	225	56
117	Bak peresapan air kotor sesuai gambar kerja	18	6.800.000,00	121	139	207	225	86
118	Master control fire alarm dengan automatic line	21	5.720.000,00	145	166	204	225	59
119	Instalasi fire alarm -2	36	4.526.250,00	145	181	189	225	44
120	Instalasi hydrant pipa GIP klas medium lengkap -2	30	5.814.722,00	139	169	183	213	44
121	Pompa hydrant dalam	30	6.667.000,00	139	169	195	225	56

NO.	KEGIATAN	Durasi Normal	Biaya	ES	EF	LS	LF	TF
122	Fire house cabinet lengkap	12	2.670.000,00	169	181	213	225	44
123	Pasangan lantai pavingblock tebal 8 cm	24	1.316.700,00	163	187	207	231	44
124	Kaca sanblasting 5 mm	5	7.800.000,00	166	171	226	231	60
125	Cat dinding partisi	24	2.064.550,00	166	190	201	225	35
126	Cat plafond triplek	18	7.232.400,00	181	199	207	225	26
127	Plint lantai	12	4.902.450,00	187	199	215	227	28
128	List profil kayu kamper	12	10.309.200,00	187	199	187	199	0
129	Melamine	26	8.712.800,00	199	225	199	225	0
130	Cat plafond gypsum board texture	12	5.922.500,00	175	187	197	209	22
131	Pasangan lantai karpet	18	38.506.000,00	187	205	209	227	22
132	Cat kayu	6	2.111.100,00	154	160	225	231	71
133	Tangki solar kapasitas 3000 liter	24	4.860.000,00	166	190	189	213	23
134	Pompa bahan bakar	12	5.260.000,00	190	202	213	225	23
135	Lapisan dinding glasswool	12	4.510.500,00	172	184	213	225	41
136	Testing & commisioning hydrant + AC	6	1.663.000,00	205	211	225	231	20
137	Testing & commisioning sound system, telephone, fire alarm, perangkat petir	6	2.250.000,00	202	208	225	231	23
138	Testing & commisioning Generator	6	2.000.000,00	202	208	225	231	23
139	Checking lantai dalam	4	530.000,00	205	209	227	231	22
140	Testing & commisioning pekerjaan elektrikal	12	1.850.000,00	178	190	219	231	41
141	Testing & commisioning pekerjaan plumbing	6	1.250.000,00	222	228	225	231	3
142	Checking cat dan melamine	6	950.000,00	225	231	225	231	0
143	General check	6	1.500.000,00	231	237	231	237	0
			600.000,00					
Jumlah Biaya			2.343.821.550,00					

#### 4.1.3 Mempercepat waktu pelaksanaan proyek

Dalam mempercepat waktu pelaksanaan proyek diperlukan data durasi *crash* suatu kegiatan ( $D_c$ ) dan Biaya *crash* ( $C_c$ ) suatu kegiatan yang akan dipercepat. Setiap usaha mempercepat pelaksanaan proyek dari waktu normal biasanya akan memerlukan biaya yang lebih besar dikarenakan penggunaan alat yang produktivitasnya lebih tinggi (biasanya lebih mahal) dan adanya *inefisiensi* karena penurunan produktivitas akibat kerja lembur. Pendekatan dalam perhitungan waktu maupun biaya untuk percepatan, mengikuti asumsi yang dibuat dalam tulisan perbandingan yaitu :

- a. Untuk perhitungan biaya percepatan dengan asumsi kenaikan sebesar 20 % sampai dengan 25 % dari biaya normal (untuk biaya alat dan tenaga kerja) menggunakan rumus :

$$C_c = C_n + [D_n D_c x (25 \% x C_n)] - (25 \% x C_n) \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

Perhitungan ini digunakan untuk kegiatan-kegiatan yang memiliki biaya, alat, bahan dan tenaga kerja.

- b. Untuk perhitungan biaya percepatan dengan asumsi kenaikan sebesar 100 % dari biaya normal (tidak memiliki biaya untuk bahan) menggunakan rumus :

$$C_c = (D_n/D_c) x C_n \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

Perhitungan ini digunakan untuk kegiatan-kegiatan yang hanya memiliki biaya untuk alat dan tenaga kerja.

Dimana :

$C_c = \text{Crash Cost}$

$C_n = \text{Normal Cost}$

$D_n = \text{Normal Duration}$

$D_c = \text{Crash Duration}$

Contoh perhitungan *Crash cost* ( $C_c$ ) :

Pada pekerjaan No. 30. Kolom lantai satu

$D_n = 6$  ,  $D_c = 5$  ,  $C_n = \text{Rp. } 47.318.700$

$C_c = C_n + [(D_n/D_c) \times (25\% \times C_n)] - (25\% \times C_n)$

$= \text{Rp. } 47.318.700 + [(6/5) \times 25\% \times \text{Rp. } 47.318.700] - (25\% \times \text{Rp. } 47.318.700)$

$= \text{Rp. } 49.684.635$

$d_i = D_n - D_c$

$= 6 - 5$

$= 1$

$R_i = \frac{C_c - C_n}{D_n - D_c} = \frac{49.684.635 - 47.318.700}{6 - 5} = \text{Rp. } 2.365.935$

Hasil perhitungan waktu dan biaya kegiatan dalam kondisi normal dan kondisi dipercepat maksimal dikutip langsung dari tulisan pembanding seperti dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Data kegiatan dengan kondisi normal dan kondisi dipercepat

NO.	KEGIATAN	Normal		Crash		Keterangan
		Waktu (Dn)	Biaya (Cn)	Waktu (Dc)	Biaya (Cc)	
1	Pagar keiling proyek seng gelombang finish cat	3	9.120.000,00	3	9.120.000,00	Tetap
2	Papan nama proyek	3	300.000,00	3	300.000,00	Tetap
3	Pembongkaran bangunan lama (A)	4	3.000.000,00	4	3.000.000,00	Tetap
4	Pembongkaran bangunan lama (B)	6	4.500.000,00	4	5.062.500,00	Dipercepat
5	Pembersihan bekas bongkaran -1	6	2.400.000,00	4	2.700.000,00	Dipercepat
6	Pembersihan bekas bongkaran -2	4	1.600.000,00	4	1.600.000,00	Tetap
7	Direksi keet	6	15.400.000,00	6	15.400.000,00	Tetap
8	Uitzet dan Bouplank	3	1.168.750,00	2	1.314.845,00	Dipercepat
9	Pengadaan air kerja dan listrik kerja	6	5.000.000,00	6	5.000.000,00	Tetap
10	Galian tanah pondasi	10	3.404.600,00	7	4.863.700,00	Dipercepat
11	Urug pasir bawah pondasi	4	1.063.050,00	4	1.063.050,00	Tetap
12	Beton tumbuk lantai kerja -1	3	955.850,00	2	1.075.335,00	Dipercepat
13	Beton tumbuk lantai kerja -2	3	955.850,00	2	1.075.335,00	Dipercepat
14	Pondasi footplat (1)	4	27.602.250,00	3	29.902.440,00	Dipercepat
15	Pondasi footplat (2)	6	41.403.375,00	5	43.473.545,00	Dipercepat
16	Kolom bawah peil (1)	6	9.264.375,00	5	9.727.595,00	Dipercepat
17	Kolom bawah peil (2)	4	6.176.250,00	3	6.690.940,00	Dipercepat
18	Urug tanah bekas galian pondasi	8	785.900,00	7	813.970,00	Dipercepat
19	Sloof	5	41.652.700,00	5	41.652.700,00	Tetap
20	Pasangan pondasi & dinding penahan tanah batu belah	21	36.578.100,00	18	38.102.190,00	Dipercepat
21	Urug pasir bawah lantai dasar	6	2.418.750,00	5	2.539.690,00	Dipercepat
22	Pasangan rollag batu bata	4	414.400,00	4	414.400,00	Tetap
23	Beton tumbuk + tulangan susut bawah lantai tebal 7 cm	4	12.710.700,00	3	13.769.925,00	Dipercepat
24	Instalasi pipa air -1	36	8.996.575,00	24	10.121.150,00	Dipercepat
25	Kolom lantai dasar	5	50.355.200,00	5	50.355.200,00	Tetap
26	Balok lantai dasar	6	65.535.600,00	5	68.812.380,00	Dipercepat
27	Plat lantai dasar tebal 12 cm	8	68.634.000,00	6	74.353.500,00	Dipercepat
28	Instalasi penerangan + saklar -1	36	11.824.250,00	30	12.415.465,00	Dipercepat
29	Pondasi, balok & plat tangga	5	9.361.000,00	5	9.361.000,00	Tetap
30	Kolom lantai satu	6	47.318.700,00	5	49.684.635,00	Dipercepat
31	Kolom praktis (1)	6	4.263.000,00	6	4.263.000,00	Tetap
32	Pasangan dinding batu bata (1)	12	19.886.460,00	12	19.886.460,00	Tetap
33	Bouvenlist 4 (BV4) besi baja	4	582.000,00	4	582.000,00	Tetap
34	Dinding lapis water proofing sheet	6	7.516.800,00	6	7.516.800,00	Tetap
35	Balok lantai satu	6	64.340.600,00	6	64.340.600,00	Tetap
36	Plat lantai satu tebal 12 cm	10	68.181.900,00	7	75.487.105,00	Dipercepat
37	Plat dag lantai satu tebal 10 cm	6	7.034.900,00	5	7.386.645,00	Dipercepat
38	Plat lisplank lantai satu	5	12.641.850,00	5	12.641.850,00	Tetap
39	Ornamen kolom canopy	6	600.000,00	6	600.000,00	Tetap
40	Pasangan dinding roster kerawang	4	20.100,00	4	20.100,00	Tetap
41	Plesteran dinding (1)	15	18.529.200,00	15	18.529.200,00	Tetap
42	Kosen pintu & jendela kayu kamper (1)	9	6.018.000,00	8	6.206.065,00	Dipercepat
43	Plat lantai ruang khasarah	6	70.308.000,00	6	70.308.000,00	Tetap
44	Kuda-kuda canopy	4	593.400,00	4	593.400,00	Tetap
45	Kolom lantai dua	5	31.753.000,00	4	33.737.565,00	Dipercepat
46	Balok + plat tangga lantai satu	6	8.486.400,00	5	8.910.720,00	Dipercepat
47	Pasangan dinding batu bata tahan api	4	22.587.500,00	4	22.587.500,00	Tetap
48	Balok praktis ring	6	64.205.700,00	6	64.205.700,00	Tetap
49	Plat dag lantai dua tebal 10 cm	10	46.580.400,00	8	49.491.675,00	Dipercepat
50	Plat lisplank lantai dua	8	15.498.000,00	6	16.789.500,00	Dipercepat
51	Meni besi rangka atap	12	3.303.950,00	8	3.716.945,00	Dipercepat
52	Balok & plat tangga lantai dua	5	4.120.600,00	5	4.120.600,00	Tetap
53	Residu usuk dan reng	12	3.878.000,00	10	4.071.900,00	Dipercepat
54	Pasangan dinding batu bata (2)	18	29.829.690,00	18	29.829.690,00	Tetap
55	Kolom praktis (2)	9	10.798.500,00	9	10.798.500,00	Tetap
56	Pekerjaan baja (1)	12	8.850.042,00	9	9.587.550,00	Dipercepat
57	Plesteran dinding (2)	15	18.529.200,00	15	18.529.200,00	Tetap
58	Glassblock	6	675.000,00	4	759.375,00	Dipercepat
59	Kosen pintu & jendela kayu kamper (2)	9	6.018.000,00	8	6.206.065,00	Dipercepat
60	Instalasi fire alarm -1	12	1.508.750,00	12	1.508.750,00	Tetap
61	Pekerjaan sound system	50	18.105.000,00	42	18.967.145,00	Dipercepat
62	Pekerjaan telephone system	60	36.157.000,00	48	38.416.815,00	Dipercepat
63	Instalasi pipa air -2	48	11.995.425,00	36	12.995.045,00	Dipercepat
64	Rumah pompa ground reservoir	24	840.000,00	24	840.000,00	Tetap
65	Ground reservoir air bersih kap. 20,55 m3	24	8.335.000,00	24	8.335.000,00	Tetap



NO.	KEGIATAN	Normal		Crash		Keterangan
		Waktu (Dn)	Biaya (Cn)	Waktu (Dc)	Biaya (Cc)	
66	Septic tank + bak kontrol	24	9.326.000,00	24	9.326.000,00	Tetap
67	Sponengan sudut	9	6.310.650,00	9	6.310.650,00	Tetap
68	Lantai beton + tul. susut lapis screedhardener tebal 1	12	22.725.900,00	8	25.566.640,00	Dipercepat
69	Kosen pintu & jendela aluminium -1	6	39.336.412,00	5	41.303.235,00	Dipercepat
70	Lantai beton + tulangan susut tebal 7 cm	6	8.418.000,00	5	8.838.900,00	Dipercepat
71	Instalasi penerangan + saklar -2	36	11.824.250,00	30	12.415.465,00	Dipercepat
72	Panel distribusi	48	45.656.500,00	48	45.656.500,00	Tetap
73	UPS 7500 VA tower	6	28.750.000,00	6	28.750.000,00	Tetap
74	Plesteran dinding tahan api	6	2.104.200,00	5	2.209.410,00	Dipercepat
75	Sponengan sudut (2)	9	6.310.650,00	9	6.310.650,00	Tetap
76	Kosen pintu & jendela aluminium -2	6	39.336.413,00	5	41.303.235,00	Dipercepat
77	Pasangan dinding alcastone tebal 2 cm	36	3.071.000,00	24	3.454.875,00	Dipercepat
78	Pintu tutup tangga darurat lantai atap	6	450.000,00	6	450.000,00	Tetap
79	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ	12	17.900.000,00	12	17.900.000,00	Tetap
80	Pekerjaan Penangkal Petir	54	3.807.000,00	48	3.925.970,00	Dipercepat
81	Pintu tahan api kluas	12	23.000.000,00	8	25.875.000,00	Dipercepat
82	Pekerjaan baja (2)	24	17.700.083,00	21	18.332.230,00	Dipercepat
83	Pekerjaan kayu rangka atap	24	21.135.100,00	20	22.191.855,00	Dipercepat
84	Tralis ruang khasanah	12	6.880.000,00	12	6.880.000,00	Tetap
85	Pekerjaan genteng	6	34.791.200,00	5	36.530.760,00	Dipercepat
86	Lapis water proofing plat atap	24	22.914.000,00	15	26.351.100,00	Dipercepat
87	Pekerjaan Air Conditioner	90	75.500.000,00	60	84.937.500,00	Dipercepat
88	Instalasi hidrant pipa GIP klas medium Lengkap -1	24	4.651.778,00	18	5.039.430,00	Dipercepat
89	Frame daun pintu dan jendela aluminium	12	21.795.600,00	10	22.885.380,00	Dipercepat
90	Daun pintu km/wc lapis aluminium	6	1.298.500,00	6	1.298.500,00	Tetap
91	Kaca rayben	18	40.864.000,00	15	42.907.200,00	Dipercepat
92	Daun pintu doule teakwood	6	9.684.800,00	6	9.684.800,00	Tetap
93	Pintu folding gate komplit	6	7.087.500,00	6	7.087.500,00	Tetap
94	Dinding partisi double gypsum board lapis wallpaper	9	21.235.750,00	9	21.235.750,00	Tetap
95	Dinding partisi double gypsum board finish cat dinding	9	9.997.500,00	9	9.997.500,00	Tetap
96	Cat dinding tembok dalam	48	26.164.050,00	36	28.344.390,00	Dipercepat
97	Cat dinding watershed	36	17.065.500,00	30	17.918.775,00	Dipercepat
98	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ PERKINS 2	42	62.650.000,00	24	74.396.875,00	Dipercepat
99	Pipa knaipot O 4"	6	475.000,00	6	475.000,00	Tetap
100	Pondasi tangki solar pasangan batu belah	6	1.647.800,00	6	1.647.800,00	Tetap
101	Peredam suara pasangan batu belah lapis ijuk	12	1.078.700,00	12	1.078.700,00	Tetap
102	Plafond triplek 6 mm	24	46.515.000,00	20	48.840.750,00	Dipercepat
103	Pekerjaan keramik	30	85.346.100,00	26	88.628.645,00	Dipercepat
104	Railing tangga pipa besi 2,5" finish cat	24	21.315.600,00	21	22.076.875,00	Dipercepat
105	Plafond gypsum board 10 mm + rangka	18	32.138.750,00	18	32.138.750,00	Tetap
106	Plafond archiic tutup lampu	12	2.421.550,00	8	2.724.245,00	Dipercepat
107	Pekerjaan granite	18	47.474.400,00	15	49.848.120,00	Dipercepat
108	Perlengkapan daun pintu & jendela	6	44.923.050,00	6	44.923.050,00	Tetap
109	Floor hinge + frame stainless steel	12	15.680.000,00	10	16.464.000,00	Dipercepat
110	Lampu	36	51.885.250,00	30	54.479.515,00	Dipercepat
111	Kabel Ladder dan Tray	24	8.612.500,00	24	8.612.500,00	Tetap
112	Alat-alat saniter	41	16.069.750,00	30	17.542.815,00	Dipercepat
113	Pompa - pompa + asesories	36	16.220.000,00	30	17.031.000,00	Dipercepat
114	Sumur bor sesuai gambar kerja	18	3.925.000,00	14	4.205.360,00	Dipercepat
115	Watertank fiberglass @ 1m3 + automatic electrode	6	1.880.000,00	6	1.880.000,00	Tetap
116	Sumur peresapan air hujan buis beton dia 80 cm	24	5.700.000,00	24	5.700.000,00	Tetap
117	Bak peresapan air kotor sesuai gambar kerja	18	6.800.000,00	18	6.800.000,00	Tetap
118	Master control fire alarm dengan automatic line	21	5.720.000,00	21	5.720.000,00	Tetap
119	Instalasi fire alarm -2	36	4.526.250,00	24	5.092.035,00	Dipercepat
120	Instalasi hydrant pipa GIP klas medium lengkap -2	30	5.814.722,00	24	6.178.145,00	Dipercepat
121	Pompa hydrant dalam	30	6.667.000,00	24	7.083.690,00	Dipercepat
122	Fire house cabinet lengkap	12	2.670.000,00	8	3.003.750,00	Dipercepat
123	Pasangan lantai pavingblock tebal 8 cm	24	1.316.700,00	15	1.514.205,00	Dipercepat
124	Kaca sanblasting 5 mm	5	7.800.000,00	5	7.800.000,00	Tetap
125	Cat dinding partisi	24	2.064.550,00	20	2.167.780,00	Dipercepat
126	Cat plafond triplek	18	7.232.400,00	15	7.594.020,00	Dipercepat
127	Plint lantai	12	4.902.450,00	8	5.515.260,00	Dipercepat
128	List profil kayu kamper	12	10.309.200,00	10	10.824.680,00	Dipercepat
129	Melamine	26	8.712.800,00	20	9.366.260,00	Dipercepat
130	Cat plafond gypsum board texture	12	5.922.500,00	12	5.922.500,00	Tetap
131	Pasangan lantai karpet	18	38.506.000,00	15	40.431.300,00	Dipercepat

NO.	KEGIATAN	Normal		Crash		Keterangan
		Waktu (Dn)	Biaya (Cn)	Waktu (Dc)	Biaya (Cc)	
132	Cat kayu	6	2.111.100,00	6	2.111.100,00	Tetap
133	Tangki solar kapasitas 3000 liter	24	4.860.000,00	20	5.103.000,00	Dipercepat
134	Pompa bahan bakar	12	5.260.000,00	6	6.575.000,00	Dipercepat
135	Lapisan dinding glasswool	12	4.510.500,00	8	5.074.315,00	Dipercepat
136	Testing & commisiointing hydrant + AC Testing & commisiointing sound system, telephone,	6	1.663.000,00	6	1.663.000,00	Tetap
137	fire alarm, penangkal petir	6	2.250.000,00	6	2.250.000,00	Tetap
138	Testing & commisiointing Generator	6	2.000.000,00	6	2.000.000,00	Tetap
139	Checking lantai dalam	4	530.000,00	4	530.000,00	Tetap
140	Testing & commisiointing pekerjaan elektrikal	12	1.850.000,00	12	1.850.000,00	Tetap
141	Testing & commisiointing pekerjaan plumbing	6	1.250.000,00	6	1.250.000,00	Tetap
142	Checking cat dan melamine	6	950.000,00	6	950.000,00	Tetap
143	General check	6	1.500.000,00	6	1.500.000,00	Tetap
	Dokumentasi		600.000,00		600.000,00	
TOTAL BIAYA			2.343.821.550,00		2.456.915.175,00	

Untuk memperhitungkan pengurangan waktu yang paling menguntungkan pada waktu pelaksanaan proyek yang ditentukan, maka diperlukan perhitungan *slope* biaya per satuan waktu dengan rumus :

$$Ri = \frac{Cc - Cn}{Dn - Dc} \dots\dots\dots (4.3)$$

Dimana :  $Ri$  = Biaya tambahan per hari akibat percepatan waktu pelaksanaan.

$$di = Dn - Dc \dots\dots\dots (4.4)$$

Data kegiatan yang dapat dipercepat dan biaya percepatannya dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data kegiatan yang bisa dipercepat dan percepatannya

NO.	KEGIATAN	Jumlah Maksimal	Ri = (Cc-Cn)/di	Keterangan
		Percepatan (Hari)		
		di = Dn -Dc		
1	Pagar keliling proyek seng gelombang finish cat	0		Tetap
2	Papan nama proyek	0		Tetap
3	Pembongkaran bangunan lama (A)	0		Tetap
4	Pembongkaran bangunan lama (B)	2	281.250,00	Dipercepat
5	Pembersihan bekas bongkaran -1	2	150.000,00	Dipercepat
6	Pembersihan bekas bongkaran -2	0		Tetap
7	Direksi keet	0		Tetap
8	Uitzet dan Bouplank	1	146.095,00	Dipercepat
9	Pengadaan air kerja dan listrik kerja	0		Tetap
10	Galian tanah pondasi	3	486.366,67	Dipercepat
11	Urug pasir bawah pondasi	0		Tetap
12	Beton tumbuk lantai kerja -1	1	119.485,00	Dipercepat
13	Beton tumbuk lantai kerja -2	1	119.485,00	Dipercepat
14	Pondasi footplat (1)	1	2.300.190,00	Dipercepat
15	Pondasi footplat (2)	1	2.070.170,00	Dipercepat
16	Kolom bawah peil (1)	1	463.220,00	Dipercepat
17	Kolom bawah peil (2)	1	514.690,00	Dipercepat
18	Urug tanah bekas galian pondasi	1	28.070,00	Dipercepat
19	Sloof	0		Tetap
20	Pasangan pondasi & dinding penahan tanah batu bel	3	508.030,00	Dipercepat
21	Urug pasir bawah lantai dasar	1	120.940,00	Dipercepat
22	Pasangan rollag batu bata	0		Tetap
23	Beton tumbuk + tulangan susut bawah lantai tebal 7	1	1.059.225,00	Dipercepat
24	Instalasi pipa air -1	12	93.714,58	Dipercepat
25	Kolom lantai dasar	0		Tetap
26	Balok lantai dasar	1	3.276.780,00	Dipercepat
27	Plat lantai dasar tebal 12 cm	2	2.859.750,00	Dipercepat
28	Instalasi penerangan + saklar -1	6	98.535,83	Dipercepat
29	Pondasi, balok & plat tangga	0		Tetap
30	Kolom lantai satu	1	2.365.935,00	Dipercepat
31	Kolom praktis (1)	0		Tetap
32	Pasangan dinding batu bata (1)	0		Tetap
33	Bouvenlist 4 (BV4) besi baja	0		Tetap
34	Dinding lapis water proofing sheet	0		Tetap
35	Balok lantai satu	0		Tetap
36	Plat lantai satu tebal 12 cm	3	2.435.068,33	Dipercepat
37	Plat dag lantai satu tebal 10 cm	1	351.745,00	Dipercepat
38	Plat lisplank lantai satu	0		Tetap
39	Ornamen kolom canopy	0		Tetap
40	Pasangan dinding roster kerawang	0		Tetap
41	Plesteran dinding (1)	0		Tetap
42	Kosen pintu & jendela kayu kamper (1)	1	188.065,00	Dipercepat
43	Plat lantai ruang khasanah	0		Tetap
44	Kuda-kuda canopy	0		Tetap
45	Kolom lantai dua	1	1.984.565,00	Dipercepat
46	Balok + plat tangga lantai satu	1	424.320,00	Dipercepat
47	Pasangan dinding batu bata tahan api	0		Tetap
48	Balok praktis ring	0		Tetap
49	Plat dag lantai dua tebal 10 cm	2	1.455.637,50	Dipercepat

NO.	KEGIATAN	Jumlah Maksimal	Ri = (Cc-Cn)/di	Keterangan
		Percepatan (Hari) di = Dn - Dc		
50	Plat lisplank lantai dua	2	645.750,00	Dipercepat
51	Meni besi rangka atap	4	103.248,75	Dipercepat
52	Balok & plat tangga lantai dua	0		Tetap
53	Residu usuk dan reng	2	96.950,00	Dipercepat
54	Pasangan dinding batu bata (2)	0		Tetap
55	Kolom praktis (2)	0		Tetap
56	Pekerjaan baja (1)	3	245.836,00	Dipercepat
57	Plesteran dinding (2)	0		Tetap
58	Glassblock	2	42.187,50	Dipercepat
59	Kosen pintu & jendela kayu kamper (2)	1	188.065,00	Dipercepat
60	Instalasi fire alarm -1	0		Tetap
61	Pekerjaan sound system	8	107.768,13	Dipercepat
62	Pekerjaan telephone system	12	188.317,92	Dipercepat
63	Instalasi pipa air -2	12	83.301,67	Dipercepat
64	Rumah pompa ground reservoir	0		Tetap
65	Ground reservoir air bersih kap. 20,55 m3	0		Tetap
66	Septic tank + bak kontrol	0		Tetap
67	Sponengan sudut	0		Tetap
68	Lantai beton + tul. susut lapis screedhardener tebal 1	4	710.185,00	Dipercepat
69	Kosen pintu & jendela alluminium -1	1	1.966.823,00	Dipercepat
70	Lantai beton + tulangan susut tebal 7 cm	1	420.900,00	Dipercepat
71	Instalasi penerangan + saklar -2	6	98.535,83	Dipercepat
72	Panel distribusi	0		Tetap
73	UPS 7500 VA tower	0		Tetap
74	Plesteran dinding tahan api	1	105.210,00	Dipercepat
75	Sponengan sudut (2)	0		Tetap
76	Kosen pintu & jendela alluminium -2	1	1.966.822,00	Dipercepat
77	Pasangan dinding aldastone tebal 2 cm	12	31.989,58	Dipercepat
78	Pintu tutup tangga darurat lantai atap	0		Tetap
79	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 Hz	0		Tetap
80	Pekerjaan Penangkal Petir	6	19.828,33	Dipercepat
81	Pintu tahan api kluis	4	718.750,00	Dipercepat
82	Pekerjaan baja (2)	3	210.715,67	Dipercepat
83	Pekerjaan kayu rangka atap	4	264.188,75	Dipercepat
84	Tralis ruang khasanah	0		Tetap
85	Pekerjaan genteng	1	1.739.560,00	Dipercepat
86	Lapis water proofing plat atap	9	381.900,00	Dipercepat
87	Pekerjaan Air Conditioner	30	314.583,33	Dipercepat
88	Instalasi hidrant pipa GIP klas medium Lengkap -1	6	64.608,67	Dipercepat
89	Frame daun pintu dan jendela alluminium	2	544.890,00	Dipercepat
90	Daun pintu km/wc lapis alluminium	0		Tetap
91	Kaca rayben	3	681.066,67	Dipercepat
92	Daun pintu doule teakwood	0		Tetap
93	Pintu folding gate komplit	0		Tetap
94	Dinding partisi double gypsum board lapis wallpaper	0		Tetap
95	Dinding partisi double gypsum board finish cat dindir	0		Tetap
96	Cat dinding tembok dalam	12	181.695,00	Dipercepat
97	Cat dinding watershield	6	142.212,50	Dipercepat
98	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ PERKINS 2	18	652.604,17	Dipercepat
99	Pipa knalpot O 4"	0		Tetap

NO.	KEGIATAN	Jumlah Maksimal	Ri = (Cc-Cn)/di	Keterangan
		Percepatan (Hari) di = Dn -Dc		
100	Pondasi tangki solar pasangan batu belah	0		Tetap
101	Peredam suara pasangan batu belah lapis ijuk	0		Tetap
102	Plafond triplek 6 mm	4	581.437,50	Dipercepat
103	Pekerjaan keramik	4	820.636,25	Dipercepat
104	Railling tangga pipa besi 2,5 " finish cat	3	253.758,33	Dipercepat
105	Plafond gypsum board 10 mm + rangka	0		Tetap
106	Plafond archilic tutup lampu	4	75.673,75	Dipercepat
107	Pekerjaan granite	3	791.240,00	Dipercepat
108	Perengkapan daun pintu & jendela	0		Tetap
109	Floor hinge + frame stainless steel	2	392.000,00	Dipercepat
110	Lampu	6	432.377,50	Dipercepat
111	Kabel Ladder dan Tray	0		Tetap
112	Alat-alat saniter	11	133.915,00	Dipercepat
113	Pompa - pompa + asesories	6	135.166,67	Dipercepat
114	Sumur bor sesuai gambar kerja	4	70.090,00	Dipercepat
115	Watertank fiberglass @ 1m3 + automatic electrode	0		Tetap
116	Sumur peresapan air hujan buis beton dia 80 cm	0		Tetap
117	Bak peresapan air kotor sesuai gambar kerja	0		Tetap
118	Master control fire alarm dengan automatic line	0		Tetap
119	Instalasi fire alarm -2	12	47.148,75	Dipercepat
120	Instalasi hydrant pipa GIP klas medium lengkap -2	6	60.570,50	Dipercepat
121	Pompa hydrant dalam	6	69.448,33	Dipercepat
122	Fire house cabinet lengkap	4	83.437,50	Dipercepat
123	Pasangan lantai pavingblock tebal 8 cm	9	21.945,00	Dipercepat
124	Kaca sanblasting 5 mm	0		Tetap
125	Cat dinding partisi	4	25.807,50	Dipercepat
126	Cat plafond triplek	3	120.540,00	Dipercepat
127	Plint lantai	4	153.202,50	Dipercepat
128	List profil kayu kamper	2	257.730,00	Dipercepat
129	Melamine	6	108.910,00	Dipercepat
130	Cat plafond gypsum board texture	0		Tetap
131	Pasangan lantai karpet	3	641.766,67	Dipercepat
132	Cat kayu	0		Tetap
133	Tangki solar kapasitas 3000 liter	4	60.750,00	Dipercepat
134	Pompa bahan bakar	6	219.166,67	Dipercepat
135	Lapisan dinding glasswool	4	140.953,75	Dipercepat
136	Testing & commisiointing hydrant + AC	0		Tetap
137	Testing & commisiointing sound system, telephone, fire alarm, penangkal petir	0		Tetap
138	Testing & commisiointing Generator	0		Tetap
139	Checking lantai dalam	0		Tetap
140	Testing & commisiointing pekerjaan elektrikal	0		Tetap
141	Testing & commisiointing pekerjaan plumbing	0		Tetap
142	Checking cat dan melamine	0		Tetap
143	General check	0		Tetap

Setelah data-data yang diperlukan untuk percepatan pelaksanaan proyek di olah, maka proses optimasi dapat dilakukan, dalam hal ini menggunakan pendekatan algoritma genetik.

#### 4.1.4 Fungsi tujuan

Yang menjadi tujuan dalam masalah ini adalah meminimalkan biaya proyek pada durasi yang ditentukan yaitu 197 hari dan 217 hari, sehingga proses optimasi dilakukan sebanyak dua kali dengan fungsi tujuan dan kendalanya adalah :

$$\text{Minimalikan : } \sum_{i=1}^n Cc_i \quad ; \quad Cc_i = \text{biaya kegiatan } i \text{ pada kondisi dipercepat}$$

dimana :  $Cc_i = Cn_i + R_i (di')$

$di'$  = jumlah hari percepatan

$R_i$  = Slope biaya

$Cn_i$  = Biaya normal kegiatan  $i$

Kendala : Jumlah waktu penyelesaian proyek pada CPM = 197 dan 217

$$: 0 \leq di' \leq di$$

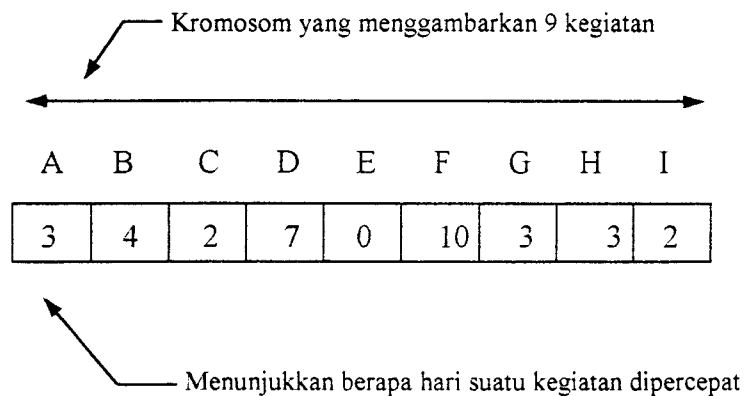
#### 4.1.5 Presentasi Algoritma Genetik

Dengan melakukan beberapa kali percobaan terhadap masalah yang akan dioptimasi, maka ditetapkan parameter utama algoritma genetik sebagai berikut :

1. Jumlah populasi = 30
2. Mutation Probability of Population = 60 %

3. Mutation Probability of Genes = 2 %
4. Size mutation of range = 100 %

Dalam masalah ini, yang merupakan gen adalah hari percepatan dalam suatu kegiatan. Untuk lebih jelasnya, presentasi algoritma genetik pada masalah ini dapat dilihat pada gambar 15. berikut ini.



Gambar 15. Contoh struktur kromosom

Karena jumlah hari percepatan adalah selalu bilangan bulat positif, maka dengan demikian tipe dari gen adalah integer. Bila nilai gen menunjukkan bilangan 0 maka berarti kegiatan tersebut tidak dipercepat.

Optimasi hanya dilakukan untuk mendapatkan biaya terendah pada durasi yang ditentukan. Dalam hal ini durasi ditentukan 197 hari dan 217 hari.

## 4.2 Analisis Waktu dan Biaya Proyek

### 4.2.1 Analisis waktu dan biaya proyek normal

Dengan menggunakan durasi dan biaya kegiatan normal, dan setelah semua kegiatan dijadwalkan dengan jaringan CPM, maka waktu dan biaya proyek



normal dapat dianalisis. Dari hasil analisis diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan durasi normal adalah 237 hari dengan biaya Rp. 2.343.821.550,-

Gambar jaringan kerja CPM dengan waktu normal dapat dilihat pada gambar 14.

#### 4.2.2 Analisis waktu dan biaya proyek *crash* total

Waktu dan biaya proyek *crash* total merupakan hasil dari penjadwalan proyek menggunakan semua kegiatan dengan durasi *crash* terpendek (maksimal), dengan kata lain mempercepat semua kegiatan secara maksimal untuk semua kegiatan yang secara teknis dapat dipercepat. Titik ini disebut dengan Titik Dipersingkat Total (TDT). Pada titik ini waktu penyelesaian proyek adalah 197 hari dengan biaya Rp. 2.456.915.175,-

Hasil perhitungan dengan waktu dipercepat total (Crash Total) dapat dilihat pada tabel 4.6.

Gambar jaringan kerja CPM dengan kondisi dipercepat total dapat dilihat pada gambar 16.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan dengan waktu dipercepat total (Crash Total)

NO.	KEGIATAN	Normal	Crash	Biaya	CRASH TOTAL					KETERANGAN
		Waktu (Dn)	Waktu (Dc)		ES	EF	LS	LF	TF	
1	Pagar keliling proyek seng gelombang finish cat	3	3	9.120.000,00	0	3	0	3	0	KIRITIS
2	Papan nama proyek	3	3	300.000,00	0	3	0	3	0	KIRITIS
3	Pembongkaran bangunan lama (A)	4	4	3.000.000,00	3	7	3	7	0	KIRITIS
4	Pembongkaran bangunan lama (B)	6	4	5.062.500,00	7	11	7	11	0	KIRITIS
5	Pembersihan bekas bongkaran -1	6	4	2.700.000,00	7	11	7	11	0	KIRITIS
6	Pembersihan bekas bongkaran -2	4	4	1.600.000,00	11	15	11	15	0	KIRITIS
7	Direksi keet	6	6	15.400.000,00	15	21	16	22	1	Tidak Kritis
8	Uitzet dan Bouplank	3	2	1.314.845,00	15	17	15	17	0	KIRITIS
9	Pengadaan air kerja dan listrik kerja	6	6	5.000.000,00	21	27	22	28	1	Tidak Kritis
10	Galian tanah pondasi	10	7	4.863.700,00	17	24	17	24	0	KIRITIS
11	Urug pasir bawah pondasi	4	4	1.063.050,00	24	28	24	28	0	KIRITIS
12	Beton tumbuk lantai kerja -1	3	2	1.075.335,00	28	30	28	30	0	KIRITIS
13	Beton tumbuk lantai kerja -2	3	2	1.075.335,00	30	32	31	33	1	Tidak Kritis
14	Pondasi footplat (1)	4	3	29.902.440,00	30	33	30	33	0	KIRITIS
15	Pondasi footplat (2)	6	5	43.473.545,00	33	38	33	38	0	KIRITIS
16	Kolom bawah peil (1)	6	5	9.727.595,00	33	38	33	38	0	KIRITIS
17	Kolom bawah peil (2)	4	3	6.690.940,00	38	41	42	45	4	Tidak Kritis
18	Urug tanah bekas galian pondasi	8	7	813.970,00	38	45	38	45	0	KIRITIS
19	Sloof	5	5	41.652.700,00	41	46	45	50	4	Tidak Kritis
20	Pasangan pondasi & dinding penahan tanah batu belah ketupat	21	18	38.102.190,00	41	59	94	112	53	Tidak Kritis
21	Urug pasir bawah lantai dasar	6	5	2.539.690,00	45	50	45	50	0	KIRITIS
22	Pasangan rollag batu bata	4	4	414.400,00	45	49	85	89	40	Tidak Kritis
23	Beton tumbuk + tulangan susut bawah lantai tebal 7 cm	4	3	13.769.925,00	50	53	50	53	0	KIRITIS
24	Instalasi pipa air -1	36	24	10.121.150,00	50	74	65	89	15	Tidak Kritis
25	Kolom lantai dasar	5	5	50.355.200,00	53	58	53	58	0	KIRITIS
26	Balok lantai dasar	6	5	68.812.380,00	58	63	59	64	1	Tidak Kritis
27	Plat lantai dasar tebal 12 cm	8	6	74.353.500,00	58	64	58	64	0	KIRITIS
28	Instalasi penerangan + saklar -1	36	30	12.415.465,00	58	88	77	107	19	Tidak Kritis
29	Pondasi, balok & plat tangga	5	5	9.361.000,00	64	69	64	69	0	KIRITIS
30	Kolom lantai satu	6	5	49.684.635,00	64	69	64	69	0	KIRITIS
31	Kolom praktis (1)	6	6	4.263.000,00	64	70	95	101	31	Tidak Kritis
32	Pasangan dinding batu bata (1)	12	12	19.886.480,00	49	61	89	101	40	Tidak Kritis
33	Bouvenlist 4 (BV4) besi baja	4	4	582.000,00	59	63	112	116	53	Tidak Kritis
34	Dinding lapis water proofing sheet	6	6	7.516.800,00	59	65	143	149	84	Tidak Kritis
35	Balok lantai satu	6	6	64.340.600,00	69	75	70	76	1	Tidak Kritis
36	Plat lantai satu tebal 12 cm	10	7	75.487.105,00	69	76	69	76	0	KIRITIS
37	Plat dag lantai satu tebal 10 cm	6	5	7.386.645,00	69	74	120	125	51	Tidak Kritis
38	Plat lisplank lantai satu	5	5	12.641.850,00	69	74	166	171	97	Tidak Kritis
39	Ornamen kolom canopy	6	6	600.000,00	69	75	131	137	62	Tidak Kritis
40	Pasangan dinding roeter kerawang	4	4	20.100,00	70	74	112	116	42	Tidak Kritis
41	Plesteran dinding (1)	15	15	18.529.200,00	70	85	101	116	31	Tidak Kritis
42	Kosen pintu & jendela kayu kamper (1)	9	8	6.206.065,00	70	78	151	159	81	Tidak Kritis
43	Plat lantai ruang khasanah	6	6	70.308.000,00	75	81	165	171	90	Tidak Kritis
44	Kuda-kuda canopy	4	4	593.400,00	75	79	99	103	24	Tidak Kritis
45	Kolom lantai dua	5	4	33.737.565,00	76	80	76	80	0	KIRITIS
46	Balok + plat tangga lantai satu	6	5	8.910.720,00	76	81	84	89	8	Tidak Kritis
47	Pasangan dinding batu bata tahan api	4	4	22.587.500,00	76	80	128	132	52	Tidak Kritis
48	Balok praktis ring	6	6	64.205.700,00	80	86	80	86	0	KIRITIS
49	Plat dag lantai dua tebal 10 cm	10	8	49.491.675,00	86	94	86	94	0	KIRITIS
50	Plat lisplank lantai dua	8	6	16.789.500,00	86	92	87	93	1	Tidak Kritis
51	Meni besi rangka atap	12	8	3.716.945,00	86	94	95	103	9	Tidak Kritis
52	Balok & plat tangga lantai dua	5	5	4.120.600,00	81	86	89	94	8	Tidak Kritis
53	Residu usuk dan reng	12	10	4.071.900,00	92	102	93	103	1	Tidak Kritis
54	Pasangan dinding batu bata (2)	18	18	29.829.690,00	94	112	104	122	10	Tidak Kritis
55	Kolom praktis (2)	9	9	10.798.500,00	94	103	113	122	19	Tidak Kritis
56	Pekerjaan baja (1)	12	9	9.587.550,00	94	103	94	103	0	KIRITIS
57	Plesteran dinding (2)	15	15	18.529.200,00	112	127	122	137	10	Tidak Kritis
58	Glassblock	6	4	759.375,00	112	116	187	191	75	Tidak Kritis
59	Kosen pintu & jendela kayu kamper (2)	9	8	6.206.065,00	112	120	151	159	39	Tidak Kritis
60	Instalasi fire alarm -1	12	12	1.508.750,00	112	124	149	161	37	Tidak Kritis
61	Pekerjaan sound system	50	42	18.967.145,00	112	154	143	185	31	Tidak Kritis
62	Pekerjaan telephone system	60	48	38.416.815,00	112	160	137	185	25	Tidak Kritis
63	Instalasi pipa air -2	48	36	12.995.045,00	74	110	89	125	15	Tidak Kritis
64	Rumah pompa ground reservoir	24	24	840.000,00	74	98	131	155	57	Tidak Kritis
65	Ground reservoir air bersih kap. 20,55 m3	24	24	8.335.000,00	74	98	101	125	27	Tidak Kritis

NO.	KEGIATAN	Normal	Crash	Biaya	CRASH TOTAL					KETERANGAN
		Waktu (Dn)	Waktu (Dc)		ES	EF	LS	LF	TF	
66	Septic tank + bak kontrol	24	24	9.326.000,00	74	98	143	167	69	Tidak Kritis
67	Sponengan sudut	9	9	6.310.650,00	85	94	140	149	55	Tidak Kritis
68	Lantai beton + tul. susut lapis screedhardener tebal 1	12	8	25.566.840,00	85	93	116	124	31	Tidak Kritis
69	Kosen pintu & jendela aluminium -1	6	5	41.303.235,00	85	90	151	156	66	Tidak Kritis
70	Lantai beton + tulangan susut tebal 7 cm	6	5	8.838.900,00	93	98	124	129	31	Tidak Kritis
71	Instalasi penerangan + saklar -2	36	30	12.415.465,00	88	118	119	149	31	Tidak Kritis
72	Panel distribusi	48	48	45.656.500,00	88	136	107	155	19	Tidak Kritis
73	UPS 7500 VA tower	6	6	28.750.000,00	88	94	173	179	35	Tidak Kritis
74	Plesteran dinding tahan api	6	5	2.209.410,00	80	85	132	137	52	Tidak Kritis
75	Sponengan sudut (2)	9	9	6.310.650,00	127	136	140	149	13	Tidak Kritis
76	Kosen pintu & jendela aluminium -2	6	5	41.303.235,00	127	132	151	156	24	Tidak Kritis
77	Pasangan dinding aluastone tebal 2 cm	36	24	3.454.875,00	127	151	167	191	40	Tidak Kritis
78	Pintu tutup tangga darurat lantai atap	6	6	450.000,00	127	133	179	185	52	Tidak Kritis
79	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ	12	12	17.900.000,00	127	139	141	153	14	Tidak Kritis
80	Pekerjaan Penangkal Petir	54	48	3.925.970,00	127	175	137	185	10	Tidak Kritis
81	Pintu tahan api kluis	12	8	25.875.000,00	81	89	171	179	90	Tidak Kritis
82	Pekerjaan baja (2)	24	21	18.332.230,00	103	124	103	124	0	KIRITIS
83	Pekerjaan kayu rangka atap	24	20	22.191.855,00	103	123	104	124	1	Tidak Kritis
84	Tralis ruang khasanah	12	12	6.880.000,00	124	136	179	191	55	Tidak Kritis
85	Pekerjaan genteng	6	5	36.530.760,00	124	129	124	129	0	KIRITIS
86	Lapis water proofing plat atap	24	15	26.351.100,00	94	109	145	160	51	Tidak Kritis
87	Pekerjaan Air Conditioner	90	60	84.937.500,00	94	154	125	185	31	Tidak Kritis
88	Instalasi hidrant pipa GIP klas medium Lengkap -1	24	18	5.039.430,00	94	112	135	153	41	Tidak Kritis
89	Frame daun pintu dan jendela aluminium	12	10	22.885.380,00	132	142	156	166	24	Tidak Kritis
90	Daun pintu km/wc lapis aluminium	6	6	1.298.500,00	132	138	175	181	43	Tidak Kritis
91	Kaca rayben	18	15	42.907.200,00	142	157	166	181	24	Tidak Kritis
92	Daun pintu doule teakwood	6	6	9.684.800,00	120	126	159	165	39	Tidak Kritis
93	Pintu folding gate komplit	6	6	7.087.500,00	136	142	170	176	34	Tidak Kritis
94	Dinding partisi double gypsum board lapis wallpaper	9	9	21.235.750,00	136	145	182	191	46	Tidak Kritis
95	Dinding partisi double gypsum board finish cat dinding	9	9	9.997.500,00	136	145	156	165	20	Tidak Kritis
96	Cat dinding tembok dalam	48	36	28.344.390,00	136	172	149	185	13	Tidak Kritis
97	Cat dinding watershed	36	30	17.918.775,00	136	166	155	185	19	Tidak Kritis
98	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ PERKINS 2	42	24	74.396.875,00	139	163	161	185	22	Tidak Kritis
99	Pipa knalpot Ø 4"	6	6	475.000,00	139	145	179	185	40	Tidak Kritis
100	Pondasi tangki solar pasangan batu belah	6	6	1.647.800,00	139	145	153	159	14	Tidak Kritis
101	Peredam suara pasangan batu belah lapis ijuk	12	12	1.078.700,00	139	151	165	177	26	Tidak Kritis
102	Plafond triplek 6 mm	24	20	48.840.750,00	129	149	150	170	21	Tidak Kritis
103	Pekerjaan keramik	30	26	88.628.645,00	129	155	129	155	0	KIRITIS
104	Railing tangga pipa besi 2,5" finish cat	24	21	22.076.875,00	129	150	164	185	35	Tidak Kritis
105	Plafond gypsum board 10 mm + rangka	18	18	32.138.750,00	129	147	142	160	13	Tidak Kritis
106	Plafond archilik tutup lampu	12	8	2.724.245,00	129	137	152	160	23	Tidak Kritis
107	Pekerjaan granite	18	15	49.848.120,00	129	144	172	187	43	Tidak Kritis
108	Perlengkapan daun pintu & jendela	6	6	44.923.050,00	157	163	185	191	28	Tidak Kritis
109	Floor hinge + frame stainless steel	12	10	16.464.000,00	157	167	181	191	24	Tidak Kritis
110	Lampu	36	30	54.479.515,00	118	148	149	179	31	Tidak Kritis
111	Kabel Ladder dan Tray	24	24	8.612.500,00	136	160	155	179	19	Tidak Kritis
112	Alat-alat saniter	41	30	17.542.815,00	110	140	125	155	15	Tidak Kritis
113	Pompa - pompa + asesories	36	30	17.031.000,00	140	170	155	185	15	Tidak Kritis
114	Sumur bor sesuai gambar kerja	18	14	4.205.360,00	140	154	171	185	31	Tidak Kritis
115	Watertank fiberglass @ 1m3 + automatic electrode	6	6	1.880.000,00	110	116	179	185	69	Tidak Kritis
116	Sumur peresapan air hujan buis beton dia 80 cm	24	24	5.700.000,00	110	134	161	185	51	Tidak Kritis
117	Bak peresapan air kotor sesuai gambar kerja	18	18	6.800.000,00	98	116	167	185	69	Tidak Kritis
118	Master control fire alarm dengan automatic line	21	21	5.720.000,00	124	145	164	185	40	Tidak Kritis
119	Instalasi fire alarm -2	36	24	5.092.035,00	124	148	161	185	37	Tidak Kritis
120	Instalasi hydrant pipa GIP klas medium lengkap -2	30	24	6.178.145,00	112	136	153	177	41	Tidak Kritis
121	Pompa hydrant dalam	30	24	7.083.690,00	112	136	161	185	49	Tidak Kritis
122	Fire house cabinet lengkap	12	8	3.003.750,00	136	144	177	185	41	Tidak Kritis
123	Pasangan lantai pavingblock tebal 8 cm	24	15	1.514.205,00	142	157	176	191	34	Tidak Kritis
124	Kaca sanblasting 5 mm	5	5	7.800.000,00	145	150	186	191	41	Tidak Kritis
125	Cat dinding partisi	24	20	2.167.780,00	145	165	165	185	20	Tidak Kritis
126	Cat plafond triplek	18	15	7.594.020,00	149	164	170	185	21	Tidak Kritis
127	Plint lantai	12	8	5.515.260,00	155	163	179	187	24	Tidak Kritis
128	List profil kayu kamper	12	10	10.824.660,00	155	165	155	165	0	KIRITIS
129	Melamine	26	20	9.366.260,00	165	185	165	185	0	KIRITIS
130	Cat plafond gypsum board texture	12	12	5.922.500,00	147	159	160	172	13	Tidak Kritis
131	Pasangan lantai karpet	18	15	40.431.300,00	159	174	172	187	13	Tidak Kritis

NO.	KEGIATAN	Normal	Crash	Biaya	CRASH TOTAL					KETERANGAN
		Waktu (Dn)	Waktu (Dc)		ES	EF	LS	LF	TF	
132	Cat kayu	6	6	2.111.100,00	133	139	185	191	52	Tidak Kritis
133	Tangki solar kapasitas 3000 liter	24	20	5.103.000,00	145	165	159	179	14	Tidak Kritis
134	Pompa bahan bakar	12	6	6.575.000,00	165	171	179	185	14	Tidak Kritis
135	Lapisan dinding glasswool	12	8	5.074.315,00	151	159	177	185	26	Tidak Kritis
136	Testing & commisioning hydrant + AC	6	6	1.663.000,00	154	160	185	191	31	Tidak Kritis
137	Testing & commisioning sound system, telephone, fire alarm, penangkal petir	6	6	2.250.000,00	175	181	185	191	10	Tidak Kritis
138	Testing & commisioning Generator	6	6	2.000.000,00	171	177	185	191	14	Tidak Kritis
139	Checking lantai dalam	4	4	530.000,00	174	178	187	191	13	Tidak Kritis
140	Testing & commisioning pekerjaan elektrikal	12	12	1.850.000,00	160	172	179	191	19	Tidak Kritis
141	Testing & commisioning pekerjaan plumbing	6	6	1.250.000,00	170	176	185	191	15	Tidak Kritis
142	Checking cat dan melamine	6	6	950.000,00	185	191	185	191	0	KIRITIS
143	General check	6	6	1.500.000,00	191	197	191	197	0	KIRITIS
	Dokumentasi			600.000,00						
	Jumlah Biaya yang dibutuhkan			2.456.915.175,00						

#### 4.2.3 Analisis biaya proyek optimal dengan waktu 197 hari

Setelah melakukan optimasi sebanyak 315 generasi, diperoleh biaya yang paling ekonomis (optimal) Rp. 2.384.512.514,58

Data mengenai pekerjaan yang dipercepat, jumlah hari percepatan dan biaya percepatan setelah didapatkan biaya yang optimal dapat dilihat pada tabel 4.7. Sedangkan gambar jaringan CPM untuk kondisi optimal dengan waktu 197 hari dapat dilihat pada gambar 17.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan dengan waktu 197 hari (Titik TPD)

NO.	KEGIATAN	Normal	Durasi Setelah Crashing	Biaya	ES	EF	LS	LF	TF	KETERANGAN
		Waktu (Dn)								
1	Pagar keliling proyek seng gelombang finish cat	3	3	9.120.000,00	0	3	0	3	0	KIRITIS
2	Papan nama proyek	3	3	300.000,00	0	3	0	3	0	KIRITIS
3	Pembongkaran bangunan lama (A)	4	4	3.000.000,00	3	7	3	7	0	KIRITIS
4	Pembongkaran bangunan lama (B)	6	4	5.062.500,00	7	11	7	11	0	KIRITIS
5	Pembersihan bekas bongkaran -1	6	4	2.700.000,00	7	11	7	11	0	KIRITIS
6	Pembersihan bekas bongkaran -2	4	4	1.600.000,00	11	15	11	15	0	KIRITIS
7	Direksi keet	6	6	15.400.000,00	15	21	16	22	1	-
8	Uitzet dan Bouplank	3	2	1.314.845,00	15	17	15	17	0	KIRITIS
9	Pengadaan air kerja dan listrik kerja	6	6	5.000.000,00	21	27	22	28	1	-
10	Galian tanah pondasi	10	7	4.863.700,00	17	24	17	24	0	KIRITIS
11	Urug pasir bawah pondasi	4	4	1.063.050,00	24	28	24	28	0	KIRITIS
12	Beton tumbuk lantai kerja -1	3	2	1.075.335,00	28	30	28	30	0	KIRITIS
13	Beton tumbuk lantai kerja -2	3	3	955.850,00	30	33	30	33	0	KIRITIS
14	Pondasi footplat (1)	4	3	29.902.440,00	30	33	30	33	0	KIRITIS
15	Pondasi footplat (2)	6	5	43.473.545,00	33	38	33	38	0	KIRITIS
16	Kolom bawah peil (1)	6	5	9.727.595,00	33	38	33	38	0	KIRITIS
17	Kolom bawah peil (2)	4	4	6.176.250,00	38	42	41	45	3	-
18	Urug tanah bekas galian pondasi	8	7	813.970,00	38	45	38	45	0	KIRITIS
19	Sloof	5	5	41.652.700,00	42	47	45	50	3	-
20	Pasangan pondasi & dinding penahan tanah batu bata	21	21	36.578.100,00	42	63	86	107	44	-
21	Urug pasir bawah lantai dasar	6	5	2.539.690,00	45	50	45	50	0	KIRITIS
22	Pasangan rollag batu bata	4	4	414.400,00	45	49	80	84	35	-
23	Beton tumbuk + tulangan susut bawah lantai tebal 7 cm	4	3	13.769.925,00	50	53	50	53	0	KIRITIS
24	Instalasi pipa air -1	36	24	10.121.150,00	50	74	50	74	0	KIRITIS
25	Kolom lantai dasar	5	5	50.355.200,00	53	58	53	58	0	KIRITIS
26	Balok lantai dasar	6	6	65.535.600,00	58	64	58	64	0	KIRITIS
27	Plat lantai dasar tebal 12 cm	8	6	74.353.500,00	58	64	58	64	0	KIRITIS
28	Instalasi penerangan + saklar -1	36	36	11.824.250,00	58	94	71	107	13	-
29	Pondasi, balok & plat tangga	5	5	9.361.000,00	64	69	64	69	0	KIRITIS
30	Kolom lantai satu	6	5	49.684.635,00	64	69	64	69	0	KIRITIS
31	Kolom praktis (1)	6	6	4.263.000,00	64	70	90	96	26	-
32	Pasangan dinding batu bata (1)	12	12	19.886.460,00	49	61	84	96	35	-
33	Bouvenlist 4 (BV4) besi baja	4	4	582.000,00	63	67	107	111	44	-
34	Dinding lapis water proofing sheet	6	6	7.516.800,00	63	69	131	137	68	-
35	Balok lantai satu	6	6	64.340.600,00	69	75	70	76	1	-
36	Plat lantai satu tebal 12 cm	10	7	75.487.105,00	69	76	69	76	0	KIRITIS
37	Plat dag lantai satu tebal 10 cm	6	6	7.034.900,00	69	75	89	95	20	-
38	Plat lisp plank lantai satu	5	5	12.641.850,00	69	74	162	167	93	-
39	Ornamen kolom canopy	6	6	600.000,00	69	75	122	128	53	-
40	Pasangan dinding roster kerawang	4	4	20.100,00	70	74	107	111	37	-
41	Plesteran dinding (1)	15	15	18.529.200,00	70	85	96	111	26	-
42	Kosen pintu & jendela kayu kamper (1)	9	8	6.206.065,00	70	78	151	159	81	-
43	Plat lantai ruang khasanah	6	6	70.308.000,00	75	81	161	167	86	-
44	Kuda-kuda canopy	4	4	593.400,00	75	79	99	103	24	-
45	Kolom lantai dua	5	4	33.737.565,00	76	80	76	80	0	KIRITIS
46	Balok + plat tangga lantai satu	6	6	8.486.400,00	76	82	83	89	7	-
47	Pasangan dinding batu bata tahan api	4	4	22.587.500,00	76	80	118	122	42	-
48	Balok praktis ring	6	6	64.205.700,00	80	86	80	86	0	KIRITIS
49	Plat dag lantai dua tebal 10 cm	10	8	49.491.675,00	86	94	86	94	0	KIRITIS
50	Plat lisp plank lantai dua	8	7	16.143.750,00	86	93	86	93	0	KIRITIS
51	Meni besi rangka atap	12	12	3.303.950,00	86	98	91	103	5	-
52	Balok & plat tangga lantai dua	5	5	4.120.600,00	82	87	89	94	7	-
53	Residu usuk dan reng	12	10	4.071.900,00	93	103	93	103	0	KIRITIS
54	Pasangan dinding batu bata (2)	18	18	29.829.690,00	94	112	95	113	1	-
55	Kolom praktis (2)	9	9	10.798.500,00	94	103	104	113	10	-
56	Pekerjaan baja (1)	12	9	9.587.550,00	94	103	94	103	0	KIRITIS
57	Plesteran dinding (2)	15	15	18.529.200,00	112	127	113	128	1	-
58	Glassblock	6	6	675.000,00	112	118	185	191	73	-
59	Kosen pintu & jendela kayu kamper (2)	9	9	6.018.000,00	112	121	150	159	38	-
60	Instalasi fire alarm -1	12	12	1.508.750,00	112	124	137	149	25	-
61	Pekerjaan sound system	50	50	18.105.000,00	112	162	135	185	23	-
62	Pekerjaan telephone system	60	60	36.157.000,00	112	172	125	185	13	-
63	Instalasi pipa air -2	48	36	12.995.045,00	74	110	74	110	0	KIRITIS
64	Rumah pompa ground reservoir	24	24	840.000,00	74	98	127	151	53	-
65	Ground reservoir air bersih kap. 20,55 m3	24	24	8.335.000,00	74	98	86	110	12	-

NO.	KEGIATAN	Normal	Durasi	Biaya	ES	EF	LS	LF	TF	KETERANGAN
		Waktu (Dn)	Setelah Crashing							
66	Septic tank + bak kontrol	24	24	9.326.000,00	74	98	143	167	69	-
67	Sponengan sudut	9	9	6.310.650,00	85	94	128	137	43	-
68	Lantai beton + tul. susut lapis screedhardener tebal 1	12	12	22.725.900,00	85	97	111	123	26	-
69	Kosen pintu & jendela alluminium -1	6	6	39.336.412,00	85	91	143	149	58	-
70	Lantai beton + tuangan susut tebal 7 cm	6	6	8.418.000,00	97	103	123	129	26	-
71	Instalasi penerangan + saklar -2	36	36	11.824.250,00	94	130	107	143	13	-
72	Panel distribusi	48	48	45.656.500,00	94	142	107	155	13	-
73	UPS 7500 VA tower	6	6	28.750.000,00	94	100	173	179	79	-
74	Plesteran dinding tahan api	6	6	2.104.200,00	80	86	122	128	42	-
75	Sponengan sudut (2)	9	9	6.310.650,00	127	136	128	137	1	-
76	Kosen pintu & jendela alluminium -2	6	6	39.336.413,00	127	133	143	149	16	-
77	Pasangan dinding aldstone tebal 2 cm	36	36	3.071.000,00	127	163	155	191	28	-
78	Pintu tutup tangga darurat lantai atap	6	6	450.000,00	127	133	179	185	52	-
79	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ	12	12	17.900.000,00	127	139	131	143	4	-
80	Pekerjaan Penangkal Petir	54	54	3.807.000,00	127	181	131	185	4	-
81	Pintu tahan api kuis	12	12	23.000.000,00	81	93	167	179	86	-
82	Pekerjaan baja (2)	24	21	18.332.230,00	103	124	103	124	0	KIRITIS
83	Pekerjaan kayu rangka atap	24	21	21.927.666,25	103	124	103	124	0	KIRITIS
84	Trailis ruang khasanah	12	12	6.880.000,00	124	136	179	191	55	-
85	Pekerjaan genteng	6	5	36.530.760,00	124	129	124	129	0	KIRITIS
86	Lapis water proofing plat atap	24	24	22.914.000,00	94	118	133	157	39	-
87	Pekerjaan Air Conditioner	90	90	75.500.000,00	94	184	95	185	1	-
88	Instalasi hidrant pipa GIP klas medium Lengkap -1	24	24	4.651.778,00	94	118	119	143	25	-
89	Frame daun pintu dan jendela alluminium	12	12	21.795.600,00	133	145	149	161	16	-
90	Daun pintu km/wc lapis alluminium	6	6	1.298.500,00	133	139	173	179	40	-
91	Kaca rayben	18	18	40.864.000,00	145	163	161	179	16	-
92	Daun pintu doule teakwood	6	6	9.684.800,00	121	127	159	165	38	-
93	Pintu folding gate komplit	6	6	7.087.500,00	136	142	161	167	25	-
94	Dinding partisi double gypsum board lapis wallpaper	9	9	21.235.750,00	136	145	182	191	46	-
95	Dinding partisi double gypsum board finish cat dinding	9	9	9.997.500,00	136	145	152	161	16	-
96	Cat dinding tembok dalam	48	48	26.164.050,00	136	184	137	185	1	-
97	Cat dinding watershield	36	36	17.065.500,00	136	172	149	185	13	-
98	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ PERKINS 2	42	42	62.650.000,00	139	181	143	185	4	-
99	Pipa knalpot Ø 4"	6	6	475.000,00	139	145	179	185	40	-
100	Pondasi tangki solar pasangan batu belah	6	6	1.647.800,00	139	145	143	149	4	-
101	Peredam suara pasangan batu belah lapis ijuk	12	12	1.078.700,00	139	151	181	173	22	-
102	Plafond triplek 6 mm	24	24	46.515.000,00	129	153	143	167	14	-
103	Pekerjaan keramik	30	26	88.628.645,00	129	155	129	155	0	KIRITIS
104	Railing tangga pipa besi 2,5" finish cat	24	24	21.315.600,00	129	153	161	185	32	-
105	Plafond gypsum board 10 mm + rangka	18	18	32.138.750,00	129	147	139	157	10	-
106	Plafond archilic tutup lampu	12	12	2.421.550,00	129	141	145	157	16	-
107	Pekerjaan granite	18	18	47.474.400,00	129	147	169	187	40	-
108	Perengkapan daun pintu & jendela	6	6	44.923.050,00	163	169	185	191	22	-
109	Floor hinge + frame stainless steel	12	12	15.680.000,00	163	175	179	191	16	-
110	Lampu	36	36	51.885.250,00	130	166	143	179	13	-
111	Kabel Ladder dan Tray	24	24	8.612.500,00	142	166	155	179	13	-
112	Alat-alat saniter	41	41	16.069.750,00	110	151	110	151	0	KIRITIS
113	Pompa - pompa + asesories	36	34	16.490.333,33	151	185	151	185	0	KIRITIS
114	Sumur bor sesuai gambar kerja	18	18	3.925.000,00	151	169	167	185	16	-
115	Watertank fiberglass @ 1m3 + automatic electrode	6	6	1.880.000,00	110	116	179	185	69	-
116	Sumur peresapan air hujan buis beton dia 80 cm	24	24	5.700.000,00	110	134	161	185	51	-
117	Bak peresapan air kotor sesuai gambar kerja	18	18	6.800.000,00	98	116	167	185	69	-
118	Master control fire alarm dengan automatic line	21	21	5.720.000,00	124	145	164	185	40	-
119	Instalasi fire alarm -2	36	36	4.526.250,00	124	160	149	185	25	-
120	Instalasi hydrant pipa GIP klas medium lengkap -2	30	30	5.814.722,00	118	148	143	173	25	-
121	Pompa hydrant dalam	30	30	6.667.000,00	118	148	155	185	37	-
122	Fire house cabinet lengkap	12	12	2.670.000,00	148	160	173	185	25	-
123	Pasangan lantai pavingblock tebal 8 cm	24	24	1.316.700,00	142	166	167	191	25	-
124	Kaca sanblasting 5 mm	5	5	7.800.000,00	145	150	186	191	41	-
125	Cat dinding partisi	24	24	2.064.550,00	145	169	161	185	16	-
126	Cat plafond triplek	18	18	7.232.400,00	153	171	167	185	14	-
127	Plint lantai	12	12	4.902.450,00	155	167	175	187	20	-
128	List profil kayu kamper	12	10	10.824.660,00	155	165	155	165	0	KIRITIS
129	Melamine	26	20	9.366.260,00	165	185	165	185	0	KIRITIS
130	Cat plafond gypsum board texture	12	12	5.922.500,00	147	159	157	169	10	-
131	Pasangan lantai karpet	18	18	38.506.000,00	159	177	169	187	10	-

NO.	KEGIATAN	Normal	Durasi Setelah Crashing	Biaya	ES	EF	LS	LF	TF	KETERANG- AN
		Waktu (Dn)								
132	Cat kayu	6	6	2.111.100,00	133	139	185	191	52	-
133	Tangki solar kapasitas 3000 liter	24	24	4.860.000,00	145	169	149	173	4	-
134	Pompa bahan bakar	12	12	5.260.000,00	169	181	173	185	4	-
135	Lapisan dinding glasswool	12	12	4.510.500,00	151	163	173	185	22	-
136	Testing & commisioining hydrant + AC Testing & commisioining sound system, telephone.	6	6	1.663.000,00	184	190	185	191	1	-
137	fire alarm, penangkal petir	6	6	2.250.000,00	181	187	185	191	4	-
138	Testing & commisioining Generator	6	6	2.000.000,00	181	187	185	191	4	-
139	Checking lantai dalam	4	4	530.000,00	177	181	187	191	10	-
140	Testing & commisioining pekerjaan elektrikal	12	12	1.850.000,00	166	178	179	191	13	-
141	Testing & commisioining pekerjaan plumbing	6	6	1.250.000,00	185	191	185	191	0	KIRITIS
142	Checking cat dan melamine	6	6	950.000,00	185	191	185	191	0	KIRITIS
143	General check	6	6	1.500.000,00	191	197	191	197	0	KIRITIS
Dokumentasi				600.000,00						
Jumlah Biaya yang dibutuhkan				2.384.512.514,58						



NO.	KEGIATAN	Metode						Selisih (GA - Bertahap)
		Norma:		Crash Bertahap		Algoritma Genetik		
		Waktu (Dn)	Biaya (Cn)	Waktu (Dc)	Biaya (Cc)	Waktu (Dg)	Biaya (Cg)	
1	Pagar keliling proyek seng gelombang finish cat	3	9 120 000.00	3	9 120 000.00	3	9 120 000.00	-
2	Papan nama proyek	3	300 000.00	3	300 000.00	3	300 000.00	-
3	Pembongkaran bangunan lama (A)	4	3 000 000.00	4	3 000 000.00	4	3 000 000.00	-
4	Pembongkaran bangunan lama (B)	6	4 500 000.00	4	5 062 500.00	4	5 062 500.00	-
5	Pembersihan bekas bongkaran -1	6	2 400 000.00	4	2 700 000.00	4	2 700 000.00	-
6	Pembersihan bekas bongkaran -2	4	1 600 000.00	4	1 600 000.00	4	1 600 000.00	-
7	Direksi keet	6	15 400 000.00	6	15 400 000.00	6	15 400 000.00	-
8	Urtzet dan Boupiank	3	1 168 750.00	2	1 314 845.00	2	1 314 845.00	-
9	Pengadaan air kerja dan listrik kerja	6	5 000 000.00	6	5 000 000.00	6	5 000 000.00	-
10	Galian tanah pondasi	10	3 404 600.00	7	4 863 700.00	7	4 863 700.00	-
11	Urug pasir bawah pondasi	4	1 063 050.00	4	1 063 050.00	4	1 063 050.00	-
12	Beton tumbuk lantai kerja -1	3	955 850.00	2	1 075 335.00	2	1 075 335.00	-
13	Beton tumbuk lantai kerja -2	3	955 850.00	3	955 850.00	3	955 850.00	-
14	Pondasi footplat (1)	4	27 602 250.00	3	29 902 440.00	3	29 902 440.00	-
15	Pondasi footplat (2)	6	41 403 375.00	5	43 473 545.00	5	43 473 545.00	-
16	Kolom bawah peli (1)	6	9 264 375.00	5	9 727 595.00	5	9 727 595.00	-
17	Kolom bawah peli (2)	4	6 176 250.00	4	6 176 250.00	4	6 176 250.00	-
18	Urug tanah bekas galian pondasi	8	785 900.00	7	813 970.00	7	813 970.00	-
19	Sloof	5	41 652 700.00	5	41 652 700.00	5	41 652 700.00	-
20	Pasangan pondasi & dinding penahan tanah batu belah	21	36 578 100.00	21	36 578 100.00	21	36 578 100.00	-
21	Urug pasir bawah lantai dasar	6	2 418 750.00	5	2 539 690.00	5	2 539 690.00	-
22	Pasangan rollag batu bata	4	414 400.00	4	414 400.00	4	414 400.00	-
23	Beton tumbuk + tulangan susut bawah lantai tebal 7 cm	4	12 710 700.00	3	13 769 925.00	3	13 769 925.00	-
24	Instalasi pipa air -1	36	6 996 575.00	24	10 121 150.00	24	10 121 150.00	-
25	Kolom lantai dasar	5	50 355 200.00	5	50 355 200.00	5	50 355 200.00	-
26	Balok lantai dasar	6	65 535 600.00	6	65 535 600.00	6	65 535 600.00	-
27	Piat lantai dasar tebal 12 cm	8	68 634 000.00	6	74 353 500.00	6	74 353 500.00	-
28	Instalasi penerangan + saklar -1	36	11 824 250.00	36	11 824 250.00	36	11 824 250.00	-
29	Pondasi balok & piat tangga	5	9 361 000.00	5	9 361 000.00	5	9 361 000.00	-
30	Kolom lantai satu	6	47 318 700.00	5	49 684 635.00	5	49 684 635.00	-
31	Kolom praktis (1)	6	4 253 000.00	6	4 253 000.00	6	4 253 000.00	-
32	Pasangan dinding batu bata (1)	12	19 886 460.00	12	19 886 460.00	12	19 886 460.00	-
33	Bouvenlist 4 (BV4) besi baja	4	582 000.00	4	582 000.00	4	582 000.00	-
34	Dinding lapis water proofing sheet	6	7 516 800.00	6	7 516 800.00	6	7 516 800.00	-
35	Balok lantai satu	6	64 340 600.00	6	64 340 600.00	6	64 340 600.00	-
36	Piat lantai satu tebal 12 cm	10	68 181 900.00	7	75 487 105.00	7	75 487 105.00	-
37	Piat dag lantai satu tebal 10 cm	6	7 034 900.00	6	7 034 900.00	6	7 034 900.00	-
38	Piat lisplank lantai satu	5	12 641 850.00	5	12 641 850.00	5	12 641 850.00	-
39	Ornamen kolom canopy	6	600 000.00	6	600 000.00	6	600 000.00	-
40	Pasangan dinding roster kerawang	4	20 100.00	4	20 100.00	4	20 100.00	-
41	Plesteran dinding (1)	15	18 529 200.00	15	18 529 200.00	15	18 529 200.00	-
42	Kosen pintu & jendela kayu kamper (1)	9	6 018 000.00	9	6 018 000.00	8	6 206 065.00	188.065.00
43	Piat lantai ruang khasanah	6	70 308 000.00	6	70 308 000.00	6	70 308 000.00	-
44	Kuda-kuda canopy	4	593 400.00	4	593 400.00	4	593 400.00	-
45	Kolom lantai dua	5	31 753 000.00	4	33 737 585.00	4	33 737 585.00	-
46	Balok + piat tangga lantai satu	6	6 486 400.00	6	6 486 400.00	6	6 486 400.00	-
47	Pasangan dinding batu bata tahan api	4	22 587 500.00	4	22 587 500.00	4	22 587 500.00	-
48	Balok praktis nng	6	64 205 700.00	6	64 205 700.00	6	64 205 700.00	-
49	Piat dag lantai dua tebal 10 cm	10	46 580 400.00	8	49 491 675.00	8	49 491 675.00	-
50	Piat lisplank lantai dua	6	15 498 000.00	7	16 143 750.00	7	16 143 750.00	-
51	Meni besi rangka atap	12	3 303 950.00	12	3 303 950.00	12	3 303 950.00	-
52	Balok & piat tangga lantai dua	5	4 120 600.00	5	4 120 600.00	5	4 120 600.00	-
53	Residu usuk dan reng	12	3 878 000.00	10	4 071 900.00	10	4 071 900.00	-
54	Pasangan dinding batu bata (2)	16	29 829 690.00	18	29 829 690.00	18	29 829 690.00	-
55	Kolom praktis (2)	9	10 798 500.00	9	10 798 500.00	9	10 798 500.00	-
56	Pekerjaan baja (1)	12	8 850 042.00	9	9 587 550.00	9	9 587 550.00	-
57	Plesteran dinding (2)	15	18 529 200.00	15	18 529 200.00	15	18 529 200.00	-
58	Glassblock	6	675 000.00	6	675 000.00	6	675 000.00	-
59	Kosen pintu & jendela kayu kamper (2)	9	6 018 000.00	9	6 018 000.00	9	6 018 000.00	-
60	Instalasi fire alarm -1	12	1 508 750.00	12	1 508 750.00	12	1 508 750.00	-
61	Pekerjaan sound system	50	18 105 000.00	50	18 105 000.00	50	18 105 000.00	-
62	Pekerjaan telephone system	60	36 157 000.00	60	36 157 000.00	60	36 157 000.00	-
63	Instalasi pipa air -2	48	11 995 425.00	45	12 245 330.00	36	12 995 045.00	749.715.00
64	Rumah pompa ground reservoir	24	840 000.00	24	840 000.00	24	840 000.00	-
65	Ground reservoir air bersih kap. 20.55 m3	24	8 335 000.00	24	8 335 000.00	24	8 335 000.00	-
66	Septic tank + bak kontrol	24	9 326 000.00	24	9 326 000.00	24	9 326 000.00	-
67	Sponengan sudut	9	6 310 650.00	9	6 310 650.00	9	6 310 650.00	-
68	Lantai beton + tul. susut lapis screedhardener tebal 10 cm	12	22 725 900.00	12	22 725 900.00	12	22 725 900.00	-
69	Kosen pintu & jendela aluminium -1	6	39 338 412.00	6	39 338 412.00	6	39 338 412.00	-
70	Lantai beton + tulangan susut tebal 7 cm	6	8 418 000.00	6	8 418 000.00	6	8 418 000.00	-
71	Instalasi penerangan + saklar -2	36	11 824 250.00	36	11 824 250.00	36	11 824 250.00	-
72	Panel distibusi	48	45 656 500.00	48	45 656 500.00	48	45 656 500.00	-
73	UPS 7500 VA tower	6	26 750 000.00	6	26 750 000.00	6	26 750 000.00	-
74	Plesteran dinding tahan api	6	2 104 200.00	6	2 104 200.00	6	2 104 200.00	-

NO	KEGIATAN	Normal		Crash/ Bertahap		Algoritma Genetik		Selisih (GA - Bertahap)
		Waktu (Dn)	Biaya (Cn)	Waktu (Dc)	Biaya (Cc)	Waktu (Dg)	Biaya (Cg)	
		9	6 310 650 00	9	6 310 650 00	9	6 310 650 00	
75	Sponengan sudut (2)	6	39 336 413 00	6	39 336 413 00	6	39 336 413 00	-
76	Kosen pintu & jendela aluminium -2	36	3 071 000 00	36	3 071 000 00	36	3 071 000 00	-
77	Pasangan dinding alcostone tebal 2 cm	6	450 000 00	6	450 000 00	6	450 000 00	-
78	Pintu tutup tangga darurat lantai atap	12	17 900 000 00	12	17 900 000 00	12	17 900 000 00	-
79	Genset model P-100 (80 kw) 220/380 3 phase 50 HZ PERKINS	54	3 807 000 00	54	3 807 000 00	54	3 807 000 00	-
80	Pekerjaan Penangkal Petir	12	23 000 000 00	12	23 000 000 00	12	23 000 000 00	-
81	Pintu tahan api krus	24	17 700 063 00	21	16 332 230 00	21	16 332 230 00	-
82	Pekerjaan baja (2)	24	21 135 100 00	21	21 927 666 25	21	21 927 666 25	-
83	Pekerjaan kayu rangka atap	12	6 880 000 00	12	6 880 000 00	12	6 880 000 00	-
84	Tralis ruang khasanah	6	34 791 200 00	5	36 530 760 00	5	36 530 760 00	-
85	Pekerjaan genteng	24	22 914 000 00	24	22 914 000 00	24	22 914 000 00	-
86	Lapis water proofing plat atap	90	75 500 000 00	90	75 500 000 00	90	75 500 000 00	-
87	Pekerjaan Air Conditioner	24	4 851 778 00	24	4 851 778 00	24	4 851 778 00	-
88	Instalasi hidrant pipa GIP kias medium Lengkap -1	12	21 795 600 00	12	21 795 600 00	12	21 795 600 00	-
89	Frame daun pintu dan jendela aluminium	6	1 298 500 00	6	1 298 500 00	6	1 298 500 00	-
90	Daun pintu km/wc lapis aluminium	18	40 864 000 00	18	40 864 000 00	18	40 864 000 00	-
91	Kaca rayben	6	9 684 800 00	6	9 684 800 00	6	9 684 800 00	-
92	Daun pintu doule teakwood	6	7 087 500 00	6	7 087 500 00	6	7 087 500 00	-
93	Pintu folding gate komplit	9	21 235 750 00	9	21 235 750 00	9	21 235 750 00	-
94	Dinding partisi double gypsum board lapis wallpaper	9	9 997 500 00	9	9 997 500 00	9	9 997 500 00	-
95	Dinding partisi double gypsum board finish cat dinding	48	26 164 050 00	48	26 164 050 00	48	26 164 050 00	-
96	Cat dinding tembok dalam	36	17 065 500 00	36	17 065 500 00	36	17 065 500 00	-
97	Cat dinding watershield	42	62 650 000 00	42	62 650 000 00	42	62 650 000 00	-
98	Genset model P-100 (80 kw) 220/380 3 phase 50 HZ PERKINS 2	6	475 000 00	6	475 000 00	6	475 000 00	-
99	Pipa knalpot O 4"	6	1 647 800 00	6	1 647 800 00	6	1 647 800 00	-
100	Pondasi tangki solar pasangan batu belah	12	1 076 700 00	12	1 076 700 00	12	1 076 700 00	-
101	Peredam suara pasangan batu belah lapis ijuk	24	46 515 000 00	24	46 515 000 00	24	46 515 000 00	-
102	Plafond triplek 6 mm	30	85 346 100 00	26	88 626 645 00	26	88 626 645 00	-
103	Pekerjaan keramik	24	21 315 600 00	24	21 315 600 00	24	21 315 600 00	-
104	Railing tangga pipa besi 2.5" finish cat	18	32 136 750 00	18	32 136 750 00	18	32 136 750 00	-
105	Plafond gypsum board 10 mm + rangka	12	2 421 550 00	12	2 421 550 00	12	2 421 550 00	-
106	Plafond archilic tutup lampu	18	47 474 400 00	18	47 474 400 00	18	47 474 400 00	-
107	Pekerjaan granite	6	44 923 050 00	6	44 923 050 00	6	44 923 050 00	-
108	Perengkapan daun pintu & jendela	12	15 680 000 00	12	15 680 000 00	12	15 680 000 00	-
109	Floor hinge + frame stainless steel	36	51 885 250 00	36	51 885 250 00	36	51 885 250 00	-
110	Lampu	24	6 612 500 00	24	6 612 500 00	24	6 612 500 00	-
111	Kabel Ladder dan Tray	41	16 069 750 00	30	17 542 815 00	41	16 069 750 00	(1.473.065.00)
112	Alat-alat saniter	36	16 220 000 00	36	16 220 000 00	34	16 490 333 33	270.333.33
113	Pompa - pompa + asesones	18	3 925 000 00	18	3 925 000 00	18	3 925 000 00	-
114	Sumur bor sesuai gambar kerja	6	1 880 000 00	6	1 880 000 00	6	1 880 000 00	-
115	Watertank fiberglass @ 1m3 + automatic electrode	24	6 700 000 00	24	5 700 000 00	24	5 700 000 00	-
116	Sumur peresapan air hujan buis beton dia 80 cm	18	6 800 000 00	18	6 800 000 00	18	6 800 000 00	-
117	Bak peresapan air kotor sesuai gambar kerja	21	5 720 000 00	21	5 720 000 00	21	5 720 000 00	-
118	Master control fire alarm dengan automatic line	36	4 526 250 00	36	4 526 250 00	36	4 526 250 00	-
119	Instalasi fire alarm -2	30	5 814 722 00	30	5 814 722 00	30	5 814 722 00	-
120	Instalasi hydrant pipa GIP kias medium lengkap -2	30	6 667 000 00	30	6 667 000 00	30	6 667 000 00	-
121	Pompa hydrant dalam	12	2 670 000 00	12	2 670 000 00	12	2 670 000 00	-
122	Fire house cabinet lengkap	24	1 316 700 00	24	1 316 700 00	24	1 316 700 00	-
123	Pasangan lantai pavingblock tebal 6 cm	5	7 800 000 00	5	7 800 000 00	5	7 800 000 00	-
124	Kaca sanblasting 5 mm	24	2 064 550 00	24	2 064 550 00	24	2 064 550 00	-
125	Cat dinding partisi	18	7 232 400 00	18	7 232 400 00	18	7 232 400 00	-
126	Cat plafond triplek	12	4 902 450 00	12	4 902 450 00	12	4 902 450 00	-
127	Plint lantai	12	10 309 200 00	10	10 824 660 00	10	10 824 660 00	-
128	List profil kayu kamper	26	6 712 800 00	20	9 366 260 00	20	9 366 260 00	-
129	Melamine	12	5 922 500 00	12	5 922 500 00	12	5 922 500 00	-
130	Cat plafond gypsum board texture	18	38 506 000 00	18	38 506 000 00	18	38 506 000 00	-
131	Pasangan lantai karpet	6	2 111 100 00	6	2 111 100 00	6	2 111 100 00	-
132	Cat kayu	24	4 860 000 00	24	4 860 000 00	24	4 860 000 00	-
133	Tangki solar kapasitas 3000 liter	12	5 260 000 00	12	5 260 000 00	12	5 260 000 00	-
134	Pompa bahan bakar	12	4 510 500 00	12	4 510 500 00	12	4 510 500 00	-
135	Lapisan dinding glasswool	6	1 663 000 00	6	1 663 000 00	6	1 663 000 00	-
136	Testing & commissioning hydrant + AC	6	2 250 000 00	6	2 250 000 00	6	2 250 000 00	-
137	Testing & commissioning sound system, telephone, fire alarm, penangkal petir	6	2 000 000 00	6	2 000 000 00	6	2 000 000 00	-
138	Testing & commissioning Generator	4	530 000 00	4	530 000 00	4	530 000 00	-
139	Checking lantai dalam	12	1 850 000 00	12	1 850 000 00	12	1 850 000 00	-
140	Testing & commissioning pekerjaan elektrikal	6	1 250 000 00	6	1 250 000 00	6	1 250 000 00	-
141	Testing & commissioning pekerjaan plumbing	6	950 000 00	6	950 000 00	6	950 000 00	-
142	Checking cat dan melamine	6	1 500 000 00	6	1 500 000 00	6	1 500 000 00	-
143	General check	600 000 00	600 000 00	600 000 00	600 000 00	600 000 00	600 000 00	-
	Dokumentasi				2.384.777.466		2.384.512.515	(264.952)

#### 4.2.4 Analisis biaya proyek optimal dengan waktu ditentukan 217 hari

Dengan waktu yang ditentukan pada 217 hari, didapatkan biaya yang paling ekonomis (optimal) Rp. 2.349.331.261,33

Data mengenai pekerjaan yang dipercepat, jumlah hari percepatan dan biaya percepatan setelah didapatkan biaya yang optimal dapat dilihat pada tabel 4.8. Sedangkan gambar jaringan CPM untuk kondisis optimal dengan waktu 217 hari dapat dilihat pada gambar 18.

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan CPM untuk proyek dengan waktu ditentukan 217 hari

NO.	KEGIATAN	Normal	Durasi Setelah Crashing	Biaya	ES	EF	LS	LF	TF	KETERANGAN
		Waktu (Dn)								
1	Pagar keliling proyek seng gelombang finish cat	3	3	9.120.000,00	0	3	0	3	0	KIRITIS
2	Papan nama proyek	3	3	300.000,00	0	3	0	3	0	KIRITIS
3	Pembongkaran bangunan lama (A)	4	4	3.000.000,00	3	7	3	7	0	KIRITIS
4	Pembongkaran bangunan lama (B)	6	4	5.062.500,00	7	11	7	11	0	KIRITIS
5	Pembersihan bekas bongkaran -1	6	4	2.700.000,00	7	11	7	11	0	KIRITIS
6	Pembersihan bekas bongkaran -2	4	4	1.600.000,00	11	15	11	15	0	KIRITIS
7	Direksi keet	6	6	15.400.000,00	15	21	16	22	1	-
8	Uitzet dan Bouplank	3	2	1.314.845,00	15	17	15	17	0	KIRITIS
9	Pengadaan air kerja dan listrik kerja	6	6	5.000.000,00	21	27	22	28	1	-
10	Galian tanah pondasi	10	7	4.863.700,00	17	24	17	24	0	KIRITIS
11	Urug pasir bawah pondasi	4	4	1.063.050,00	24	28	24	28	0	KIRITIS
12	Beton tumbuk lantai kerja -1	3	2	1.075.335,00	28	30	28	30	0	KIRITIS
13	Beton tumbuk lantai kerja -2	3	3	955.850,00	30	33	31	34	1	-
14	Pondasi footplat (1)	4	4	27.602.250,00	30	34	30	34	0	KIRITIS
15	Pondasi footplat (2)	6	6	41.403.375,00	34	40	34	40	0	KIRITIS
16	Kolom bawah peil (1)	6	6	9.264.375,00	34	40	34	40	0	KIRITIS
17	Kolom bawah peil (2)	4	4	6.176.250,00	40	44	43	47	3	-
18	Urug tanah bekas galian pondasi	8	7	813.970,00	40	47	40	47	0	KIRITIS
19	Sloof	5	5	41.652.700,00	44	49	47	52	3	-
20	Pasangan pondasi & dinding penahan tanah batu bata	21	21	36.578.100,00	44	65	102	123	58	-
21	Urug pasir bawah lantai dasar	6	5	2.539.690,00	47	52	47	52	0	KIRITIS
22	Pasangan rollag batu bata	4	4	414.400,00	47	51	96	100	49	-
23	Beton tumbuk + tulangan susut bawah lantai tebal 7 cm	4	4	12.710.700,00	52	56	52	56	0	KIRITIS
24	Instalasi pipa air -1	36	36	8.996.575,00	52	88	52	88	0	KIRITIS
25	Kolom lantai dasar	5	5	50.355.200,00	56	61	56	61	0	KIRITIS
26	Balok lantai dasar	6	6	65.535.600,00	61	67	63	69	2	-
27	Plat lantai dasar tebal 12 cm	8	8	68.634.000,00	61	69	61	69	0	KIRITIS
28	Instalasi penerangan + saklar -1	36	36	11.824.250,00	61	97	91	127	30	-
29	Pondasi, balok & plat tangga	5	5	9.361.000,00	69	74	70	75	1	-
30	Kolom lantai satu	6	6	47.318.700,00	69	75	69	75	0	KIRITIS
31	Kolom praktis (1)	6	6	4.263.000,00	69	75	106	112	37	-
32	Pasangan dinding batu bata (1)	12	12	19.886.460,00	51	63	100	112	49	-
33	Bouvenlist 4 (BV4) besi baja	4	4	582.000,00	65	69	123	127	58	-
34	Dinding lapis water proofing sheet	6	6	7.516.800,00	65	71	151	157	86	-
35	Balok lantai satu	6	6	64.340.600,00	75	81	79	85	4	-
36	Plat lantai satu tebal 12 cm	10	10	68.181.900,00	75	85	75	85	0	KIRITIS
37	Plat dag lantai satu tebal 10 cm	6	6	7.034.900,00	75	81	109	115	34	-
38	Plat lisplank lantai satu	5	5	12.641.850,00	75	80	182	187	107	-
39	Ornamen kolom canopy	6	6	600.000,00	75	81	142	148	67	-
40	Pasangan dinding roster kerawang	4	4	20.100,00	75	79	123	127	48	-
41	Plesteran dinding (1)	15	15	18.529.200,00	75	90	112	127	37	-
42	Kosen pintu & jendela kayu kamper (1)	9	9	6.018.000,00	75	84	170	179	95	-
43	Plat lantai ruang khasanah	6	6	70.308.000,00	81	87	181	187	100	-
44	Kuda-kuda canopy	4	4	593.400,00	81	85	111	115	30	-
45	Kolom lantai dua	5	5	31.753.000,00	85	90	85	90	0	KIRITIS
46	Balok + plat tangga lantai satu	6	6	8.486.400,00	85	91	95	101	10	-
47	Pasangan dinding batu bata tahan api	4	4	22.587.500,00	85	89	138	142	53	-
48	Balok praktis ring	6	6	64.205.700,00	90	96	90	96	0	KIRITIS
49	Plat dag lantai dua tebal 10 cm	10	10	46.580.400,00	96	106	96	106	0	KIRITIS
50	Plat lisplank lantai dua	8	8	15.498.000,00	96	104	96	104	0	KIRITIS
51	Meni besi rangka atap	12	12	3.303.950,00	96	108	103	115	7	-
52	Balok & plat tangga lantai dua	5	5	4.120.600,00	91	96	101	106	10	-
53	Residu usuk dan reng	12	11	3.974.950,00	104	115	104	115	0	KIRITIS
54	Pasangan dinding batu bata (2)	18	18	29.829.690,00	106	124	115	133	9	-
55	Kolom praktis (2)	9	9	10.798.500,00	106	115	124	133	18	-
56	Pekerjaan baja (1)	12	9	9.587.550,00	106	115	106	115	0	KIRITIS
57	Plesteran dinding (2)	15	15	18.529.200,00	124	139	133	148	9	-
58	Glassblock	6	6	675.000,00	124	130	205	211	81	-
59	Kosen pintu & jendela kayu kamper (2)	9	9	6.018.000,00	124	133	170	179	46	-
60	Instalasi fire alarm -1	12	12	1.508.750,00	124	136	157	169	33	-
61	Pekerjaan sound system	50	50	18.105.000,00	124	174	155	205	31	-
62	Pekerjaan telephone system	60	60	36.157.000,00	124	184	145	205	21	-
63	Instalasi pipa air -2	48	42	12.495.235,00	88	130	88	130	0	KIRITIS
64	Rumah pompa ground reservoir	24	24	840.000,00	88	112	147	171	59	-
65	Ground reservoir air bersih kap. 20,55 m3	24	24	8.335.000,00	88	112	106	130	18	-

NO.	KEGIATAN	Normal	Durasi Setelah Crashing	Biaya	ES	EF	LS	LF	TF	KETERANGAN
		Waktu (Dn)								
66	Septic tank + bak kontrol	24	24	9.326.000,00	88	112	163	187	75	-
67	Sponengan sudut	9	9	6.310.650,00	90	99	148	157	58	-
68	Lantai beton + tul. susut lapis screedhardener tebal 1	12	12	22.725.900,00	90	102	127	139	37	-
69	Kosen pintu & jendela aluminium -1	6	6	39.336.412,00	90	96	163	169	73	-
70	Lantai beton + tulangan susut tebal 7 cm	6	6	8.418.000,00	102	108	139	145	37	-
71	Instalasi penerangan + saklar -2	36	36	11.824.250,00	97	133	127	163	30	-
72	Panel distribusi	48	48	45.656.500,00	97	145	127	175	30	-
73	UPS 7500 VA tower	6	6	28.750.000,00	97	103	193	199	96	-
74	Plesteran dinding tahan api	6	6	2.104.200,00	89	95	142	148	53	-
75	Sponengan sudut (2)	9	9	6.310.650,00	139	148	148	157	9	-
76	Kosen pintu & jendela aluminium -2	6	6	39.336.413,00	139	145	163	169	24	-
77	Pasangan dinding aldstone tebal 2 cm	36	36	3.071.000,00	139	175	175	211	36	-
78	Pintu tutup tangga darurat lantai atap	6	6	450.000,00	139	145	199	205	60	-
79	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ	12	12	17.900.000,00	139	151	151	163	12	-
80	Pekerjaan Penangkal Petir	54	54	3.807.000,00	139	193	151	205	12	-
81	Pintu tahan api kluis	12	12	23.000.000,00	87	99	187	199	100	-
82	Pekerjaan baja (2)	24	24	17.700.083,00	115	139	115	139	0	KIRITIS
83	Pekerjaan kayu rangka atap	24	24	21.135.100,00	115	139	115	139	0	KIRITIS
84	Tralis ruang khasanah	12	12	6.880.000,00	139	151	199	211	60	-
85	Pekerjaan genteng	6	6	34.791.200,00	139	145	139	145	0	KIRITIS
86	Lapis water proofing plat atap	24	24	22.914.000,00	106	130	153	177	47	-
87	Pekerjaan Air Conditioner	90	90	75.500.000,00	106	196	115	205	9	-
88	Instalasi hidrant pipa GIP klas medium Lengkap -1	24	24	4.651.778,00	106	130	139	163	33	-
89	Frame daun pintu dan jendela aluminium	12	12	21.795.600,00	145	157	169	181	24	-
90	Daun pintu km/wc lapis aluminium	6	6	1.298.500,00	145	151	193	199	48	-
91	Kaca rayben	18	18	40.864.000,00	157	175	181	199	24	-
92	Daun pintu doule teakwood	6	6	9.684.800,00	133	139	179	185	46	-
93	Pintu folding gate komplit	6	6	7.087.500,00	148	154	181	187	33	-
94	Dinding partisi double gypsum board lapis wallpaper	9	9	21.235.750,00	148	157	202	211	54	-
95	Dinding partisi double gypsum board finish cat dinding	9	9	9.997.500,00	148	157	172	181	24	-
96	Cat dinding tembok dalam	48	48	26.164.050,00	148	196	157	205	9	-
97	Cat dinding watershield	36	36	17.065.500,00	148	184	169	205	21	-
98	Genset model P-100 (80 kw) 220/380, 3 phase 50 HZ PERKINS 2	42	42	62.650.000,00	151	193	163	205	12	-
99	Pipa knalpot O 4"	6	6	475.000,00	151	157	199	205	48	-
100	Pondasi tangki solar pasangan batu belah	6	6	1.647.800,00	151	157	163	169	12	-
101	Peredam suara pasangan batu belah lapis ijuk	12	12	1.078.700,00	151	163	181	193	30	-
102	Plafond triplek 6 mm	24	24	46.515.000,00	145	169	163	187	18	-
103	Pekerjaan keramik	30	30	85.346.100,00	145	175	145	175	0	KIRITIS
104	Railing tangga pipa besi 2,5 " finish cat	24	24	21.315.600,00	145	169	181	205	36	-
105	Plafond gypsum board 10 mm + rangka	18	18	32.138.750,00	145	163	159	177	14	-
106	Plafond archilic tutup lampu	12	12	2.421.550,00	145	157	165	177	20	-
107	Pekerjaan granite	18	18	47.474.400,00	145	163	189	207	44	-
108	Perengkapan daun pintu & jendela	6	6	44.923.050,00	175	181	205	211	30	-
109	Floor hinge + frame stainless steel	12	12	15.680.000,00	175	187	199	211	24	-
110	Lampu	36	36	51.885.250,00	133	169	163	199	30	-
111	Kabel Ladder dan Tray	24	24	8.612.500,00	145	169	175	199	30	-
112	Alat-alat saniter	41	41	16.069.750,00	130	171	130	171	0	KIRITIS
113	Pompa - pompa + asesories	36	34	16.490.333,33	171	205	171	205	0	KIRITIS
114	Sumur bor sesuai gambar kerja	18	18	3.925.000,00	171	189	187	205	16	-
115	Watertank fiberglass @ 1m3 + automatic electrode	6	6	1.880.000,00	130	136	199	205	69	-
116	Sumur peresapan air hujan buis beton dia 80 cm	24	24	5.700.000,00	130	154	181	205	51	-
117	Bak peresapan air kotor sesuai gambar kerja	18	18	6.800.000,00	112	130	187	205	75	-
118	Master control fire alarm dengan automatic line	21	21	5.720.000,00	136	157	184	205	48	-
119	Instalasi fire alarm -2	36	36	4.526.250,00	136	172	169	205	33	-
120	Instalasi hydrant pipa GIP klas medium lengkap -2	30	30	5.814.722,00	130	160	163	193	33	-
121	Pompa hydrant dalam	30	30	6.667.000,00	130	160	175	205	45	-
122	Fire house cabinet lengkap	12	12	2.670.000,00	160	172	193	205	33	-
123	Pasangan lantai pavingblock tebal 8 cm	24	24	1.316.700,00	154	178	187	211	33	-
124	Kaca sanblasting 5 mm	5	5	7.800.000,00	157	162	206	211	49	-
125	Cat dinding partisi	24	24	2.064.550,00	157	181	181	205	24	-
126	Cat plafond triplek	18	18	7.232.400,00	169	187	187	205	18	-
127	Plint lantai	12	12	4.902.450,00	175	187	195	207	20	-
128	List profil kayu kamper	12	10	10.824.660,00	175	185	175	185	0	KIRITIS
129	Melamine	26	20	9.366.260,00	185	205	185	205	0	KIRITIS
130	Cat plafond gypsum board texture	12	12	5.922.500,00	163	175	177	189	14	-
131	Pasangan lantai karpet	18	18	38.506.000,00	175	193	189	207	14	-



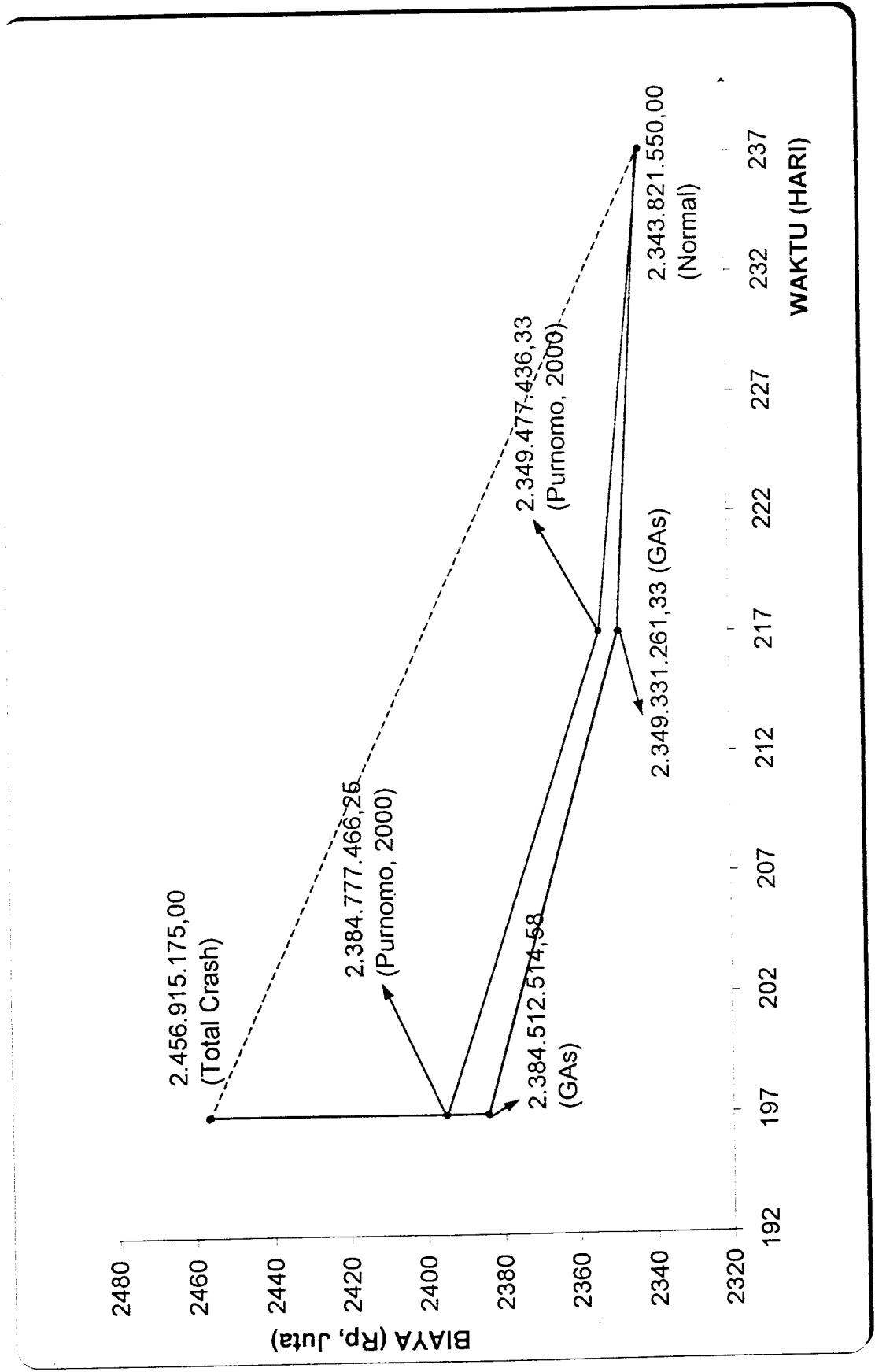
NO	KEGIATAN	Normal		Crash Betanap		Algoritma Genetik		Selisih (GA - Bertahap)
		Waktu (Dn)	Biaya (Cn)	Waktu (Dc)	Biaya (Cc)	Waktu (Dg)	Biaya (Cg)	
1	Pagar keliling proyek seng gelombang finish cat	3	9 120 000.00	3	9 120 000.00	3	9 120 000.00	-
2	Papan nama proyek	3	300 000.00	3	300 000.00	3	300 000.00	-
3	Pembongkaran bangunan lama (A)	4	3 000 000.00	4	3 000 000.00	4	3 000 000.00	-
4	Pembongkaran bangunan lama (B)	6	4 500 000.00	4	5 062 500.00	4	5 062 500.00	-
5	Pembersihan bekas bongkaran -1	6	2 400 000.00	4	2 700 000.00	4	2 700 000.00	-
6	Pembersihan bekas bongkaran -2	4	1 600 000.00	4	1 600 000.00	4	1 600 000.00	-
7	Direksi keet	6	15 400 000.00	6	15 400 000.00	6	15 400 000.00	-
8	Urutet dan Boupiank	3	1 169 750.00	2	1 314 845.00	2	1 314 845.00	-
9	Pengadaan air kerja dan listrik kerja	6	5 000 000.00	6	5 000 000.00	6	5 000 000.00	-
10	Galian tanah pondasi	10	3 404 600.00	7	4 863 700.00	7	4 863 700.00	-
11	Urug pasir bawah pondasi	4	1 063 050.00	4	1 063 050.00	4	1 063 050.00	-
12	Beton tumbuk lantai kerja -1	3	955 850.00	2	1 075 335.00	2	1 075 335.00	-
13	Beton tumbuk lantai kerja -2	3	955 850.00	3	955 850.00	3	955 850.00	-
14	Pondasi footplat (1)	4	27 602 250.00	4	27 602 250.00	4	27 602 250.00	-
15	Pondasi footplat (2)	6	41 403 375.00	6	41 403 375.00	6	41 403 375.00	-
16	Kolom bawah pei (1)	6	9 264 375.00	6	9 264 375.00	6	9 264 375.00	-
17	Kolom bawah pei (2)	4	6 176 250.00	4	6 176 250.00	4	6 176 250.00	-
18	Urug tanah bekas galian pondasi	8	785 900.00	7	813 970.00	7	813 970.00	-
19	Sloof	5	41 652 700.00	5	41 652 700.00	5	41 652 700.00	-
20	Pasangan pondasi & dinding penahan tanah batu bel	21	36 578 100.00	21	36 578 100.00	21	36 578 100.00	-
21	Urug pasir bawah lantai dasar	6	2 416 750.00	5	2 539 690.00	5	2 539 690.00	-
22	Pasangan roltag batu bata	4	414 400.00	4	414 400.00	4	414 400.00	-
23	Beton tumbuk + tulangan susut bawah lantai tebal 7 c	4	12 710 700.00	4	12 710 700.00	4	12 710 700.00	-
24	Instalasi pipe air -1	36	8 996 575.00	36	8 996 575.00	36	8 996 575.00	-
25	Kolom lantai dasar	5	50 355 200.00	5	50 355 200.00	5	50 355 200.00	-
26	Balok lantai dasar	6	65 535 600.00	6	65 535 600.00	6	65 535 600.00	-
27	Piat lantai dasar tebal 12 cm	8	68 634 000.00	8	68 634 000.00	8	68 634 000.00	-
28	Instalasi penerangan + saklar -1	36	11 824 250.00	36	11 824 250.00	36	11 824 250.00	-
29	Pondasi, balok & piat tangga	5	9 361 000.00	5	9 361 000.00	5	9 361 000.00	-
30	Kolom lantai satu	6	47 318 700.00	6	47 318 700.00	6	47 318 700.00	-
31	Kolom praktis (1)	6	4 263 000.00	6	4 263 000.00	6	4 263 000.00	-
32	Pasangan dinding batu bata (1)	12	19 886 460.00	12	19 886 460.00	12	19 886 460.00	-
33	Bouvenist 4 (BV4) besi baja	4	582 000.00	4	582 000.00	4	582 000.00	-
34	Dinding lapis water proofing sheet	6	7 516 800.00	6	7 516 800.00	6	7 516 800.00	-
35	Balok lantai satu	6	64 340 600.00	6	64 340 600.00	6	64 340 600.00	-
36	Piat lantai satu tebal 12 cm	10	66 181 900.00	10	66 181 900.00	10	66 181 900.00	-
37	Piat dag lantai satu tebal 10 cm	6	7 034 900.00	6	7 034 900.00	6	7 034 900.00	-
38	Piat lisplank lantai satu	5	12 641 850.00	5	12 641 850.00	5	12 641 850.00	-
39	Ornamen kolom canopy	6	600 000.00	6	600 000.00	6	600 000.00	-
40	Pasangan dinding roster kerawang	4	20 100.00	4	20 100.00	4	20 100.00	-
41	Plesteran dinding (1)	15	18 529 200.00	15	18 529 200.00	15	18 529 200.00	-
42	Kosen pintu & jendela kayu kamper (1)	9	6 018 000.00	9	6 018 000.00	9	6 018 000.00	-
43	Piat lantai ruang khasanah	6	70 306 000.00	6	70 306 000.00	6	70 306 000.00	-
44	Kuda-kuda canopy	4	593 400.00	4	593 400.00	4	593 400.00	-
45	Kolom lantai dua	5	31 753 000.00	5	31 753 000.00	5	31 753 000.00	-
46	Balok + piat tangga lantai satu	6	8 486 400.00	6	8 486 400.00	6	8 486 400.00	-
47	Pasangan dinding batu bata tahan api	4	22 587 500.00	4	22 587 500.00	4	22 587 500.00	-
48	Balok praktis ring	6	64 205 700.00	6	64 205 700.00	6	64 205 700.00	-
49	Piat dag lantai dua tebal 10 cm	10	46 580 400.00	10	46 580 400.00	10	46 580 400.00	-
50	Piat lisplank lantai dua	8	15 498 000.00	8	15 498 000.00	8	15 498 000.00	-
51	Meni besi rangka atap	12	3 303 950.00	12	3 303 950.00	12	3 303 950.00	-
52	Balok & piat tangga lantai dua	5	4 120 600.00	5	4 120 600.00	5	4 120 600.00	-
53	Residu usuk dan reng	12	3 974 950.00	11	3 974 950.00	11	3 974 950.00	-
54	Pasangan dinding batu bata (2)	18	29 829 690.00	18	29 829 690.00	18	29 829 690.00	-
55	Kolom praktis (2)	9	10 798 500.00	9	10 798 500.00	9	10 798 500.00	-
56	Pekerjaan baja (1)	12	8 850 042.00	9	9 587 550.00	9	9 587 550.00	-
57	Plesteran dinding (2)	15	18 529 200.00	15	18 529 200.00	15	18 529 200.00	-
58	Glassblock	6	675 000.00	6	675 000.00	6	675 000.00	-
59	Kosen pintu & jendela kayu kamper (2)	9	6 018 000.00	9	6 018 000.00	9	6 018 000.00	-
60	Instalasi fire alarm -1	12	1 508 750.00	12	1 508 750.00	12	1 508 750.00	-
61	Pekerjaan sound system	50	18 105 000.00	50	18 105 000.00	50	18 105 000.00	-
62	Pekerjaan telephone system	60	36 157 000.00	60	36 157 000.00	60	36 157 000.00	-
63	Instalasi pipa air -2	48	11 995 425.00	37	12 911 743.33	42	12 495 235.00	(416 508,33)
64	Rumah pompa ground reservoir	24	840 000.00	24	840 000.00	24	840 000.00	-
65	Ground reservoir air bersih kap. 20,55 m3	24	8 335 000.00	24	8 335 000.00	24	8 335 000.00	-
66	Septic tank + bak kontrol	24	9 326 000.00	24	9 326 000.00	24	9 326 000.00	-
67	Sponengang sudut	9	6 310 650.00	9	6 310 650.00	9	6 310 650.00	-
68	Lantai beton + tul. susut lapis screedhardener tebal 1	12	22 725 900.00	12	22 725 900.00	12	22 725 900.00	-
69	Kosen pintu & jendela aluminium -1	6	39 336 412.00	6	39 336 412.00	6	39 336 412.00	-
70	Lantai beton + tulangan susut tebal 7 cm	6	8 418 000.00	6	8 418 000.00	6	8 418 000.00	-
71	Instalasi penerangan + saklar -2	36	11 824 250.00	36	11 824 250.00	36	11 824 250.00	-
72	Panel distribusi	48	45 656 500.00	48	45 656 500.00	48	45 656 500.00	-
73	UPS 7500 VA tower	6	28 750 000.00	6	28 750 000.00	6	28 750 000.00	-
74	Plesteran dinding tahan api	6	2 104 200.00	6	2 104 200.00	6	2 104 200.00	-

NO	KEGIATAN	Normal		Crash Betahap		Algoritma Genetik		Selisih (GA - Betahap)
		Wakt. (Dn)	Biaya (Cn)	Waktu (Dc)	Biaya (Cc)	Waktu (Dc)	Biaya (Cc)	
75	Sponengan sudut (2)	9	6 310 650.00	9	6 310 650.00	9	6 310 650.00	-
76	Kosen pintu & jendela aluminium -2	6	39 336 413.00	6	39 336 413.00	6	39 336 413.00	-
77	Pasangan dinding aldatestone tebal 2 cm	36	3 071 000.00	36	3 071 000.00	36	3 071 000.00	-
78	Pintu tutup tangga darurat lantai atap	6	450 000.00	6	450 000.00	6	450 000.00	-
79	Genset model P-100 (80 kw) 220/380 3 phase 50 HZ	12	17 900 000.00	12	17 900 000.00	12	17 900 000.00	-
80	Pekerjaan Penangkal Petir	54	3 807 000.00	54	3 807 000.00	54	3 807 000.00	-
81	Pintu tahan api kluis	12	23 000 000.00	12	23 000 000.00	12	23 000 000.00	-
82	Pekerjaan baja (Z)	24	17 700 063.00	24	17 700 063.00	24	17 700 063.00	-
83	Pekerjaan kayu rangka atap	24	21 135 100.00	24	21 135 100.00	24	21 135 100.00	-
84	Tralis ruang khasanah	12	6 680 000.00	12	6 680 000.00	12	6 680 000.00	-
85	Pekerjaan genteng	6	34 791 200.00	6	34 791 200.00	6	34 791 200.00	-
86	Lapis water proofing plat atap	24	22 914 000.00	24	22 914 000.00	24	22 914 000.00	-
87	Pekerjaan Air Conditioner	90	75 500 000.00	90	75 500 000.00	90	75 500 000.00	-
88	Instalasi hydrant pipa GIP kelas medium Lengkap -1	24	4 651 778.00	24	4 651 778.00	24	4 651 778.00	-
89	Frame daun pintu dan jendela aluminium	12	21 795 600.00	12	21 795 600.00	12	21 795 600.00	-
90	Daun pintu km/wc lapis aluminium	6	1 296 500.00	6	1 296 500.00	6	1 296 500.00	-
91	Kaca rayben	18	40 864 000.00	18	40 864 000.00	18	40 864 000.00	-
92	Daun pintu double teakwood	6	9 664 800.00	6	9 664 800.00	6	9 664 800.00	-
93	Pintu folding gate komplir	6	7 067 500.00	6	7 067 500.00	6	7 067 500.00	-
94	Dinding partisi double gypsum board lapis wallpaper	9	21 235 750.00	9	21 235 750.00	9	21 235 750.00	-
95	Dinding partisi double gypsum board finish cat dindin	9	9 967 500.00	9	9 967 500.00	9	9 967 500.00	-
96	Cat dinding tembok dalam	48	26 164 050.00	48	26 164 050.00	48	26 164 050.00	-
97	Cat dinding watersheid	36	17 065 500.00	36	17 065 500.00	36	17 065 500.00	-
98	Genset model P-100 (80 kw) 220/380 3 phase 50 HZ PERKINS 2	42	62 650 000.00	42	62 650 000.00	42	62 650 000.00	-
99	Pipa knalpot O 4"	6	475 000.00	6	475 000.00	6	475 000.00	-
100	Pondasi tangki solar pasangan batu belah	6	1 647 800.00	6	1 647 800.00	6	1 647 800.00	-
101	Peredam suara pasangan batu belah lapis ijuk	12	1 076 700.00	12	1 076 700.00	12	1 076 700.00	-
102	Piafond triplek 6 mm	24	46 515 000.00	24	46 515 000.00	24	46 515 000.00	-
103	Pekerjaan keramik	30	85 346 100.00	30	85 346 100.00	30	85 346 100.00	-
104	Railing tangga pipa besi 2.5" finish cat	24	21 315 800.00	24	21 315 800.00	24	21 315 800.00	-
105	Piafond gypsum board 10 mm + rangka	18	32 136 750.00	18	32 136 750.00	18	32 136 750.00	-
106	Piafond archilic tutup lampu	12	2 421 550.00	12	2 421 550.00	12	2 421 550.00	-
107	Pekerjaan granite	18	47 474 400.00	18	47 474 400.00	18	47 474 400.00	-
108	Perengkapan daun pintu & jendela	6	44 923 050.00	6	44 923 050.00	6	44 923 050.00	-
109	Floor hinge + frame stainless steel	12	15 680 000.00	12	15 680 000.00	12	15 680 000.00	-
110	Lampu	36	51 685 250.00	36	51 685 250.00	36	51 685 250.00	-
111	Kabel Ladder dan Tray	24	8 612 500.00	24	8 612 500.00	24	8 612 500.00	-
112	Alat-alat saniter	41	16 069 750.00	41	16 069 750.00	41	16 069 750.00	-
113	Pompa - pompa + asesories	36	16 220 000.00	36	16 220 000.00	34	16 490 333.33	270 333.33
114	Sumur bor sesuai gambar kerja	18	3 925 000.00	18	3 925 000.00	18	3 925 000.00	-
115	Watertank fiberglass @ 1m3 + automatic electrode	6	1 880 000.00	6	1 880 000.00	6	1 880 000.00	-
116	Sumur peresapan air hujan buis beton dia 80 cm	24	5 700 000.00	24	5 700 000.00	24	5 700 000.00	-
117	Bak peresapan air kotor sesuai gambar kerja	18	6 800 000.00	18	6 800 000.00	18	6 800 000.00	-
118	Master control fire alarm dengan automatic line	21	5 720 000.00	21	5 720 000.00	21	5 720 000.00	-
119	Instalasi fire alarm -2	36	4 526 250.00	36	4 526 250.00	36	4 526 250.00	-
120	Instalasi hydrant pipa GIP kelas medium lengkap -2	30	5 614 722.00	30	5 614 722.00	30	5 614 722.00	-
121	Pompa hydrant dalam	30	6 667 000.00	30	6 667 000.00	30	6 667 000.00	-
122	Fire house cabinet lengkap	12	2 670 000.00	12	2 670 000.00	12	2 670 000.00	-
123	Pasangan lantai pavingblock tebal 8 cm	24	1 316 700.00	24	1 316 700.00	24	1 316 700.00	-
124	Kaca sanblasting 5 mm	5	7 800 000.00	5	7 800 000.00	5	7 800 000.00	-
125	Cat dinding partisi	24	2 064 550.00	24	2 064 550.00	24	2 064 550.00	-
126	Cat piafond triplek	18	7 232 400.00	18	7 232 400.00	18	7 232 400.00	-
127	Plint lantai	12	4 902 450.00	12	4 902 450.00	12	4 902 450.00	-
128	List profil kayu kamper	12	10 309 200.00	10	10 824 660.00	10	10 824 660.00	-
129	Melamine	26	6 712 800.00	20	9 386 260.00	20	9 386 260.00	-
130	Cat piafond gypsum board texture	12	5 922 500.00	12	5 922 500.00	12	5 922 500.00	-
131	Pasangan lantai karpet	18	38 506 000.00	18	38 506 000.00	18	38 506 000.00	-
132	Cat kayu	6	2 111 100.00	6	2 111 100.00	6	2 111 100.00	-
133	Tangki solar kapasitas 3000 liter	24	4 890 000.00	24	4 890 000.00	24	4 890 000.00	-
134	Pompa bahan bakar	12	5 260 000.00	12	5 260 000.00	12	5 260 000.00	-
135	Lapisan dinding glasswool	12	4 510 500.00	12	4 510 500.00	12	4 510 500.00	-
136	Testing & commissioning hydrant + AC	6	1 663 000.00	6	1 663 000.00	6	1 663 000.00	-
137	Testing & commissioning sound system, telephone, fire alarm, penangkal petir	6	2 250 000.00	6	2 250 000.00	6	2 250 000.00	-
138	Testing & commissioning Generator	6	2 000 000.00	6	2 000 000.00	6	2 000 000.00	-
139	Checkong lantai dalam	4	530 000.00	4	530 000.00	4	530 000.00	-
140	Testing & commissioning pekerjaan elektrikal	12	1 850 000.00	12	1 850 000.00	12	1 850 000.00	-
141	Testing & commissioning pekerjaan plumbing	6	1 250 000.00	6	1 250 000.00	6	1 250 000.00	-
142	Checkong cat dan melamine	6	950 000.00	6	950 000.00	6	950 000.00	-
143	General check	6	1 500 000.00	6	1 500 000.00	6	1 500 000.00	-
	Dokumentasi		600 000.00		600 000.00		600 000.00	-
					2 349 477 436		2 349 331 261	(146 175)



#### 4.2.5 Hubungan waktu dan biaya proyek

Dengan menggunakan hasil analisis waktu dan biaya proyek dalam kondisi normal, dipercepat total, ditentukan 197 hari dan 217 hari, maka dapat digambarkan hubungan waktu dan biaya proyek seperti terlihat gambar 19.



Gambar 19. Hubungan Waktu dan Biaya Proyek

### 4.3. Pembahasan

#### 4.3.1 Waktu penyelesaian proyek

Dengan membandingkan waktu penyelesaian proyek yang diperoleh dari analisis dengan menggunakan program yang dibuat dengan menggunakan fungsi pada MS.Excel terhadap hasil dari tulisan pembanding (dihitung manual), diperoleh waktu penyelesaian proyek yang sama untuk semua kondisi (normal dan dipercepat total) yaitu 237 hari dan 197 hari. Karena kurangnya ketelitian dalam tulisan pembanding, maka terdapat sedikit kesalahan analisis waktu pada beberapa kegiatan.

#### 4.3.2. Biaya Penyelesaian Proyek

Terdapat perbedaan biaya penyelesaian proyek antara hasil yang diperoleh dalam tulisan pembanding dan hasil yang diperoleh penulis untuk total biaya proyek dalam kondisi normal, hal ini dikarenakan kesalahan dalam penjumlahan biaya masing-masing kegiatan pada tulisan pembanding.

Untuk kondisi dipercepat total diperoleh biaya penyelesaian proyek yang sama antara hasil dalam tulisan pembanding dan hasil yang diperoleh penulis, yaitu Rp. 2.456.915.175,-

Dengan menggunakan durasi yang diperoleh dari hasil optimasi pada tulisan pembanding, didapatkan kesalahan penjumlahan total biaya kegiatan. Dengan waktu yang ditentukan 217 hari, dalam tulisan pembanding diperoleh hasil Rp. 2.347.828.463,- seharusnya adalah Rp. 2.349.477.436,33. Dengan waktu yang ditentukan 197 hari, dalam tulisan pembanding diperoleh hasil Rp. 2.384.321.950,00, seharusnya adalah Rp. 2.384.777.466,25.

#### 4.3.3 Biaya Proyek Optimal

Setelah dilakukan koreksi terhadap biaya proyek yang optimal dalam tulisan pembanding, maka hasil koreksi tersebut dibandingkan dengan biaya optimal yang diperoleh penulis dari optimasi dengan pendekatan algoritma genetik. Hasil koreksi terhadap tulisan pembanding dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil perhitungan tulisan pembanding setelah dikoreksi

NO	Pelaksanaan Proyek	Purnomo (Pembanding)		Purnomo setelah dikoreksi		Keterangan
		Waktu	Biaya	Waktu	Biaya	
1	Normal	237	2.343.281.550,00	237	2.343.821.550,00	Kesalahan Penjumlahan
2	Ditentukan	217	2.347.828.463,00	217	2.349.477.436,33	Kesalahan Penjumlahan
3	Ditentukan	197	2.384.321.950,00	197	2.384.777.466,25	Kesalahan Penjumlahan dan Perkalian
4	Dipercepat total	197	2.456.915.175,00	197	2.456.915.175,00	Benar

Dengan waktu yang ditentukan 197 hari, biaya optimal dalam tulisan pembanding (setelah dikoreksi) adalah Rp. . 2.384.777.466,25 sedangkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan pendekatan algoritma genetik adalah Rp. 2.384.512.514,58.

Dengan waktu yang ditentukan 217 hari, biaya optimal dalam tulisan pembanding (setelah dikoreksi) adalah Rp. . 2.349.477.436,33 sedangkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan pendekatan algoritma genetik adalah Rp. 2.331.349.261,33.

Disini terlihat bahwa hasil yang diperoleh dengan pendekatan algoritma genetik lebih baik dari hasil yang diperoleh dalam tulisan pembanding (metode

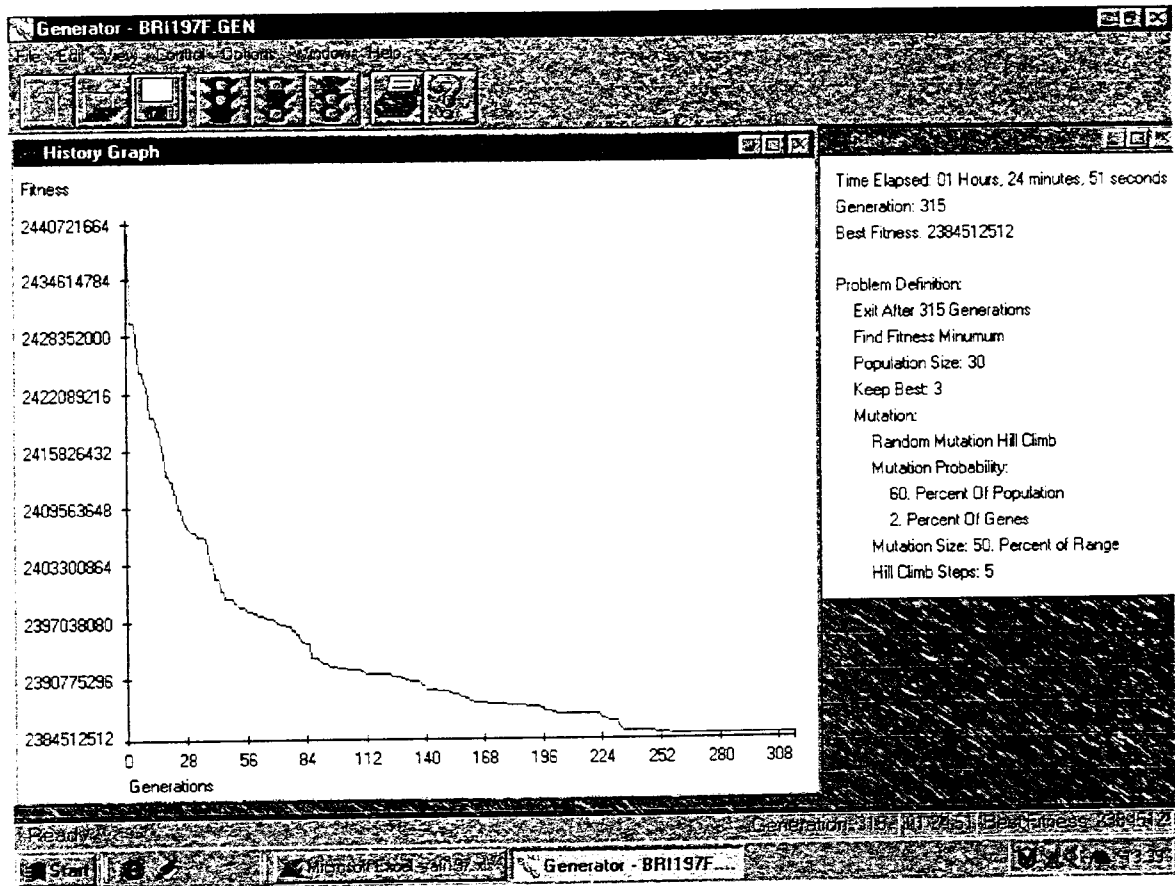
bertahap), hal ini menguatkan teori dalam kajian pustaka bahwa metode bertahap tidak menjamin hasil yang optimal.

Perbandingan antara hasil yang diperoleh dalam tulisan pembanding (setelah dikoreksi) dan hasil yang diperoleh dengan menggunakan algoritma genetik, dapat dilihat dalam tabel 4.10.

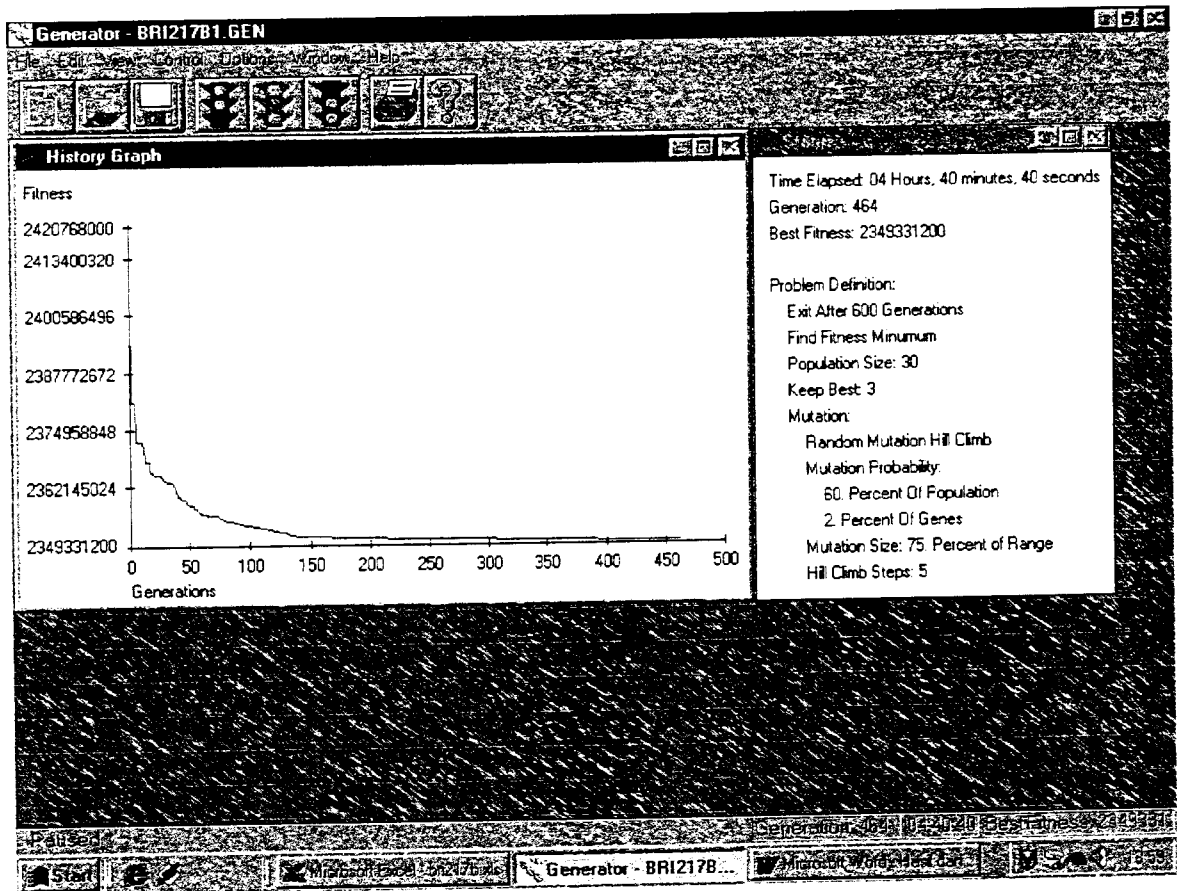
Tabel 4.10. Perbandingan antara hasil metode bertahap dan pendekatan Algoritma Genetik

NO	Pelaksanaan Proyek	Manual / bertahap		Algoritma Genetik		Keterangan
		Waktu	Biaya	Waktu	Biaya	
1	Normal	237	2.343.821.550,00	237	2.343.821.550,00	Sama (tidak dioptimasi)
2	Ditentukan	217	2.349.477.436,33	217	2.349.331.261,33	Pembanding belum optimal
3	Ditentukan	197	2.384.777.466,25	197	2.384.512.514,58	Pembanding belum optimal

Gambar di bawah ini merupakan hasil optimasi yang diperoleh dalam penyelesaian masalah dengan menggunakan algoritma genetik untuk waktu ditentukan 197 hari dan 217 hari.



Gambar 20a. Grafik optimasi menggunakan algoritma genetik untuk waktu 197 hari



Gambar 20b. Grafik optimasi menggunakan algoritma genetik untuk waktu 217 hari

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Problem-problem analisis waktu dan biaya konstruksi merupakan problem optimasi berskala besar. Teknik teknik yang telah ada yang menggunakan metode heuristika (bertahap) dan metode matematis tidak cukup efisien dan akurat untuk memecahkan masalah waktu dan biaya konstruksi. Dengan memverifikasi dan membahas perencanaan, pengendalian waktu dan biaya dengan menggunakan pendekatan Algoritma Genetik pada proyek pembangunan gedung BRI Bantul, dihasilkan sebuah solusi yang lebih optimal.

Optimasi yang dihasilkan :

- Umur proyek 197 hari , biaya Rp. 2.384.512.514,58 yaitu 0,011 % lebih optimal dari pembanding (Purnomo, Adi Sutrisno,2000).
- Umur proyek 217 hari , biaya Rp. 2.349.331.261,33 yaitu 0,066 % lebih optimal dari pembanding (Purnomo, Adi Sutrisno,2000).

#### 5.2 Saran

Bagi peneliti selanjutnya yang tertarik dengan masalah Algoritma Genetik ini, disarankan untuk mengembangkan lembar kerja dengan fasilitas makro pada MS. Excel sehingga dapat menginput data dalam bentuk tampilan menu.



## Daftar Pustaka

- Ahuja, H.N. 1994, *Project Management, Techniques in Planning and Controlling Constructions Projects*, John Wiley & Sons, Inc.7
- Feng, C.W., Burns, S.S., 1997, *Using Genetic Algorithms to Solve Construction Time-Cost Trade-Off Problem*, Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, 11 (2) –184 -189.
- Feng, C.W., Liu L., Burns, S.S., 2000, *Stochastic Construction Time-Cost Trade-Off Analysis*, Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, 14 (2) –117-126.
- Gen M., Cheng R. 1997, *Genetic Algorithms and Engineering Design*, John Wiley & Sons, New York.
- Goldberg, D.E, 1989, *Genetic Algorithms independen Search, Optimization, and Machine Learning*, Addison-Wesley, Reading, Mass.
- Gould F.E., *Managing the Construction Process, Estimating, Scheduling, and Project Control*, Prentice Hall, 1997
- Halpin, D.W., Woodhead R.W., *Construction Management*, John Wiley & Sons, Inc. 1998
- Michalewicz, Z., 1996, *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*, Springer-Verlag, New York.
- Nuriarti, N., Fachrizal, M., 2000, *Analisis Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pasangan Batu Bata ditinjau dari Komposisi Kelompok Kerja.*, Tugas Akhir, UII.
- Purnomo, Sutrisno, A.,2000., *Optimasi Crash Program dengan CPM pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Cabang BRI Bantul.*, Tugas Akhir, UII.
- Sulissetyawan, T.A., Mulyani, W.S., 2000, *Efektifitas Lembur dan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja pada Proyek Konstruksi.*, Tugas Akhir, UII.
- Yulianto, E., Eridani, Z., 2000., *Optimasi Crash Program pada CPM dengan Metoda Jalur Kritis*, Tugas Akhir, UII

# Lampiran

Tabel 4.2 Inventarisasi dan Identifikasi data kegiatan

No.	Jenis pekerjaan	Simbol pekerjaan	Durasi	Kegiatan yg mendahului
1	Pagar keliling proyek seng gelombang finish cat	PKS	3	-----
2	Papan nama proyek	PN	3	-----
3	Pembongkaran bangunan lama (a)	PEL-1	4	PKS, Dummy PN
4	pembongkaran bangunan lama (b)	PEL-2	6	PEL-1
5	Pembersihan bekas bongkaran -1	PBB-1	6	PEL-1
6	Pembersihan bekas bongkaran -2	PBB-2	4	PBB-1, dummy PEL-2
7	Direksi Keet	DK	6	PBB-2
8	Uitzet dan Bouwplank	UB	3	PBB-2
9	Pengadaan air kerja dan listrik kerja	PALK	6	DK
10	Galian tanah pondasi	GT	10	UB
11	Urug pasir bawah pondasi	UPEP	4	GT-1
12	Beton tumbuk lantai kerja -1	BTLK-1	3	PALK, UPEP
13	Beton tumbuk lantai kerja -2	BTLK-2	3	BTLK-1
14	Pondasi footplat (1)	PF-1	4	BTLK-1
15	Pondasi footplat (2)	PF-2	6	dummy PF-1, BTLK-2
16	Kolom bawah peil (1)	KBP-1	6	PF-1
17	Kolom bawah peil (2)	KBP-2	4	KBP-1, dummy PF-2
18	Urug tanah bekas galian pondasi	UTBG	8	KBP-1
19	Sloof	SL	5	KBP-2
20	Pasangan pondasi & dinding penahan tanah batu belah	PDPBB	21	KBP-2
21	Urug pasir bawah lantai dasar	UPEL	6	UTBG
22	Pasangan rollag batu bata	RRB	4	UTBG
23	Beton tumbuk + tulangan susut bawah lantai tebal 7 cm	BT	4	UPEL, SL
24	Instalasi pipa air - 1	IPA-1	36	UPEL, SL
25	Kolom lantai dasar	KLD	5	BT
26	Balok lantai dasar	BLD	6	KLD
27	Plat lantai dasar tebal 12 cm	PLD	8	KLD

No.	Jenis pekerjaan	Simbol pekerjaan	Durasi	Kegiatan yg mendahului
28	Instalasi penerangan + saklar-1	IP&S-1	36	KLD
29	Pondasi, balok & plat tangga	PEPT	5	PLD, dummy BLD
30	Kolom lantai satu	KLS	6	PLD, dummy BLD
31	Kolom praktis (1)	KP-1	6	PLD, dummy BLD
32	Pasangan dinding batu bata (1)	DBB-1	12	RBB
33	Bouvenlist 4 (BV4) besi baja	BV4	4	PDPBB
34	Dinding lapis water proofing sheet	DWP	6	PDPBB
35	Balok lantai satu	BLS	6	KL-1, dummy PEPT
36	Plat lantai satu tebal 12 cm	PLS	10	KL-1, dummy BLS
37	Plat dag lantai satu tebal 10 cm	PD-L1	6	KL-1, dummy BLS
38	Plat listplank lantai satu	PLP-1	5	KL-1, dummy BLS
39	Ornamen kolom canopy	OKC	6	KL-1, dummy PEPT
40	Pasangan dinding roster kerawang	DR	4	LBB-1, KP-1
41	Plesteran dinding (1)	PD-1	15	DBB-1, KP-1
42	Kosen pintu & jendela kayu kamper	KPJJK-1	9	DDB-1
43	Plat lantai ruang khasanah	PLRK	6	dummy BLS, KL-1
44	Kuda-kuda canopy	KKC	4	BLS
45	Kolom lantai dua	KL-2	5	PLS, dummy BLS
46	Balok + plat tangga lantai satu	BPT-1	6	PLS, dummy BLS
47	Pasangan dinding batu bata tahan api	DBBTA	4	PLS, dummy BLS
48	Balok praktis ring	BPR	6	KL-2
49	Plat dag lantai dua tebal 10 cm	PD-L2	10	BPR
50	Plat listplank lantai dua	PLP-2	8	BPR
51	Meni besi rangka atap	MBRA	12	BPR
52	Balok & plat tangga lantai dua	BPT-2	5	BPT-1
53	Residu usuk dan reng	RUR	12	PLP-2
54	Pasangan dinding batu bata (2)	DBB-2	18	PD-L2, BPT-2
55	Kolom praktis (2)	KP-2	9	PD-L2, BPT-2
56	Pekerjaan baja (1)	PB-1	12	PD-L2, BPT-2
57	Plesteran dinding (2)	PD-2	15	DBB-2, dummy KP-2
58	Glassblock	GB	6	dummy KP-2, DBB-2
59	Kosen pintu & jendela kayu kamper	KPJJK-2	9	DDB-2, dummy KP-2

No.	Jenis pekerjaan	Simbol pekerjaan	Durasi	Kegiatan yg mendahului
60	Instalasi fire alarm -1	IFA-1	12	DEB-2, dummy KP-2
61	Pekerjaan Sound system	PSS	50	DEB-3, dummy KP-3
62	Pekerjaan telephone system	PTS	60	DEB-3, dummy KP-3
63	Instalasi pipa air - 2	IPA-2	48	IPA-1
64	Rumah pompa ground reservoir	RP	24	IPA-1
65	Ground reservoir air bersih kap. 20,55 m <sup>3</sup>	GRAB	24	IPA-1
66	Septick tank + bak kontrol	STBK	24	IPA-1
67	Sponengan sudut (1)	SS-1	9	PD-1, dummy DR
68	Lantai beton + tul. susut lapis screedhardener tebal 10 cm	LBSH	12	PD-1, dummy DR
69	Kosen pintu & jendela alluminium-1	KPJA-1	6	PD-1, dummy DR
70	Lantai beton + tul.susut tebal 7cm	LBTS	6	LBSH
71	Instalasi penerangan + saklar-2	IP&S-2	36	IP&S-1
72	Panel distribusi	PDB	48	IP&S-1
73	UPS 7500VA tower	UPS	6	IP&S-1
74	Plesteran dinding tahan api	PDTA	6	DEBTA
75	Sponengan sudut (2)	SS-2	9	PD-2, PDTA, OKC
76	Kosen pintu & jendela alluminium-2	KPJA-2	6	PD-2, PDTA, OKC
77	Pas. dinding Aldastone tebal 2cm	PADS	36	PD-2, PDTA, OKC
78	Pintu tutup tangga darurat lantai atap	PTD	6	PD-2, PDTA, OKC
79	Generator set model P-100 (80kv) 220/380, 3 phase 50 HZ PERKINS	GS-1	12	PD-3, PDTA, OKC
80	Pekerjaan Penangkal Petir	PPP	54	PD-3, PDTA, OKC
81	Pintu tahan api kluis	PTA	12	PLP-1, PLRK
82	Pekerjaan baja (2)	PB-2	24	KKC, RUR, MERA, PB-1
83	Pekerjaan kayu rangka atap	PKRA	24	KKC, RUR, MERA, PB-1
84	Tralis ruang Khasanah	TRK	12	PTA, PB-2
85	Pekerjaan genteng	PG	6	PKRA, dummy PB-2
86	Lapis water proofing plat atap	WPA	18	PD-L1, dummy PD-L2
87	Pekerjaan Air Conditioners	PAC	90	PD-L1, dummy PD-L2
88	Instalasi hydrant pipa GIP klas Medium lengkap - 1	IH-1	24	PD-L1, dummy PD-L2
89	Frame daun pintu dan jendela alluminium	FDPJA	12	PD-2, KPJA-2

No.	Jenis pekerjaan	Simbol pekerjaan	Durasi	Kegiatan yg mendahului
90	Daun pintu km/wc lapis alluminium	DPKMA	6	KPJA-1, KPJA-2
91	Kaca rayben	KR	18	FDPJA
92	Daun pintu double teakwood	DPDT	6	KPJJK-1, KPJKK-2
93	Pintu folding gate komplit	PFG	6	DWP, SS-1, SS-2
94	Dinding partisi double gypsum board lapis wallpaper	DPGLW	9	DWP, SS-1, SS-2
95	Dinding partisi double gypsum board finish cat dinding	DPGB	9	DWP, SS-1, SS-2
96	Cat dinding tembok dalam	CDTD	48	DWP, SS-1, SS-2
97	Cat dinding watershield	CDW	36	DWP, SS-1, SS-2
98	Generator set model P-100 (80kw) 220/380, 3 phase 50 HZ PERKINS	GS-2	42	GS-1
99	Pipa knalpot Ø 4"	PKP	6	GS-1
100	Pondasi tangki solar pasangan batu belah	PTSBB	6	GS-1
101	Peredam suara pasangan batu belah lapis ijuk	PSB	12	GS-1
102	Plafond triplek 6 mm	PT	24	PG, LBTS
103	Pekerjaan keramik	PK	30	PG, LBTS
104	Railling tangga pipa besi 2,50" finish cat	RTB	24	PG, LBTS
105	Plafond gypsum board 10 mm + rangka	PGB	18	PG, LBTS
106	Plafond acrhilic tutup lampu	P'TL	12	PG, LBTS
107	Pekerjaan granite	PGR	18	PG, LBTS
108	Perlengkapan daun pintu & jendela	PDPPJ	6	KR, DPKMA
109	Floor hinge + frame stainless steel	FHFS	12	KR, DPKMA
110	Lampu	LAMPU	36	IP&S-2
111	Kabel Ladder dan Tray	KLT	24	PDB
112	Alat-alat saniter	AS	41	IPA-2, dummy GRAB
113	Pompa - pompa + asesories	PP	36	AS, RP
114	Sumur bor sesuai gambar kerja	SB	18	AS, RP
115	Watertank fiberglass @ 1m <sup>3</sup> + automatic electrode	WTF	6	IPA-2, dummy GRAB

No.	Jenis pekerjaan	Simbol pekerjaan	Durasi	Kegiatan yg mendahului
116	Sumur peresapan air hujan buis beton dia 80 cm	SRAH	24	IPA-2, dummy GRAB
117	Bak peresapan air kotor sesuai gambar kerja	BRAK	18	STBK
118	Master control fire alarm dengan automatic line	MCF	21	IFA-1
119	Instalasi fire alarm -2	IFA-2	36	IFA-1
120	Instalasi hydrant pipa GIP klas Medium lengkap - 2	IH-2	30	IH-1
121	Pompa hydrant dalam	PHD	30	IH-1
122	Fire house cabinet lengkap	FHC	12	IH-2
123	Pasangan lantai pavingblock tebal 8 cm	PPB	24	PPG
124	Kaca sanblasting 5 mm	KS	5	DPGB
125	Cat dinding partisi	CDP	24	DPGB
126	Cat plafond triplek	CPT	18	PT
127	Plint lantai	PL	12	PK
128	List profil kayu kamper	LPK	12	PK
129	Melamine	MLM	26	DPDT, LPK
130	Cat plafond gypsum board texture	CPG	12	PGB, dummy PTL, WPA
131	Pasangan lantai karpet	PLK	18	CPG
132	Cat kayu	CK	6	PTD
133	Tangki solar kapasitas 3000 liter	TS	24	PTSBB
134	Pompa bahan bakar	PBB	12	TS
135	Lapisan dinding glasswool	LDG	12	PSB
136	Testing & commisioning hydrant+AC	TCHAC	6	PAC, PHD, FHC
137	Testing & commisioning sound system, telephone, fire alarm, penangkal petir	TCSTFP	6	PPP, PTS, dummy PSS, dummy MCF, IPA-2
138	Testing & commisioning Generator	TCG	6	dummy PKP, PBB, GS-2 LDG
139	Checking lantai dalam	CLD	4	PLK, PGR, PL
140	Test & commisioning pek.Elektrikal	TCE	12	KLT, UPS, Lampu
141	Testing & commisioning plambing	TCP	6	PP, dummy SB, WTF, dummy SRAH

No.	Jenis pekerjaan	Simbol pekerjaan	Durasi	Kegiatan yg mendahului
142	Checking cat dan melamine	CCDM	6	RTB, dummy CDTD, CDW, CPT, MLM, CDP
143	General check	GC	12	PPB, DPGLW, KS, CCDM, TRK, CLD, GB, PDPJ, dummy FHFS, PADS, CK, YOG, TC, TCSTFP, TCHAC

Untuk kegiatan "Dokumentasi" tidak dimasukkan dalam infentarisasi data karena "dokumentasi" ada dari awal proyek sampai akhir proyek tanpa mempengaruhi umur proyek secara keseluruhan. Tetapi kegiatan dokumentasi dalam pembiayaan tetap dimasukkan didalam perhitungan.

Dari data tabel 4.2 dapat dibuat diagram jaringan kerja (lihat gambar 4.1) dan dapat dihitung nilai Early Start, Early Finish, Latest Start, Latest Finish dan float. Perhitungannya dapat dibantu dengan program komputer atau secara manual. Tabel 4.3 memperlihatkan hasil perhitungan secara manual.



Tabel 4.3 Hasil Perhitungan CPM untuk proyek dengan waktu normal

No.	SIMBOL PEKERJAAN	WAKTU NORMAL						CPM	Biaya
		Tn	ES	EF	LS	LF	F		
1	PKS	3	0	3	0	3	0	KRITIS	9.120.000,-
2	PN	3	0	3	0	3	0	KRITIS	300.000,-
3	PBL-1	4	3	7	3	7	0	KRITIS	3.000.000,-
4	PBL-2	6	7	13	7	13	0	KRITIS	4.500.000,-
5	PBB-1	6	7	13	7	13	0	KRITIS	2.400.000,-
6	PBB-2	4	13	17	13	17	0	KRITIS	1.600.000,-
7	DK	6	17	23	17	28	5	-	15.400.000,-
8	UB	3	17	20	17	20	0	KRITIS	1.168.750,-
9	PALK	6	23	29	28	34	5	-	5.000.000,-
10	GT	10	20	30	20	30	0	KRITIS	3.404.600,-
11	UPEP	4	30	34	30	34	0	KRITIS	1.063.050,-
12	BTLK-1	3	34	37	34	37	0	KRITIS	955.850,-
13	BTLK-2	3	37	40	38	41	1	-	955.850,-
14	PF-1	4	37	41	37	41	0	KRITIS	27.602.250,-
15	PF-2	6	41	47	41	47	0	KRITIS	41.403.375,-
16	KBP-1	6	41	47	41	47	0	KRITIS	9.264.375,-
17	KBP-2	4	47	51	52	56	5	-	6.176.250,-
18	UTBG	8	47	55	47	55	0	KRITIS	785.900,-
19	SL	5	51	56	56	61	5	-	41.652.700,-
20	PDPBB	21	51	72	114	135	63	-	36.578.100,-
21	UPEL	6	55	61	55	61	0	KRITIS	2.418.750,-
22	RBB	4	55	59	108	112	53	-	414.400,-
23	BT	4	61	65	61	65	0	KRITIS	12.710.700,-
24	IPA-1	36	61	97	64	100	3	-	8.996.575,-
25	KLD	5	65	70	65	70	0	KRITIS	50.355.200,-
26	BLD	6	70	76	72	78	2	-	65.535.600,-
27	PLD	8	70	78	70	78	0	KRITIS	68.634.000,-
28	IP&S-1	36	70	106	111	147	41	-	11.824.250,-
29	PBPT	5	78	83	79	84	1	-	9.361.000,-

No.	SIMBOL PEKERJAAN	WAKTU NORMAL						CPM	Biaya
		Tn	ES	EF	LS	LF	F		
30	KLS	6	78	84	78	84	0	KRITIS	47.318.700,-
31	KP-1	6	78	84	118	124	40	-	4.263.000,-
32	DBB-1	12	59	71	112	124	53	-	19.886.460,-
33	BV <sub>4</sub>	4	72	76	135	139	63	-	582.000,-
34	DWP	6	72	78	171	177	99	-	7.516.800,-
35	BLS	6	84	90	88	94	4	-	64.340.600,-
36	PLS	10	84	94	84	94	0	KRITIS	68.181.900,-
37	PD-L1	6	84	90	129	135	45	-	7.034.900,-
38	PLP-1	5	84	89	202	207	118	-	12.641.850,-
39	OKC	6	84	90	162	168	78	-	600.000,-
40	DR	4	84	88	135	139	51	-	20.100,-
41	PD-1	15	84	99	124	139	40	-	18.529.200,-
42	KPJJK-1	9	84	93	184	193	100	-	6.018.000,-
43	PLRK	6	90	96	201	207	111	-	70.308.000,-
44	KKC	4	90	94	123	127	33	-	593.400,-
45	KL-2	5	94	99	94	99	0	KRITIS	31.753.000,-
46	EPT-1	6	94	100	104	110	10	-	8.486.400,-
47	DBBTA	4	94	98	158	162	64	-	22.587.500,-
48	EPR	6	99	105	99	105	0	KRITIS	64.205.700,-
49	PD-L2	10	105	115	105	115	0	KRITIS	46.580.400,-
50	PLP-2	8	105	113	107	115	2	-	15.498.000,-
51	MBRA	12	105	117	115	127	10	-	3.303.950,-
52	EPT-2	5	100	105	110	115	10	-	4.120.600,-
53	RUR	12	113	125	115	127	2	-	3.878.000,-
54	DBB-2	18	115	133	135	153	20	-	29.829.690,-
55	KP-2	9	115	124	144	153	29	-	10.798.500,-
56	PB-1	12	115	127	115	127	0	KRITIS	8.850.042,-
57	PD-2	15	133	148	153	168	20	-	18.529.200,-
58	GB	6	133	139	225	231	92	-	675.000,-
59	KPJJK-2 ✓	9	133	142	184	193	51	-	6.018.000,-
60	IFA-1	12	133	145	177	189	44	-	1.508.750,-
61	PSS	50	133	183	175	225	42	-	18.105.000,-
62	PTS	60	133	193	165	225	32	-	36.157.000,-

No.	SIMBOL PEKERJAAN	WAKTU NORMAL							CPM	Biaya
		Tn	ES	EF	LS	LF	F			
63	IPA-2	48	97	145	100	148	3	-	11.995.425,-	
64	RP	24	97	121	165	189	68	-	840.000,-	
65	GRAB	24	97	121	124	148	27	-	8.335.000,-	
66	STBK	24	97	121	183	207	86	-	9.326.000,-	
67	SS-1	9	99	108	168	177	69	-	6.310.650,-	
68	LBSH	12	99	111	139	151	40	-	22.725.900,-	
69	KPJA-1	6	99	105	183	189	84	-	39.336.412,-	
70	LBTB	6	111	117	151	157	40	-	8.418.000,-	
71	IP&S-2	36	106	142	147	183	41	-	11.824.250,-	
72	PDB	48	106	154	147	195	41	-	45.656.500,-	
73	UPS	6	106	112	213	219	107	-	28.750.000,-	
74	PDTA	6	98	104	162	168	64	-	2.104.200,-	
75	SS-2	9	148	157	168	177	20	-	6.310.650,-	
76	KPJA-2	6	148	154	183	189	35	-	39.336.413,-	
77	PADS	36	148	184	195	231	47	-	3.071.000,-	
78	PTD	6	148	<del>154</del> 154	219	225	<del>69</del> 71	-	450.000,-	
79	GS-1	12	148	160	171	183	23	-	17.900.000,-	
80	PPP	54	148	202	171	225	23	-	3.807.000,-	
81	PTA	12	96	108	207	219	111	-	23.000.000,-	
82	PB-2	24	127	151	127	151	0	KRITIS	17.700.083,-	
83	PKRA	24	127	151	127	151	0	KRITIS	21.135.100,-	
84	TRK	12	151	163	219	231	68	-	6.880.000,-	
85	PG	6	151	157	151	157	0	KRITIS	34.791.200,-	
86	WPA	24	115	139	173	197	58	-	22.914.000,-	
87	PAC	90	115	205	135	225	20	-	75.500.000,-	
88	IH-1	24	115	139	159	183	44	-	4.651.778,-	
89	FDPJA	12	154	166	189	201	35	-	21.795.600,-	
90	DPKMA	6	154	160	213	219	59	-	1.298.500,-	
91	KR	18	166	184	201	219	35	-	40.864.000,-	
92	DPDT	6	142	148	193	199	51	-	9.684.800,-	
93	PFG	6	157	163	201	207	44	-	7.087.500,-	
94	DPGLW	9	157	166	222	231	65	-	21.235.750,-	
95	DPGB	9	157	166	192	201	35	-	9.997.500,-	

No.	SIMBOL PEKERJAAN	WAKTU NORMAL						CPM	Biaya
		Tn	ES	EF	LS	LF	F		
96	CDTD	48	157	205	177	225	20	-	26.164.050,-
97	CDW	36	157	193	189	225	32	-	17.065.500,-
98	GS-2	42	160	202	183	225	23	-	62.650.000,-
99	PKP	6	160	166	219	225	59	-	475.000,-
100	PTSBB	6	160	166	183	189	23	-	1.647.800,-
101	PSB	12	160	172	201	213	41	-	1.078.700,-
102	PT	24	157	181	183	207	<del>26</del>	-	46.515.000,-
103	PK	30	157	187	157	187	0	KRITIS	85.346.100,-
104	RTB	24	157	181	201	225	44	-	21.315.600,-
105	PGB	18	157	175	179	197	22	-	32.138.750,-
106	PTL	12	157	169	185	197	28	-	2.421.550,-
107	PGR	18	157	175	209	227	52	-	47.474.400,-
108	PDPPI	6	184	190	225	231	41	-	44.923.050,-
109	FHFS	12	184	196	219	231	35	-	15.680.000,-
110	LAMPU	36	142	178	183	219	41	-	51.885.250,-
111	KLT	24	154	178	195	219	41	-	8.612.500,-
112	AS	41	145	186	148	189	3	-	16.069.750,-
113	PP	36	186	222	189	225	3	-	16.220.000,-
114	SB	18	186	204	207	225	21	-	3.925.000,-
115	WIF	6	145	151	219	225	74	-	1.880.000,-
116	SRAH	24	145	169	201	225	56	-	5.700.000,-
117	BRAK	18	121	139	207	225	86	-	6.800.000,-
118	MCF	21	145	166	204	225	59	-	5.720.000,-
119	IFA-2	36	145	181	189	225	44	-	4.526.250,-
120	IH-2	30	139	169	183	213	44	-	5.814.722,-
121	PHD	30	139	169	195	225	56	-	6.667.000,-
122	FHC	12	169	181	213	225	44	-	2.670.000,-
123	PPB	24	163	187	207	231	44	-	1.316.700,-
124	KS	5	166	171	226	231	60	-	7.800.000,-
125	CDP	24	166	190	201	225	35	-	2.064.550,-
126	CPT	18	181	199	207	225	26	-	7.232.400,-
127	PL	12	187	199	209	227	28	-	4.902.450,-
128	LPK	12	187	199	187	199	0	KRITIS	10.309.200,-

No.	SIMBOL PEKERJAAN	WAKTU NORMAL						CPM	Biaya
		Tn	ES	EF	LS	LF	F		
129	MLM ✓	26	199	225	199	225	0	KRITIS	8.712.800,-
130	CPG	12	175	187	197	209	22	-	5.922.500,-
131	PLK	18	187	205	209	227	22	-	38.506.000,-
132	CK	6	154	160	225	231	71	-	2.111.100,-
133	TS &	24	166	190	189	213	23	-	4.860.000,-
134	PBB	12	190	202	213	225	23	-	5.260.000,-
135	LDG	12	172	184	189	225	41	-	4.510.500,-
136	TCHAC	6	205	211	225	231	20	-	1.663.000,-
137	TCSTFP	6	202	208	225	231	23	-	2.250.000,-
138	TCG	6	202	208	225	231	23	-	2.000.000,-
139	CLD	4	205	209	227	231	22	-	530.000,-
140	TCE	12	178	190	219	231	41	-	1.850.000,-
141	TCP	6	222	228	225	231	3	-	1.250.000,-
142	CCDM	6	225	231	225	231	0	KRITIS	950.000,-
143	GC	6	231	237	231	237	0	KRITIS	1.500.000,-
									600.000,-
Dokumentasi									
Total biaya yang dibutuhkan									Rp. 2.343.281.550,-

TOTAL WAKTU CRITICAL PATH = 237 HARI KERJA

Kesalahan penjumlahan

## Perhitungan Biaya Percepatan

(Crash Cost)

- Untuk perhitungan biaya percepatan dengan asumsi kenaikan sebesar 20% sampai dengan 25% dari biaya normal (untuk biaya alat dan tenaga kerja) menggunakan rumus :

$$Cc = Cn + [ Tn/Tc \times (25\% \times Cn) ] - (25\% \times Cn)$$

Perhitungan ini digunakan untuk kegiatan-kegiatan yang memiliki biaya, alat, bahan dan tenaga kerja.

- Untuk perhitungan biaya percepatan dengan asumsi kenaikan sebesar 100% dari biaya normal (tidak memiliki biaya untuk bahan) menggunakan rumus :

$$Cc = Tn/Tc \times Cn$$

Perhitungan ini digunakan untuk kegiatan-kegiatan yang hanya memiliki biaya untuk alat dan tenaga kerja.

dimana :

Cc = Crash Cost

Cn = Normal Cost

Tc = Crash Time

Tn = Normal Time

Adapun dibawah ini adalah perhitungan selengkapnya untuk kegiatan yang bisa dipercepat.

## 1. Kegiatan PBL-2

Tn = 6 hari , Cn = Rp. 4.500.000,-

Tc = 4 hari

$$Cc = 4.500.000 + [ 6/4 \times ( 25\% \times 4.500.000 ) ] - ( 25\% \times 4.500.000 )$$

= Rp. 5.062.500,-

## 2. Kegiatan PBB-1

Tn = 6 hari

, Cn = Rp. 2.400.000,-

Tc = 4 hari

$$Cc = 2.400.000 + [ 6/4 \times ( 25\% \times 2.400.000 ) ] -$$

$$( 25\% \times 2.400.000 )$$

= Rp. 2.700.000,-

## 3. Kegiatan UB

Tn = 3 hari

, Cn = Rp. 1.168.750,-

Tc = 2 hari

$$Cc = 1.168.750 + [ 3/2 \times ( 25\% \times 1.168.750 ) ] -$$

$$( 25\% \times 1.168.750 )$$

= Rp. 1.314.845,-

## 4. Kegiatan GT

Tn = 10 hari

, Cn = Rp. 3.404.600

Tc = 7 hari

$$Cc = 10/7 \times 3.404.600$$

= Rp. 4.863.700,-

## 5. Kegiatan UTBG

Tn = 8 hari

, Cn = Rp. 785.900,-

Tc = 7 hari

$$Cc = 785.900 + [ 8/7 \times ( 25\% \times 785.900 ) ] -$$

$$( 25\% \times 785.900 )$$

= Rp. 813.970,-

## 6. Kegiatan UPBL

Tn = 6

, Cn = Rp. 2.418.750,-

Tc = 5

$$Cc = 2.418.750 + [ 6/5 \times ( 25\% \times 2.418.750 ) ] -$$

$$( 25\% \times 2.418.750 )$$

= Rp. 2.539.690,-

## 7. Kegiatan BTLK-1

Tn = 3 hari

, Cn = Rp. 955.850,-

Tc = 2 hari

$$Cc = 955.850 + [ 3/2 ( 25\% \times 955.850 ) ] -$$

$$( 25\% \times 955.850 )$$

= Rp. 1.075.335,-

## 8. Kegiatan BTLK-2 = BTLK-1

Cc = Rp. 1.075.335,-

## 9. Kegiatan PF-1

$$T_n = 4 \text{ hari} \quad , \quad C_n = \text{Rp. } 27.602.250,-$$

$$T_c = 3 \text{ hari}$$

$$C_c = 27.602.250 + [ 4/3 ( 25\% \times 27.602.250 ) ] -$$

$$( 25\% \times 27.602.250 )$$

$$= \text{Rp. } 29.902.440,-$$

## 10. Kegiatan PF-2

$$T_n = 6 \text{ hari} \quad , \quad C_n = \text{Rp. } 41.403.375,-$$

$$T_c = 5 \text{ hari}$$

$$C_c = 41.403.375 + [ 6/5 ( 25\% \times 41.403.375 ) ] -$$

$$( 25\% \times 41.403.375 )$$

$$= \text{Rp. } 43.473.545,-$$

## 11. Kegiatan KBP-1

$$T_n = 6 \text{ hari} \quad , \quad C_n = \text{Rp. } 9.264.375,-$$

$$T_c = 5 \text{ hari}$$

$$C_c = 9.264.375 + [ 6/5 ( 25\% \times 9.264.375 ) ] -$$

$$( 25\% \times 9.264.375 )$$

$$= \text{Rp. } 9.727.595,-$$

## 12. Kegiatan KBP-2

$$T_n = 4 \text{ hari} \quad , \quad C_n = \text{Rp. } 6.176.250,-$$

$$T_c = 3 \text{ hari}$$

$$C_c = 6.176.250 + [ 4/3 \times ( 25\% \times 6.176.250 ) ] -$$

$$( 25\% \times 6.176.250 )$$

$$= \text{Rp. } 6.690.940,-$$

## 13. kegiatan BT

$$T_n = 4 \text{ hari} \quad , \quad C_n = \text{Rp. } 12.710.700,-$$

$$T_c = 3 \text{ hari}$$

$$C_c = 12.710.700 + [ 4/3 \times ( 25\% \times 12.710.700 ) ] -$$

$$( 25\% \times 12.710.700 )$$

$$= \text{Rp. } 13.769.925,-$$

## 14. Kegiatan BLD

$$T_n = 6 \text{ hari} \quad , \quad C_n = \text{Rp. } 65.535.600,-$$

$$T_c = 5 \text{ hari}$$

$$C_c = 65.535.600 + [ 6/5 \times ( 25\% \times 65.535.600 ) ] -$$

$$( 25\% \times 65.535.600 )$$

$$= \text{Rp. } 68.812.380,-$$



## 15. Kegiatan PLD

Tn = 8 hari , Cn = Rp. 68.634.000,-

Tc = 6 hari

Cc = 68.634.000 + [ 8/6 x ( 25% x 68.634.000 ) ] -  
 ( 25% x 68.634.000 )

= Rp. 16.789.500,-

## 16. Kegiatan KLS

Tn = 6 hari , Cn = Rp. 47.318.700,-

Tc = 5 hari

Cc = 47.318.700 + [ 6/5 x ( 25% x 47.318.700 ) ] -  
 ( 25% x 47.318.700 )

= Rp. 49.684.635,-

## 17. Kegiatan PLS

Tn = 10 hari , Cn = Rp. 68.181.900,-

Tc = 7 hari

Cc = 68.181.900 + [ 10/7 x ( 25% x 68.181.900 ) ] -  
 ( 25% x 68.181.900 )

= Rp. 75.487.105,-

## 18. Kegiatan PD-L1

Tn = 6 hari , Cn = Rp. 7.034.900,-

Tc = 5 hari

Cc = 7.034.900 + [ 6/5 x ( 25% x 7.034.900 ) ] -  
 ( 25% x 7.034.900 )

= Rp. 7.386.645,-

## 19. Kegiatan BPT-1

Tn = 6 hari , Cn = Rp. 8.486.400,-

Tc = 5 hari

Cc = 8.486.400 + [ 6/5 x ( 25% x 8.486.400 ) ] -  
 ( 25% x 8.486.400 )

= Rp. 8.910.720,-

## 20. Kegiatan KL-2

Tn = 5 hari , Cn = Rp. 31.753.000,-

Tc = 4 hari

Cc = 31.753.000 + [ 5/4 x ( 25% x 31.753.000 ) ] -  
 ( 25% x 31.753.000 )

= Rp. 33.737.565,-

## 21. Kegiatan PD-L2

Tn = 10 hari , Cn = Rp. 46.580.400,-

Tc = 8 hari

Cc = 46.580.400 + [ 10/8 x ( 25% x 46.580.400 ) ] -  
 ( 25% x 46.580.400 )

= Rp. 49.491.675,-

## 22. Kegiatan PLP-2

Tn = 8 hari , Cn = Rp. 15.498.000,-

Tc = 6 hari

Cc = 15.498.000 + [ 8/6 x ( 25% x 15.498.000 ) ] -  
 ( 25% x 15.498.000 )

= Rp. 16.789.500,-

## 23. Kegiatan PDPBB

Tn = 21 hari , Cn = Rp. 36.578.100,-

Tc = 18 hari

Cc = 36.578.100 + [ 21/18 x ( 25% x 36.578.100 ) ] -  
 ( 25% x 36.578.100 )

= Rp. 38.102.190,-

## 24. Kegiatan PDTA

Tn = 6 hari , Cn = Rp. 2.104.200,-

Tc = 5 hari

Cc = 2.104.200 + [ 6/5 x ( 25% x 2.104.200 ) ] -  
 ( 25% x 2.104.200 )

= Rp. 2.209.410,-

## 25. Kegiatan KPJA-1

Tn = 6 hari , Cn = Rp. 39.336.412,-

Tc = 5 hari

Cc = 39.336.412 + [ 6/5 x ( 25% x 39.336.412 ) ] -  
 ( 25% x 39.336.412 )

= Rp. 41.303.235,-

## 26. Kegiatan KPJA-2 = KPJA-1

Cc = Rp. 41.303.235,-

## 27. Kegiatan FDPJA

Tn = 12 hari

Cn = Rp. 21.795.600,-

Tc = 10 hari

$$Cc = 21.795.600 + [ 12/10 \times ( 25\% \times 21.795.600 ) ] - ( 25\% \times 21.795.600 )$$

$$= \text{Rp. } 22.885.380,-$$

## 28. Kegiatan GB

Tn = 6 hari

Cn = Rp. 675.000,-

Tc = 4 hari

$$Cc = 675.000 + [ 6/4 \times ( 25\% \times 675.000 ) ] - ( 25\% \times 675.000 )$$

$$= \text{Rp. } 759.375,-$$

## 29. Kegiatan KR

Tn = 18 hari

Cn = Rp. 40.864.000,-

Tc = 15 hari

$$Cc = 40.864.000 + [ 18/15 \times ( 25\% \times 40.864.000 ) ] - ( 25\% \times 40.864.000 )$$

$$= \text{Rp. } 42.907.200,-$$

## 30. Kegiatan FHFS

Tn = 12 hari

Cn = Rp. 15.680.000,-

Tc = 10 hari

$$Cc = 15.680.000 + [ 12/10 \times ( 25\% \times 15.680.000 ) ] - ( 25\% \times 15.680.000 )$$

$$= \text{Rp. } 16.464.000,-$$

## 31. Kegiatan KPJKK-1

Tn = 9 hari

Cn = Rp. 6.018.000,-

Tc = 8 hari

$$Cc = 6.018.000 + [ 9/8 \times ( 25\% \times 6.018.000 ) ] - ( 25\% \times 6.018.000 )$$

$$= \text{Rp. } 6.206.065,-$$

## 32. Kegiatan KPJKK-2 = KPJKK-1

$$Cc = \text{Rp. } 6.206.065,-$$

33. Kegiatan PTA  
 $T_n = 12$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 23.000.000,-$   
 $T_c = 8$  hari  
 $C_c = 23.000.000 + [ 12/8 \times ( 25\% \times 23.000.000 ) ] -$   
 $( 25\% \times 23.000.000 )$   
 $= \text{Rp. } 25.875.000,-$
34. Kegiatan PB-1  
 $T_n = 12$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 8.850.042,-$   
 $T_c = 9$  hari  
 $C_c = 8.850.042 + [ 12/9 \times ( 25\% \times 8.850.042 ) ] -$   
 $( 25\% \times 8.850.042 )$   
 $= \text{Rp. } 9.587.550,-$
35. Kegiatan PB-2  
 $T_n = 24$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 17.700.083,-$   
 $T_c = 21$  hari  
 $C_c = 17.700.083 + [ 24/21 \times ( 25\% \times 17.700.083 ) ] -$   
 $( 25\% \times 17.700.083 )$   
 $= \text{Rp. } 18.332.230,-$
36. Kegiatan PG  
 $T_n = 6$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 34.791.200,-$   
 $T_c = 5$  hari  
 $C_c = 34.791.200 + [ 6/5 \times ( 25\% \times 34.791.200 ) ] -$   
 $( 25\% \times 34.791.200 )$   
 $= \text{Rp. } 36.530.760,-$
37. Kegiatan PKRA  
 $T_n = 24$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 21.135.100,-$   
 $T_c = 20$  hari  
 $C_c = 21.135.100 + [ 24/20 \times ( 25\% \times 21.135.100 ) ] -$   
 $( 25\% \times 21.135.100 )$   
 $= \text{Rp. } 22.191.855,-$
38. Kegiatan WPA  
 $T_n = 24$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 22.914.000,-$   
 $T_c = 15$  hari  
 $C_c = 22.914.000 + [ 24/15 \times ( 25\% \times 22.914.000 ) ] -$   
 $( 25\% \times 22.914.000 )$   
 $= \text{Rp. } 26.351.100,-$

## 39. Kegiatan PT

Tn = 24 hari

Cn = Rp. 46.515.000,-

Tc = 20 hari

$$Cc = 46.515.000 + [ 24/20 \times ( 25\% \times 46.515.000 ) ] -$$

$$( 25\% \times 46.515.000 )$$

= Rp. 48.840.750,-

## 40. Kegiatan LBSH

Tn = 12 hari

, Cn = Rp. 22.725.900,-

Tc = 8 hari

$$Cc = 22.725.900 + [ 12/8 \times ( 25\% \times 22.725.900 ) ] -$$

$$( 25\% \times 22.725.900 )$$

= Rp. 25.566.640,-

## 41. Kegiatan LBTS

Tn = 6 hari

, Cn = Rp. 8.418.000,-

Tc = 5 hari

$$Cc = 8.418.000 + [ 6/5 \times ( 25\% \times 8.418.000 ) ] -$$

$$( 25\% \times 8.418.000 )$$

= Rp. 8.838.900,-

## 42. Kegiatan PLK

Tn = 18 hari

, Cn = Rp. 38.506.000,-

Tc = 15 hari

$$Cc = 38.506.000 + [ 18/15 \times ( 25\% \times 38.506.000 ) ] -$$

$$( 25\% \times 38.506.000 )$$

= Rp. 40.431.300,-

## 43. Kegiatan PK

Tn = 30 hari

, Cn = Rp. 85.346.100,-

Tc = 26 hari

$$Cc = 85.346.100 + [ 30/26 \times ( 25\% \times 85.346.100 ) ] -$$

$$( 25\% \times 85.346.100 )$$

= Rp. 88.628.645,-

## 44. Kegiatan RTB

Tn = 24 hari

, Cn = Rp. 21.315.600,-

Tc = 21 hari

$$Cc = 21.315.600 \times [ 24/21 \times ( 25\% \times 21.315.600 ) ] -$$

$$( 25\% \times 21.315.600 )$$

= Rp. 22.076.875,-

45. Kegiatan PTL  
 $T_n = 12$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 2.421.550,-$   
 $T_c = 8$  hari  
 $C_c = 2.421.550 + [ 12/8 \times ( 25\% \times 2.421.550 ) ] -$   
 $( 25\% \times 2.421.550 )$   
 $= 2.724.245,-$
46. Kegiatan PGR  
 $T_n = 18$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 47.474.400,-$   
 $T_c = 15$  hari  
 $C_c = 47.474.400 + [ 18/15 \times ( 25\% \times 47.474.400 ) ] -$   
 $( 25\% \times 47.474.400 )$   
 $= \text{Rp. } 49.848.120,-$
47. Kegiatan PPB  
 $T_n = 24$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 1.316.700,-$   
 $T_c = 15$  hari  
 $C_c = 1.316.700 + [ 24/15 \times ( 25\% \times 1.316.700 ) ] -$   
 $( 25\% \times 1.316.700 )$   
 $= \text{Rp. } 1.514.205,-$
48. Kegiatan PADS  
 $T_n = 36$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 3.071.000,-$   
 $T_c = 24$  hari  
 $C_c = 3.071.000 + [ 36/24 \times ( 25\% \times 3.071.000 ) ] -$   
 $( 25\% \times 3.071.000 )$   
 $= \text{Rp. } 3.454.875,-$
49. Kegiatan PL  
 $T_n = 12$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 4.902.450,-$   
 $T_c = 8$  hari  
 $C_c = 4.902.450 + [ 12/8 \times ( 25\% \times 4.902.450 ) ] -$   
 $( 25\% \times 4.902.450 )$   
 $= \text{Rp. } 5.515.260,-$
50. Kegiatan LPK  
 $T_n = 12$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 10.309.200,-$   
 $T_c = 10$  hari  
 $C_c = 10.309.200 + [ 12/10 \times ( 25\% \times 10.309.200 ) ] -$   
 $( 25\% \times 10.309.200 )$   
 $= \text{Rp. } 10.824.660,-$

## 51. Kegiatan CDTD

Tn = 48 hari , Cn = Rp. 26.164.050,-

Tc = 36 hari

Cc = 26.164.050 + [ 48/36 x ( 25% x 26.164.050 ) ] -  
 ( 25% x 26.164.050 )

= Rp. 28.344.390,-

## 52. Kegiatan CDW

Tn = 36 hari , Cn = Rp. 17.065.500,-

Tc = 30 hari

Cc = 17.065.500 + [ 36/30 x ( 25% x 17.065.500 ) ] -  
 ( 25% x 17.065.500 )

= Rp. 17.918.775,-

## 53. Kegiatan CPT

Tn = 18 hari , Cn = Rp. 7.232.400,-

Tc = 15 hari

Cc = 7.232.400 + [ 18/15 x ( 25% x 7.232.400 ) ] -  
 ( 25% x 7.232.400 )

= Rp. 7.594.020,-

## 54. Kegiatan MLM

Tn = 26 hari , Cn = Rp. 8.712.800,-

Tc = 20 hari

Cc = 8.712.800 + [ 26/20 x ( 25% x 8.712.800 ) ] -  
 ( 25% x 8.712.800 )

= Rp. 9.366.260,-

## 55. Kegiatan CDP

Tn = 24 hari , Cn = Rp. 2.064.550,-

Tc = 20 hari

Cc = 2.064.550 + [ 24/20 x ( 25% x 2.064.550 ) ] -  
 ( 25% x 2.064.550 )

= Rp. 2.167.780,-

## 56. Kegiatan RUR

Tn = 12 hari , Cn = Rp. 3.878.000,-

Tc = 10 hari

Cc = 3.878.000 + [ 12/10 x ( 25% x 3.878.000 ) ] -  
 ( 25% x 3.878.000 )

= Rp. 4.071.900,-

57. Kegiatan MBRA  
 $T_n = 12$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 3.303.950,-$   
 $T_c = 8$  hari  
 $C_c = 3.303.950 + [ 12/8 \times ( 25\% \times 3.303.950 ) ] -$   
 $( 25\% \times 3.303.950 )$   
 $= \text{Rp. } 3.716.945,-$
58. Kegiatan IP&S 1  
 $T_n = 36$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 11.824.250,-$   
 $T_c = 30$  hari  
 $C_c = 11.824.250 + [ 36/30 \times ( 25\% \times 11.824.250 ) ] -$   
 $( 25\% \times 11.824.250 )$   
 $= \text{Rp. } 12.415.465,-$
59. Kegiatan IP&S-2 = IP&S 1  
 $C_c = \text{Rp. } 12.415.465,-$
60. Kegiatan Lampu  
 $T_n = 36$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 51.885.250,-$   
 $T_c = 30$  hari  
 $C_c = 51.885.250 + [ 36/30 \times ( 25\% \times 51.885.250 ) ] -$   
 $( 25\% \times 51.885.250 )$   
 $= \text{Rp. } 54.479.515,-$
61. Kegiatan IPA-1  
 $T_n = 36$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 8.996.575,-$   
 $T_c = 24$  hari  
 $C_c = 8.996.575 + [ 36/24 \times ( 25\% \times 8.996.575 ) ] -$   
 $( 25\% \times 8.996.575 )$   
 $= \text{Rp. } 10.121.150,-$
62. Kegiatan IPA-2  
 $T_n = 48$  hari ,  $C_n = \text{Rp. } 11.995.425,-$   
 $T_c = 36$  hari  
 $C_c = 11.995.425 + [ 48/36 \times ( 25\% \times 11.995.425 ) ] -$   
 $( 25\% \times 11.995.425 )$   
 $= \text{Rp. } 12.995.045,-$



63. Kegiatan AS  
 $T_n = 41$  hari,  $C_n = \text{Rp. } 16.069.750,-$   
 $T_c = 30$  hari  
 $C_c = 16.069.750 + [ 41/30 \times ( 25\% \times 16.069.750 ) ] -$   
 $( 25\% \times 16.069.750 )$   
 $= \text{Rp. } 17.542.815,-$
64. Kegiatan PP  
 $T_n = 36$  hari,  $C_n = \text{Rp. } 16.220.000,-$   
 $T_c = 30$  hari  
 $C_c = 16.220.000 + [ 36/30 \times ( 25\% \times 16.220.000 ) ] -$   
 $( 25\% \times 16.220.000 )$   
 $= \text{Rp. } 17.031.000,-$
65. Kegiatan SB  
 $T_n = 18$  hari,  $C_n = 3.925.000,-$   
 $T_c = 14$  hari  
 $C_c = 3.925.000 + [ 18/14 \times ( 25\% \times 3.925.000 ) ] -$   
 $( 25\% \times 3.925.000 )$   
 $= \text{Rp. } 4.205.360,-$
66. Kegiatan PPP  
 $T_n = 54$  hari,  $C_n = \text{Rp. } 3.807.000,-$   
 $T_c = 48$  hari  
 $C_c = 3.807.000 + [ 54/48 \times ( 25\% \times 3.807.000 ) ] -$   
 $( 25\% \times 3.807.000 )$   
 $= \text{Rp. } 3.925.970,-$
67. Kegiatan PAC  
 $T_n = 90$  hari,  $C_n = \text{Rp. } 75.500.000,-$   
 $T_c = 60$  hari  
 $C_c = 75.500.000 + [ 90/60 \times ( 25\% \times 75.500.000 ) ] -$   
 $( 25\% \times 75.500.000 )$   
 $= \text{Rp. } 94.937.500,-$
68. Kegiatan FHC  
 $T_n = 12$  hari,  $C_n = 2.670.000,-$   
 $T_c = 8$  hari  
 $C_c = 2.670.000 + [ 12/8 \times ( 25\% \times 2.670.000 ) ] -$   
 $( 25\% \times 2.670.000 )$   
 $= \text{Rp. } 3.003.750,-$

69. Kegiatan IH-1  
 Tn = 24 hari  
 Tc = 18 hari  
 Cn = Rp. 4.651.778,-  

$$Cc = 4.651.778 + \left[ \frac{24}{18} \times (25\% \times 4.651.778) \right] - (25\% \times 4.651.778)$$

$$= \text{Rp. } 5.039.430,-$$
70. Kegiatan IH-2  
 Tn = 30 hari  
 Tc = 24 hari  
 Cn = Rp. 5.814.722,-  

$$Cc = 5.814.722 + \left[ \frac{30}{24} \times (25\% \times 5.814.722) \right] - (25\% \times 5.814.722)$$

$$= \text{Rp. } 6.178.145,-$$
71. Kegiatan PHD  
 Tn = 30 hari  
 Tc = 24 hari  
 Cn = Rp. 6.667.000,-  

$$Cc = 6.667.000 + \left[ \frac{30}{24} \times (25\% \times 6.667.000) \right] - (25\% \times 6.667.000)$$

$$= \text{Rp. } 7.083.390,-$$
72. Kegiatan IRA-2  
 Tn = 36 hari  
 Tc = 24 hari  
 Cn = Rp. 4.526.250,-  

$$Cc = 4.526.250 + \left[ \frac{36}{24} \times (25\% \times 4.526.250) \right] - (25\% \times 4.526.250)$$

$$= \text{Rp. } 5.092.935,-$$
73. Kegiatan PSS  
 Tn = 50 hari  
 Tc = 42 hari  
 Cn = Rp. 18.105.000,-  

$$Cc = 18.105.000 + \left[ \frac{50}{42} \times (25\% \times 18.105.000) \right] - (25\% \times 18.105.000)$$

$$= \text{Rp. } 18.967.145,-$$
74. Kegiatan PTS  
 Tn = 60 hari  
 Tc = 48 hari  
 Cn = Rp. 36.157.000,-  

$$Cc = 36.157.000 + \left[ \frac{60}{48} \times (25\% \times 36.157.000) \right] - (25\% \times 36.157.000)$$

$$= \text{Rp. } 38.416.815,-$$

## 75. Kegiatan GS-2

Tn = 42 hari

Tc = 24 hari

$$Cc = 62.650.000 + \left[ \frac{42}{24} \times (25\% \times 62.650.000) \right] + (25\% \times 62.650.000)$$

$$= \text{Rp. } 74.396.875,-$$

, Cn = Rp. 62.650.000,-

## 76. Kegiatan TS

Tn = 24 hari

Tc = 20 hari

$$Cc = 4.860.000 + \left[ \frac{24}{20} \times (25\% \times 4.860.000) \right] + (25\% \times 4.860.000)$$

$$= \text{Rp. } 5.103.000,-$$

, Cn = Rp. 4.860.000,-

## 77. Kegiatan PBB

Tn = 12 hari

Tc = 6 hari

$$Cc = 5.260.000 + \left[ \frac{12}{6} \times (25\% \times 5.260.000) \right] + (25\% \times 5.260.000)$$

$$= \text{Rp. } 6.575.000,-$$

, Cn = Rp. 5.260.000,-

## 78. Kegiatan IDG

Tn = 12 hari

Tc = 8 hari

$$Cc = 4.510.500 + \left[ \frac{12}{8} \times (25\% \times 4.510.500) \right] + (25\% \times 4.510.500)$$

$$= \text{Rp. } 5.074.315,-$$

, Cn = Rp. 4.510.500,-

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	NAMA	NO. MHS.	BID. STUDI
1	TEDDY FEFARDIAN C.	92 310 116	MANKON
2			

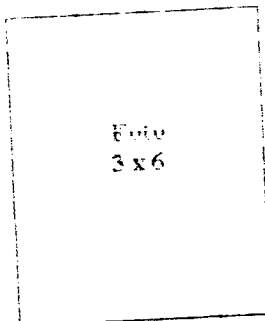
**JUDUL TUGAS AKHIR :**

ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN MODAL KERJA PADA PERUSAHAAN KONTRAKTOR CIHADHI KARYA DI YOGYAKARTA.  
 PERIODE II : DESEMBER - MEI  
 TAHUN : 2000 / 2001

No.	Kegiatan	Bulan ke :					Mei
		Des.	Jan.	Feb.	Marset.	April.	
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang Sidang						
7.	Pendadaran.						

DOSEN PEMBIMBING I  
 DOSEN PEMBIMBING II

DR. IR EDY PURWANTO, CES, DEA  
 IR. FITRI NUGRAHENI, MT


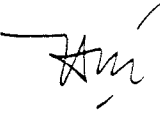



Yogyakarta, 12 Maret 2001  
 An Dekan.  
  
 IR. H. TADJUDDIN BM ARIS, MS

**Catatan :**

Seminar : .....  
 Sidang : .....  
 Pendadaran : .....  
 11 Mei 2001

## CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO.	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
01.	3/05 '01.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lengkapi proposal karya ilmiah teori "GA" dari layout hingga output</li><li>- Buatlah Flow-chart</li></ul>	
02	09/05/01	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tulistah teori yg dipakai saja</li><li>- Tujuan penelitian sbetulkan. Buat perbandingan dg lap. TA yg jadi referensi</li><li>- Siapkan utk seminar</li></ul>	
03	30/05/01	<ul style="list-style-type: none"><li>- dapat dilanjutkan ke dosen pembimbing I dan disiapkan untuk sidang</li></ul>	
04	2/06 '01.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Perbaiki esensi &amp; kerangka</li><li>- Kuasai permasalahan &amp; pemaham</li></ul>	