

**TUGAS AKHIR**

**STUDI OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE  
*TIME COST TRADE OFF* PADA PROYEK KONSTRUKSI  
PEMBANGUNAN JEMBATAN KALI KABUYUTAN**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**Indah Nur Afifah**

**20150110167**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2019**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indah Nur Afifah  
NIM : 20150110167  
Judul : Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time  
Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi Pembangunan  
Jembatan Kali Kabuyutan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 20 Mei 2019

Yang membuat pernyataan

METERAI  
TEMPEL  
88B2FAFF830232013  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH  
Indah Nur Afifah



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Yang utana daru segalanya...

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan kasih sayang mu telah memberiku kekuatan. Atas karunia yang kau berikan akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan kehariban Rasulullah Muhammad SAW.

Kupersembahkan tugas akhir ini kepada semua orang yang sangat aku kasihi dan sayangi.

- Mamah dan Bapak Tercinta

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terimakasih yang tiada terhingga indah persembahkan karya kecil ini untuk mamah dan bapak yang telah memberikan kasih dan sayang, dukungan, motivasi serta doa yang tak terhingga yang tak mungkin dapat ku balas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat mamah dan bapak bahagia, karna ku sadar selama ini belum bisa berbuat yang lebih dari ini.

- Kakak dan Adik Tersayang

Untuk kedua saudaraku mas Habib dan Irfani, tiada yang paling menyenangkan saat kumpul bersama, walaupun kadang sering bertengkar, tapi hal itu selalu memberikan warna yang enggak bisa digantikan dengan apapun. Terimakasih atas dukungannya.

- Ilham Choerul Ihza

Untuk teman sekaligus sahabat, yang paling aku sayangi setelah keluarga ku, yang begitu setia menemani, membantu dengan sepenuh hati dari awal kuliah sampai saat ini. Terimakasih atas perhatian yang selalu diberikan, sesulit apapun keadaan yang aku alami kamu selalu ada untuk mendampingi, memberikan support yang luar biasa. Terimakasih untuk beberapa tahun ini sudah menemani aku dan selalu memberikan yang terbaik.

- Olos Geng

Untuk Fisty Rossana, Ni'matul Maolia, Listya Khoerunnisa, dan Amrizal Marwan Ali, terimakasih udah menjadi sahabat yang sangat baik selama ini,

selalu mendukung dan menyemangati aku ketika aku malas mengerjakan tugas-tugas kuliah, semoga kita semua selalu diberi yang terbaik oleh Alla SWT.

## PRAKATA



*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui Efisiensi Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi dengan Metode Crashing.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Mandiyo Priyo, M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa membimbing dan memberikan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Kedua Orang Tua, kakak dan adik yang selalu memberikan arahan dan mendukung selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Segenap Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Segenap Staff Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Semua teman – teman kelas D Teknik Sipil 2015 yang telah banyak memberikan bantun, dorongan serta motivasi sehingga Tugas Akhr ini dapat terselesaikan.

7. Semua teman – teman Teknik Sipil Angkatan 2015 yang telah memberikan motivasi sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
8. Semua teman – teman Kerja Praktik Apartemen Transit Rancaekek Bandung yang selalu memberikan semangat dan motivasi sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
9. Semua teman – teman KKN Tematik Kelompok 86 yang telah memberikan semangat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
10. Fisty Rossana yang selalu mengingatkan saya untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Gilang Zainal Irfan, Septhia Rahmada Santoso, Rini Setianingsih, yang sudah membantu dalam melancarkan Tugas Akhir ini.
12. Hayya Syah Alam yang sudah menemani saya berjuang bersama dalam mengerjakan Tugas Akhir.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 20 Mei 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xviii
DAFTAR ISTILAH .....	xix
ABSTRAK .....	xx
<i>ABSTRACT</i> .....	xxi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Penelitian Terdahulu tentang Optimasi Waktu dan Biaya .....	4
2.2. Dasar Teori .....	8
2.2.1. Manajemen Proyek.....	8
2.2.2. <i>Network Planning</i> .....	9
2.2.3. Biaya Total Proyek .....	10
2.2.4. Metode Pertukaran Waktu dan Biaya ( <i>Time Cost Trade Off</i> ).....	11
2.2.5. Produktivitas Tenaga Kerja .....	12
2.2.6. Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur) .....	13
2.2.7. Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja .....	14
2.2.8. Biaya Tambahan Pekerja ( <i>Crash Cost</i> ) .....	15
2.2.9. Hubungan Antara Biaya dan Waktu.....	16
2.2.10. <i>Critical Path Method (CPM)</i> .....	17
2.2.11. Biaya Denda .....	17
2.2.12. Program <i>Microsoft Project</i> .....	18

BAB III. METODE PENELITIAN .....	22
3.1. Lokasi Penelitian .....	22
3.2. Tahap Penelitian .....	22
3.3. Tahap Persiapan.....	24
3.4. Tahap Pengumpulan Data .....	24
3.5. Analisa Data.....	24
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	26
4.1. Data Penelitian.....	26
4.2. Daftar Kegiatan Kritis.....	26
4.3. Penerapan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> .....	27
4.3.1. Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur) .....	28
4.3.2. Analisis Kebutuhan Alat Berat dan Tenaga Kerja .....	28
4.3.3. Analisis Biaya Lembur .....	29
4.3.4. Analisis Durasi Percepatan.....	31
4.3.5. Analisis Biaya Percepatan.....	33
4.3.6. Analisis <i>Cost Variance</i> , <i>Cost Slope</i> , dan, <i>Duration Variance</i> .....	43
4.3.7. Analisis Biaya Total Proyek.....	52
4.3.8. Efisiensi waktu dan biaya proyek .....	63
4.3.9. Perbandingan Biaya Denda Akibat Keterlambatan.....	103
4.3.10. Perbandingan Antara Penambahan Jam Kerja Dengan Alat Berat	104
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	110
5.1 Kesimpulan .....	110
5.2 Saran .....	110
DAFTAR PUSTAKA .....	112



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien penurunan produktivitas (Soeharto,1997).....	14
Tabel 4.1 Daftar kegiatan kritis pada kondisi normal.....	26
Tabel 4.2 Perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja .....	29
Tabel 4.3 Biaya Normal, Biaya Lembur Alat Berat dan Tenaga Kerja .....	31
Tabel 4.4 Hasil perhitungan durasi <i>crashing Microsoft Project</i> 2010.....	33
Tabel 4.5 Hasil perhitungan analisis biaya percepatan pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 1 jam .....	42
Tabel 4.6 Hasil perhitungan analisis biaya percepatan pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 2 jam .....	43
Tabel 4.7 Hasil perhitungan analisis biaya percepatan pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 3 jam .....	43
Tabel 4.8 Hasil perhitungan analisis selisih biaya normal dan biaya percepatan pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 1 jam .....	45
Tabel 4.9 Hasil perhitungan analisis selisih biaya normal dan biaya percepatan pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 2 jam .....	45
Tabel 4.10 Hasil perhitungan analisis selisih biaya normal dan biaya percepatan pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 3 jam .....	46
Tabel 4.11 Hasil perhitungan <i>duration variance</i> pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 1 jam .....	46
Tabel 4.12 Hasil perhitungan <i>duration variance</i> pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 2 jam .....	47
Tabel 4.13 Hasil perhitungan <i>duration variance</i> pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 3 jam .....	47
Tabel 4.14 Hasil perhitungan <i>cost slope</i> pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 1 jam.....	48
Tabel 4.15 Hasil perhitungan <i>cost slope</i> pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 2 jam.....	49
Tabel 4.16 Hasil perhitungan <i>cost slope</i> pada <i>Microsoft Project</i> 2010 dengan waktu lembur 3 jam.....	49
Tabel 4.17 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>Cost Slope</i> terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 1 jam .....	50
Tabel 4.18 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>Cost Slope</i> terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 2 jam .....	50
Tabel 4.19 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>Cost Slope</i> terkecil hingga terbesar untuk waktu lembur 3 jam .....	51
Tabel 4.20 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>Cost variance</i> terkecil untuk nilai selisih biaya terhadap waktu lembur 1 jam .....	51
Tabel 4.21 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>Cost variance</i> terkecil untuk nilai selisih biaya terhadap waktu lembur 2 jam .....	52
Tabel 4.22 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>Cost variance</i> terkecil untuk nilai selisih biaya terhadap waktu lembur 3 jam .....	52

Tabel 4.23 Hasil perhitungan biaya tidak langsung untuk waktu lembur selama 1 jam.....	54
Tabel 4.24 Hasil perhitungan biaya tidak langsung untuk waktu lembur selama 2 jam.....	54
Tabel 4.25 Hasil perhitungan biaya tidak langsung untuk waktu lembur selama 3 jam.....	55
Tabel 4.26 Hasil perhitungan biaya langsung untuk waktu lembur selama 1 jam	57
Tabel 4.27 Hasil perhitungan biaya langsung untuk waktu lembur selama 2 jam	58
Tabel 4.28 Hasil perhitungan biaya langsung untuk waktu lembur selama 3 jam	58
Tabel 4.29 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 1 jam .....	61
Tabel 4.30 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 2 jam .....	61
Tabel 4.31 Hasil perhitungan total biaya untuk waktu lembur selama 3 jam .....	62
Tabel 4.32 Perhitungan efisisensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 1 jam .....	65
Tabel 4.33 Perhitungan efisisensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 2 jam .....	65
Tabel 4.34 Perhitungan efisisensi waktu dan biaya terhadap waktu lembur 3 jam .....	66
Tabel 4.35 Perhitungan kebutuhan alat berat dan tenaga kerja .....	67
Tabel 4.36 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan galian tanah (sumuran, abutment, pilar).....	70
Tabel 4.37 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan penulangan beton (pondasi sumuran).....	70
Tabel 4.38 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan bekisting (pondasi sumuran) .....	71
Tabel 4.39 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan penulangan beton (abutment, sayap) .....	71
Tabel 4.40 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan bekisting (abutment) .....	71
Tabel 4.41 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan penulangan beton (pilar).....	71
Tabel 4.42 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan pasang IWF 400.200.8.13.....	72
Tabel 4.43 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan penulangan beton (lantai + tiang sandaran) .....	72
Tabel 4.44 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan bekisting (bangunan atas) .....	72
Tabel 4.45 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan penulangan beton talud.....	72
Tabel 4.46 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan perkerasan beton semen k-175 .....	73
Tabel 4.47 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan lapis pondasi agregat kelas B (bahu jalan).....	73
Tabel 4.48 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan lapis perekat- aspal cair ( <i>track coat</i> ).....	73

Tabel 4.49 Hasil penambahan alat berat dan tenaga kerja pada kegiatan latasir kelas B (SS – B) tebal 1,5 cm (manual) .....	73
Tabel 4.50 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan galian tanah (sumuran, abutment, pilar) .....	80
Tabel 4.51 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan penulangan beton (pondasi sumuran) .....	80
Tabel 4.52 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting (pondasi sumuran) .....	80
Tabel 4.53 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan penulangan beton (abutment, sayap) .....	81
Tabel 4.54 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting (abutment) .....	81
Tabel 4.55 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan penulangan beton (pilar) .....	81
Tabel 4.56 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan pasang IWF 400. 200. 8.13 .....	81
Tabel 4.57 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan penulangan beton (lantai + tiang sandaran) .....	82
Tabel 4.58 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting (bangunan atas) .....	82
Tabel 4.59 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan penulangan beton talud .....	82
Tabel 4.60 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan perkerasan beton semen K-175.....	82
Tabel 4.61 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B (Bahu Jalan) .....	83
Tabel 4.62 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan lapis perekat – aspal cair ( <i>track coat</i> ).....	83
Tabel 4.63 Hasil analisis biaya penambahan alat berat dan tenaga kerja untuk pekerjaan latasir kelas B (SS-B) tebal 1,5 cm (manual) .....	83
Tabel 4.64 Hasil analisa biaya total penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 1 jam.....	84
Tabel 4.65 Hasil analisa biaya total penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 2 jam.....	84
Tabel 4.66 Hasil analisa biaya total penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 3 jam.....	85
Tabel 4.67 Hasil perhitungan <i>duration variance, cost variance, slope variance</i> terhadap durasi waktu setara lembur 1 jam.....	86
Tabel 4.68 Hasil perhitungan <i>duration variance, cost variance, slope variance</i> terhadap durasi waktu setara lembur 2 jam.....	86
Tabel 4.69 Hasil perhitungan <i>duration variance, cost variance, slope variance</i> terhadap durasi waktu setara lembur 3 jam.....	87
Tabel 4.70 Urutan kegiatan pekerjaan berdasarkan nilai <i>Cost Slope</i> terkecil hingga terbesar untuk waktu setara dengan lembur 1 jam.....	87

Tabel 4.71 Urutan kegiatan pekerjaan berdasarkan nilai <i>Cost Slope</i> terkecil hingga terbesar untuk waktu setara dengan lembur 2 jam .....	88
Tabel 4.72 Urutan kegiatan pekerjaan berdasarkan nilai <i>Cost Slope</i> terkecil hingga terbesar untuk waktu setara dengan lembur 3 jam .....	88
Tabel 4.73 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>cost variance</i> terkecil sampai terbesar untuk nilai selisih biaya terhadap waktu setara dengan lembur 1 jam.....	89
Tabel 4.74 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>cost variance</i> terkecil sampai terbesar untuk nilai selisih biaya terhadap waktu setara dengan lembur 2 jam.....	89
Tabel 4.75 Urutan uraian pekerjaan berdasarkan nilai <i>cost variance</i> terkecil sampai terbesar untuk nilai selisih biaya terhadap waktu setara dengan lembur 3 jam.....	90
Tabel 4.76 Hasil perhitungan biaya tidak langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 1 jam.....	91
Tabel 4.77 Hasil perhitungan biaya tidak langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 2 jam.....	92
Tabel 4.78 Hasil perhitungan biaya tidak langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 3 jam.....	92
Tabel 4.79 Hasil perhitungan biaya langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 1 jam.....	95
Tabel 4.80 Hasil perhitungan biaya langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 2 jam.....	95
Tabel 4.81 Hasil perhitungan biaya langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 3 jam.....	96
Tabel 4.82 Hasil perhitungan total biaya penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 1 jam.....	98
Tabel 4.83 Hasil perhitungan total biaya penambahan alat terhadap durasi dari waktu dengan lembur 2 jam .....	99
Tabel 4.84 Hasil perhitungan total biaya penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 3 jam.....	99
Tabel 4.85 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 1 jam.....	102
Tabel 4.86 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 2 jam.....	103
Tabel 4.87 Perhitungan efisiensi waktu dan biaya terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 3 jam.....	103
Tabel 4.88 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan jam kerja (lembur) .....	104
Tabel 4.89 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan alat berat....	104
Tabel 4.90 Biaya total akibat lembur 1 jam .....	106
Tabel 4.91 Biaya total akibat lembur 2 jam .....	107
Tabel 4.92 Biaya total akibat lembur 3 jam .....	107
Tabel 4.93 Perbandingan biaya akibat penambahan jam kerja 1 jam, penambahan alat berat, dan biaya denda .....	108

Tabel 4.94 Perbandingan biaya akibat penambahan jam kerja 2 jam, penambahan alat berat, dan biaya denda .....	108
Tabel 4.95 Perbandingan biaya akibat penambahan jam kerja 3 jam, penambahan alat berat, dan biaya denda .....	109

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik indikasi penurunan produktivitas karena adanya penambahan jam kerja (Soeharto,1997). .....	14
Gambar 2.2 Grafik hubungan waktu - biaya normal dan dipersingkan untuk suatu kegiatan (Soeharto, 1997). .....	16
Gambar 2.3 Grafik hubungan waktu - biaya total, biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya optimal (Soeharto, 1997). .....	17
Gambar 2.4 FS ( <i>Finish to Start</i> ).....	20
Gambar 2.5 SS ( <i>Start to Start</i> ). .....	20
Gambar 2.6 FF ( <i>Finish to Finish</i> ). .....	21
Gambar 2.7 SF ( <i>Start to Finish</i> ). .....	21
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	23
Gambar 4.1 Biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam.....	56
Gambar 4.2 Biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam .....	56
Gambar 4.3 Biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam .....	56
Gambar 4.4 Biaya langsung akibat penambahan jam lembur 1 jam.....	59
Gambar 4.5 Biaya langsung akibat penambahan jam lembur 2 jam.....	59
Gambar 4.6 Biaya langsung akibat penambahan jam lembur 3 jam.....	60
Gambar 4.7 Total biaya akibat penambahan jam lembur 1 jam.....	62
Gambar 4.8 Total biaya akibat penambahan jam lembur 2 jam.....	63
Gambar 4.9 Total biaya akibat penambahan jam lembur 3 jam.....	63
Gambar 4.10 Biaya tidak langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 1 jam.....	93
Gambar 4.11 Biaya tidak langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 2 jam.....	93
Gambar 4.12 Biaya tidak langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 3 jam.....	94
Gambar 4.13 Biaya langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 1 jam .....	96
Gambar 4.14 Biaya langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 2 jam .....	97
Gambar 4.15 Biaya langsung penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 3 jam .....	97
Gambar 4.16 Total biaya penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 1 jam .....	100
Gambar 4.17 Total biaya penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 2 jam .....	100
Gambar 4.18 Total biaya penambahan alat terhadap durasi dari waktu setara dengan lembur 3 jam .....	101
Gambar 4.19 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan jam kerja	105
Gambar 4.20 Perbandingan biaya normal dengan biaya penambahan alat berat	105

Gambar 4.21 Perbandingan antara titik biaya normal dengan biaya penambahan jam lembur dan penambahan alat dan tenaga kerja..... 106

## DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
EET	[-]	Waktu mulai paling cepat ( <i>Earliest Event Time</i> )
LET	[-]	Waktu mulai paling lambat ( <i>Latest Event Time</i> )
$\varepsilon$	[-]	<i>Random error</i>
bn	[Rp/jam]	Biaya normal
Dp	[hari]	Durasi percepatan
pp	[-]	Penurunan produktivitas
Pn	[-]	Penurunan produktivitas norma
jl	[jam/hari]	Jam lembur
jk	[jam/hari]	Jam kerja
Et	[%]	Efisiensi waktu
Ec	[%]	Efisiensi biaya
Brh	[hari]	Biaya <i>resource</i> perhari
Btrh	[hari]	Biaya norma total <i>resource</i> harian
Btr	[-]	Biaya total <i>resource</i>



## DAFTAR ISTILAH

1. Software  
Sekumpulan data –data elektronik yang ada didalam komputer dan tidak dapat disentuh manusia, namun dapat dijalankan atau dioperasikan
2. Microsoft Project  
Suatu program pengolahan lembar kerja yang digunakan dalam suatu manajemen proyek yang berfungsi untuk mencari data dan membuat grafik.
3. Kurva –S  
Suatu grafik yang menghubungkan antara waktu pelaksanaan proyek dengan nilai akumulasi progres pelaksanaan proyek mulai dari awal sampai proyek selesai.
4. Kegiatan kritis  
Suatu kegiatan yang memiliki waktu atau durasi terpanjang dari semua kegiatan yang dimulai dari peristiwa awal sampai peristiwa yang terakhir dalam *activity network diagram*.
5. Analisis  
Penjabaran dari suatu pokok permasalahan berupa penjelasan untuk memperoleh pengertian dan pemahaman yang tepat.
6. *Crashing*  
Suatu metode yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek.