

**TUGAS AKHIR**

**STUDI OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU MENGGUNAKAN  
METODE *TCTO* (*TIME COST TRADE OFF*) PADA PROYEK  
KONSTRUKSI**

**(Studi Kasus: Peningkatan Jalan Beran-Balong Kabupaten Sleman)**



**Disusun oleh:**

**Farida Hidayati Kharrum**

**20160110204**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2020**

**TUGAS AKHIR**

**STUDI OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE  
*TCTO (TIME COST TRADE OFF)* PADA PROYEK  
KONSTRUKSI**

**(Studi Kasus: Peningkatan Jalan Beran-Balong Kabupaten Sleman)**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik  
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Farida Hidayati Kharrum**

**20160110204**

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

**2020**

Judul : Studi Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode  
*Title* *TCTO (Time Cost Trade Off) Pada Proyek Konstruksi*  
*Study Of Cost and Time Optimization Method Using*  
*Time Cost Trade Off Method (TCTO) on Road*  
*Improvement Construction Project*

Mahasiswa : Farida Hidayati Kharrum  
*Student*

Nomor Mahasiswa : 20160110204  
*Student ID.*

Dosen Pembimbing : Ir. Mandiyo Priyo, M.T., IPM.  
*Advisors*

Telah disetujui oleh Tim Penguji :  
*Approved by the Committee on Oral Examination*

Ir. Mandiyo Priyo, M.T., IPM. :   
Ketua Tim Penguji : Yogyakarta, 22 Juli ..... 2020  
*Chair*

Ir. Yoga A. Harsoyo, S.T., M.Eng. :   
Anggota Tim Penguji : Yogyakarta, 22 Juli ..... 2020  
*Member*

Diterima dan disetujui sebagai persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik  
*Accepted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor of*  
*Engineering*

Ketua Program Studi  
*Head of Department*

  
Puji Harsono, ST, MT, Ph.D  
NIK. 19740607201404 123 064

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farida Hidayati Kharrum  
NIM : 20160110204  
Judul : Studi Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode *TCTO*  
(*Time Cost Trade Off*) Pada Proyek Konstruksi

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, 22 Juli ..... 2020

Yang membuat pernyataan



Farida Hidayati Kharrum

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

### **Yang Pertama dari Segalanya**

Rasa syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya memberikanku kekuatan dan membekaliku dengan ilmu yang bermanfaat ini. Atas karunia serta kemudahan yang Allah SWT berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Dan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu memberi syafaat sampai yaumul kiamah nanti.

### **Ku persembahkan karya ini kepada orang yang paling berharga dihidup saya :**

Untuk Ayah dan Ibu saya tersayang Tugas akhir ini saya persembahkan, tiada kata yang bisa menggantikan segala sayang, usaha, semangat dan juga doa yang telah dicurahkan untuk menyelesaikan tugas akhir ini semoga Ayah, Ibu selalu senang melihat saya dan merasa bangga dengan perjuangan saya.

### **Pembimbing Skripsiku**

Bapak Ir. Mandiyo Priyo, M.T., IPM. selaku dosen pembimbing skripsi. Saya ucapkan terima kasih banyak kepada bapak, karena saya telah dibantu selama ini, dinasehati, diajari, saya tidak akan lupa atas bantuan dan kesabaran dari bapak.

### **Keluarga Tercinta**

Untuk Kakek, Om Ento, keponakan saya Rasya, Raina, Aisya, dan Indah serta seluruh keluarga besar saya, terima kasih atas semua dukungannya yang telah membantu saya memberikan semangat serta doa yang pada akhirnya saya dapat menyelesaikan karya ini.

### **Seluruh teman-teman saya**

Saya ucapkan terima kasih atas bantuan, doa, nasehat, hiburan, dan semangat yang kalian berikan selama ini. Semoga keakraban diantara kita tetap selalu terjaga.

## 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 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Efisiensi Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi dengan Metode *Crashing*.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Puji Harsanto, ST, MT, Ph.D selaku ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Mandiyo Priyo, M.T., IPM. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang senantiasa membimbing dan memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ayah, Ibu, keluarga, dan teman-teman baik ku yang selalu memberikan arahan, semangat, doa dan selalu mendukung selama belajar dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Segenap Dosen dan Staff Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, ..... 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
LEMBAR JUDUL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
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 Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Penelitian Terdahulu Tentang Metode <i>Time Cost Trade Off</i> .....	4
2.1.2. Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang .....	6
2.2 Dasar Teori .....	8
2.2.1 Manajemen Proyek Konstruksi .....	8
2.2.2 <i>Software Microsoft Project 2010</i> .....	8
2.2.3 Hukum Pareto.....	9
2.2.4 <i>Network Planning</i> .....	9
2.2.5 Biaya Total Proyek.....	10
2.2.6 Hubungan Antara Biaya dan Waktu .....	11
2.2.7 <i>Critical Path Method (CPM)</i> .....	12
2.2.8 Metode <i>Time Cost Trade Off (TCTO)</i> .....	12

2.2.9	Produktivitas Pekerja .....	13
2.2.10	Penambahan Jam Kerja/Lembur .....	13
2.2.11	Penambahan Tenaga Kerja.....	14
2.2.12	Biaya Tambahan Kerja ( <i>Crash Cost</i> ).....	14
2.2.13	Denda .....	15
BAB III. METODE PENELITIAN.....		16
3.1.	Lokasi Penelitian .....	16
3.2.	Tahap Penelitian .....	16
3.2.1.	Tahap Persiapan .....	17
3.2.2.	Tahapan Pengumpulan Data .....	18
3.2.3.	Analisis Data .....	18
3.3.	Kesimpulan.....	18
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		19
4.1	Data Penelitian.....	19
4.2	Hukum Pareto .....	19
4.3	Daftar Kegiatan Kritis.....	20
4.4	Biaya Lansung dan Tidak Langsung .....	20
4.5	Penerapan Metode <i>Time Cost Trade Off (TCTO)</i> .....	22
4.5.1.	Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur) .....	22
4.5.2.	Penambahan Tenaga Kerja.....	67
4.5.3.	Penambahan Tenaga Kerja.....	92
4.5.4.	Denda Keterlambatan.....	140
4.5.5.	Perbandingan Antara Penambahan Jam Kerja Lembur dan Tenaga Kerja .....	144
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		150
5.1	Kesimpulan.....	150
5.2	Saran .....	152
DAFTAR PUSTAKA .....		xxii
LAMPIRAN.....		xxiv



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1Perbedaan pada penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang .....	6
Tabel 2. 2Koefisien penurunan produktivitas .....	14
Tabel 4. 1Daftar Kegiatan Kritis .....	20
Tabel 4. 2Upah Tenaga Kerja .....	22
Tabel 4. 3Upah Lembur Tenaga Kerja.....	23
Tabel 4. 4Upah Lembur Alat Berat.....	24
Tabel 4. 5Hasil Perhitungan Percepatan Durasi Proyek .....	27
Tabel 4. 6Kebutuhan pekerjaan pemasangan batu dengan mortar.....	42
Tabel 4. 7Harga Kebutuhan pekerjaan Laston Lapis Aus ACWC.....	44
Tabel 4. 8Harga Kebutuhan pekerjaan Laston Lapis Aus ACWC.....	46
Tabel 4. 9Harga Kebutuhan pekerjaan Laston Lapis Aus ACWC.....	47
Tabel 4. 10Hasil perhitungan biaya percepatan pelemburan 1 jam .....	49
Tabel 4. 11Hasil perhitungan biaya percepatan pelemburan 2 jam .....	49
Tabel 4. 12Hasil perhitungan biaya percepatan pelemburan 3 jam .....	50
Tabel 4. 13Hasil perhitungan <i>Cost Variance</i> dengan waktu lembur 1 jam .....	51
Tabel 4. 14Hasil perhitungan <i>Cost Variance</i> dengan waktu lembur 2 jam .....	51
Tabel 4. 15Hasil perhitungan <i>Cost Variance</i> dengan waktu lembur 3 jam .....	51
Tabel 4. 16 <i>Duration variance</i> dengan jam waktu lembur 1 jam .....	52
Tabel 4. 17 <i>Duration variance</i> dengan jam waktu lembur 2 jam .....	52
Tabel 4. 18 <i>Duration variance</i> dengan jam waktu lembur 3 jam .....	52
Tabel 4. 19 <i>Cost Slope</i> jam waktu lembur 1 jam .....	54
Tabel 4. 20 <i>Cost Slope</i> jam waktu lembur 2 jam .....	54
Tabel 4. 21 <i>Cost Slope</i> jam waktu lembur 3 jam .....	55
Tabel 4. 22 <i>Cost Slope</i> dengan waktu lembur 1 jam urutan terkecil ke terbesar ...	55
Tabel 4. 23 <i>Cost Slope</i> dengan waktu lembur 2 jam urutan terkecil ke terbesar ...	55
Tabel 4. 24 <i>Cost Slope</i> dengan waktu lembur 3 jam urutan terkecil ke terbesar ...	56
Tabel 4. 25Hasil perhitungan biaya tidak langsung dengan waktu lembur 1 jam	57
Tabel 4. 26Hasil perhitungan biaya tidak langsung dengan waktu lembur 2 jam	57
Tabel 4. 27Hasil perhitungan biaya tidak langsung dengan waktu lembur 3 jam	58
Tabel 4. 28Hasil perhitungan biaya langsung dengan waktu lembur 1 jam .....	60
Tabel 4. 29Hasil perhitungan biaya langsung dengan waktu lembur 2 jam .....	61
Tabel 4. 30Hasil perhitungan biaya langsung dengan waktu lembur 3 jam .....	61
Tabel 4. 31Hasil perhitungan biaya total dengan waktu lembur 1 jam.....	63
Tabel 4. 32Hasil perhitungan biaya total dengan waktu lembur 2 jam.....	63
Tabel 4. 33Hasil perhitungan biaya total dengan waktu lembur 3 jam.....	64
Tabel 4. 34Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya lembur 1 jam..	66
Tabel 4. 35Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya lembur 2 jam..	67
Tabel 4. 36Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya lembur 3 jam..	67
Tabel 4. 37Kebutuhan tenaga kerja pekerjaan Laston Lapis Aus ACWC.....	68
Tabel 4. 38Biaya hasil penambahan tenaga kerja waktu lembur 1 jam .....	78
Tabel 4. 39Biaya hasil penambahan tenaga kerja waktu lembur 2 jam .....	79

Tabel 4. 40	Biaya hasil penambahan tenaga kerja waktu lembur 3 jam .....	79
Tabel 4. 41	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan .....	81
Tabel 4. 42	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan .....	82
Tabel 4. 43	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan .....	82
Tabel 4. 44	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 1 jam .....	82
Tabel 4. 45	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 2 jam .....	83
Tabel 4. 46	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 3 jam .....	83
Tabel 4. 47	Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 1 jam	85
Tabel 4. 48	Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 2 jam	85
Tabel 4. 49	Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 3 jam	85
Tabel 4. 50	Total biaya untuk waktu lembur 1 jam .....	88
Tabel 4. 51	Total biaya untuk waktu lembur 2 jam .....	88
Tabel 4. 52	Total biaya untuk waktu lembur 3 jam .....	89
Tabel 4. 53	Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	91
Tabel 4. 54	Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	92
Tabel 4. 55	Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	92
Tabel 4. 56	Durasi Percepatan Lembur 1 jam dengan 7% Tenaga kerja .....	94
Tabel 4. 57	Biaya Total Percepatan Lembur 1 jam dengan 7% Tenaga kerja .....	95
Tabel 4. 58	Durasi Percepatan Lembur 1 jam dengan 10% Tenaga kerja .....	95
Tabel 4. 59	Biaya Total Percepatan Lembur 1 jam dengan 10% Tenaga kerja .....	95
Tabel 4. 60	Durasi Percepatan Lembur 1 jam dengan 12% Tenaga kerja .....	96
Tabel 4. 61	Biaya Total Percepatan Lembur 1 jam dengan 12% Tenaga kerja .....	96
Tabel 4. 62	Durasi Percepatan Lembur 1 jam dengan 14% Tenaga kerja .....	97
Tabel 4. 63	Biaya Total Percepatan Lembur 1 jam dengan 14% Tenaga kerja .....	97
Tabel 4. 64	Durasi Percepatan Lembur 2 jam dengan 7% Tenaga kerja .....	97
Tabel 4. 65	Biaya Total Percepatan Lembur 2 jam dengan 7% Tenaga kerja .....	98
Tabel 4. 66	Durasi Percepatan Lembur 2 jam dengan 10% Tenaga kerja .....	98
Tabel 4. 67	Biaya Total Percepatan Lembur 2 jam dengan 10% Tenaga kerja .....	99
Tabel 4. 68	Durasi Percepatan Lembur 2 jam dengan 12% Tenaga kerja .....	99
Tabel 4. 69	Biaya Total Percepatan Lembur 2 jam dengan 12% Tenaga kerja .....	99
Tabel 4. 70	Durasi Percepatan Lembur 2 jam dengan 14% Tenaga kerja .....	100
Tabel 4. 71	Biaya Total Percepatan Lembur 2 jam dengan 14% Tenaga kerja .....	100
Tabel 4. 72	Durasi Percepatan Lembur 3 jam dengan 7% Tenaga kerja .....	101
Tabel 4. 73	Biaya Total Percepatan Lembur 3 jam dengan 7% Tenaga kerja .....	101
Tabel 4. 74	Durasi Percepatan Lembur 3 jam dengan 10% Tenaga kerja .....	101
Tabel 4. 75	Biaya Total Percepatan Lembur 3 jam dengan 10% Tenaga kerja .....	102
Tabel 4. 76	Durasi Percepatan Lembur 3 jam dengan 12% Tenaga kerja .....	102
Tabel 4. 77	Biaya Total Percepatan Lembur 3 jam dengan 12% Tenaga kerja .....	103
Tabel 4. 78	Durasi Percepatan Lembur 3 jam dengan 14% Tenaga kerja .....	103
Tabel 4. 79	Biaya Total Percepatan Lembur 3 jam dengan 14% Tenaga kerja .....	103
Tabel 4. 80	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan .....	105
Tabel 4. 81	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan .....	106

Tabel 4. 82	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan.....	106
Tabel 4. 83	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan.....	106
Tabel 4. 84	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan.....	107
Tabel 4. 85	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan.....	107
Tabel 4. 86	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan.....	107
Tabel 4. 87	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan.....	108
Tabel 4. 88	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan.....	108
Tabel 4. 89	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan.....	108
Tabel 4. 90	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan.....	109
Tabel 4. 91	Hasil <i>Cost variance</i> , <i>Duration variance</i> , <i>Cost slope</i> dengan.....	109
Tabel 4. 92	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 1 jam7% Tenaga Kerja.....	109
Tabel 4. 93	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 1 jam10% Tenaga Kerja.....	110
Tabel 4. 94	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 1 jam12% Tenaga Kerja.....	110
Tabel 4. 95	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 1 jam14% Tenaga Kerja.....	110
Tabel 4. 96	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 2 jam7% Tenaga Kerja.....	111
Tabel 4. 97	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 2 jam7% Tenaga Kerja.....	111
Tabel 4. 98	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 2 jam12% Tenaga Kerja.....	111
Tabel 4. 99	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 2 jam14% Tenaga Kerja.....	112
Tabel 4. 100	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 3 jam7% Tenaga Kerja.....	112
Tabel 4. 101	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 3 jam10% Tenaga Kerja.....	112
Tabel 4. 102	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 3 jam12% Tenaga Kerja.....	113
Tabel 4. 103	Hasil <i>Cost variance</i> dari terkecil - terbesar dengan waktu lembur 3 jam14% Tenaga Kerja.....	113
Tabel 4. 104	Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 1 jam 7% Tenaga Kerja.....	115
Tabel 4. 105	Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 1 jam 10% Tenaga Kerja.....	115
Tabel 4. 106	Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 1 jam 12% Tenaga Kerja.....	116
Tabel 4. 107	Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 1 jam 14% Tenaga Kerja.....	116
Tabel 4. 108	Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 2 jam 7% Tenaga Kerja.....	116

Tabel 4. 109Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 2 jam 10% Tenaga Kerja.....	117
Tabel 4. 110Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 2 jam 12% Tenaga Kerja.....	117
Tabel 4. 111Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 2 jam 14% Tenaga Kerja.....	117
Tabel 4. 112Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 3 jam 7% Tenaga Kerja.....	118
Tabel 4. 113Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 3 jam 10% Tenaga Kerja.....	118
Tabel 4. 114Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 3 jam 12% Tenaga Kerja.....	118
Tabel 4. 115Biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk waktu lembur 3 jam 14% Tenaga Kerja.....	119
Tabel 4. 116Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	133
Tabel 4. 117Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	133
Tabel 4. 118Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	134
Tabel 4. 119Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	134
Tabel 4. 120Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	135
Tabel 4. 121Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	135
Tabel 4. 122Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	136
Tabel 4. 123Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	136
Tabel 4. 124Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	137
Tabel 4. 125Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	137
Tabel 4. 126Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	138
Tabel 4. 127Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya untuk .....	138
Tabel 4. 128Biaya denda untuk waktu lembur 1 jam.....	140
Tabel 4. 129Biaya denda untuk waktu lembur 2 jam.....	141
Tabel 4. 130Biaya denda untuk waktu lembur 3 jam.....	141
Tabel 4. 131Biaya denda untuk waktu lembur 1 jam 7% Tenaga Kerja.....	141
Tabel 4. 132Biaya denda untuk waktu lembur 1 jam 10% Tenaga Kerja.....	142
Tabel 4. 133Biaya denda untuk waktu lembur 1 jam 12% Tenaga Kerja.....	142
Tabel 4. 134Biaya denda untuk waktu lembur 1 jam 14% Tenaga Kerja.....	142
Tabel 4. 135Biaya denda untuk waktu lembur 2 jam 7% Tenaga Kerja.....	142
Tabel 4. 136Biaya denda untuk waktu lembur 2 jam 10% Tenaga Kerja.....	143
Tabel 4. 137Biaya denda untuk waktu lembur 2 jam 12% Tenaga Kerja.....	143
Tabel 4. 138Biaya denda untuk waktu lembur 2 jam 14% Tenaga Kerja.....	143
Tabel 4. 139Biaya denda untuk waktu lembur 3 jam 7% Tenaga Kerja.....	143
Tabel 4. 140Biaya denda untuk waktu lembur 3 jam 10% Tenaga Kerja.....	144
Tabel 4. 141Biaya denda untuk waktu lembur 3 jam 12% Tenaga Kerja.....	144
Tabel 4. 142Biaya denda untuk waktu lembur 3 jam 14% Tenaga Kerja.....	144
Tabel 4. 143Perbandingan antara biaya penambahan jam kerja dan tenaga kerja .....	145
Tabel 4. 144Perbandingan antara biaya penambahan jam kerja dan 7%tenaga kerja .....	145

Tabel 4. 145Perbandingan antara biaya penambahan kerja dan 10%tenaga kerja .....	145
Tabel 4. 146Perbandingan antara biaya penambahan kerja dan 12%tenaga kerja .....	145
Tabel 4. 147Perbandingan antara biaya penambahan kerja dan 14%tenaga kerja .....	145

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan biaya normal dengan waktu yang dipercepat dalam suatu kegiatan (Soeharto, 1997) .....	11
Gambar 2. 2 Indikasi penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja lembur (Soeharto, 1997).....	13
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian .....	17
Gambar 4. 1 Hubungan antara biaya tidak langsung dan durasi pada .....	59
Gambar 4. 2 Hubungan antara biaya tidak langsung dan durasi pada .....	59
Gambar 4. 3 Hubungan antara biaya tidak langsung dan durasi pada .....	59
Gambar 4. 4 Hubungan antara biaya langsung dan durasi pada .....	62
Gambar 4. 5 Hubungan antara biaya langsung dan durasi pada .....	62
Gambar 4. 6 Hubungan antara biaya langsung dan durasi pada .....	62
Gambar 4. 7 Hubungan antara total biaya dengan durasi pada waktu lembur 1 jam .....	64
Gambar 4. 8 Hubungan antara total biaya dengan durasi pada waktu lembur 2 jam .....	65
Gambar 4. 9 Hubungan antara total biaya dengan durasi pada waktu lembur 3 jam .....	65
Gambar 4. 10 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	86
Gambar 4. 11 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	86
Gambar 4. 12 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	86
Gambar 4. 13 Hubungan antara biaya langsung durasi pada waktu lembur 1 jam .	87
Gambar 4. 14 Hubungan antara biaya langsung durasi pada waktu lembur 2 jam	87
Gambar 4. 15 Hubungan antara biaya langsung durasi pada waktu lembur 3 jam	87
Gambar 4. 16 Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	89
Gambar 4. 17 Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	90
Gambar 4. 18 Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	90
Gambar 4. 19 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	119
Gambar 4. 20 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	120
Gambar 4. 21 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	120
Gambar 4. 22 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	120
Gambar 4. 23 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	121
Gambar 4. 24 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	121
Gambar 4. 25 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	121
Gambar 4. 26 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	122
Gambar 4. 27 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	122
Gambar 4. 28 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	122
Gambar 4. 29 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	123
Gambar 4. 30 Hubungan antara biaya tidak langsung dengan durasi pada .....	123
Gambar 4. 31 Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	123
Gambar 4. 32 Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	124

Gambar 4. 33	Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	124
Gambar 4. 34	Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	124
Gambar 4. 35	Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	125
Gambar 4. 36	Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	125
Gambar 4. 37	Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	125
Gambar 4. 38	Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	126
Gambar 4. 39	Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	126
Gambar 4. 40	Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	126
Gambar 4. 41	Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	127
Gambar 4. 42	Hubungan antara biaya langsung dengan durasi pada .....	127
Gambar 4. 43	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	128
Gambar 4. 44	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	128
Gambar 4. 45	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	128
Gambar 4. 46	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	129
Gambar 4. 47	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	129
Gambar 4. 48	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	129
Gambar 4. 49	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	130
Gambar 4. 50	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	130
Gambar 4. 51	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	130
Gambar 4. 52	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	131
Gambar 4. 53	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	131
Gambar 4. 54	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	131
Gambar 4. 55	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	139
Gambar 4. 56	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	139
Gambar 4. 57	Hubungan antara biaya total dengan durasi pada.....	140
Gambar 4. 58	Hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan jam lembur..	146
Gambar 4. 59	Hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan tenaga kerja.	146
Gambar 4. 60	Hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan tenaga kerja dan penambahan waktu lembur .....	146
Gambar 4. 61	Hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan 7% tenaga kerja .....	147
Gambar 4. 62	Grafik hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan 10% tenaga kerja .....	147
Gambar 4. 63	Grafik hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan 12% tenaga kerja .....	147
Gambar 4. 64	Grafik hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan 14% tenaga kerja .....	148
Gambar 4. 65	Grafik hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan 7% tenaga kerja .....	148
Gambar 4. 66	Grafik hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan 10% tenaga kerja .....	148
Gambar 4. 67	Grafik hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan 12% tenaga kerja .....	149
Gambar 4. 68	Grafik hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan 14% tenaga kerja .....	149

Gambar 4. 69 Grafik gabungan hubungan biaya dengan durasi akibat penambahan  
7%,10%,12%,14% tenaga kerja ..... 149



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rekapitulasi Biaya .....	1
Lampiran 2. Daftar Harga Satuan Bahan dan Upah Pekerja.....	xxiv
Lampiran 3. Kurva S .....	xxv

## DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
bn	Rp/jam	Biaya normal tenaga kerja
$A_{elf}$	[-]	<i>Random error</i>
Pp	[-]	Penurunan Produktivitas
Pn	[-]	Produktivitas normal
jk	jam/hari	Jam kerja
jl	jam/hari	Jam lembur
Dp	hari	Durasi percepatan

## DAFTAR ISTILAH

1. Analisis

Penjabaran dari suatu pokok permasalahan berupa penjelasan untuk memperoleh pengertian dan pemahaman yang tepat.

2. *Crashing*

Suatu metode yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek.

3. 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*.

4. Kurva –S

Suatu grafik yang menghubungkan antara waktu pelaksanaan proyek dengan nilai akumulasi progres pelaksanaan proyek mulai dari awal sampai proyek selesai.

5. *Microsoft Project*

Suatu program pengolahan lembar kerja yang digunakan dalam suatu manajemen proyek yang berfungsi untuk mencari data dan membuat grafik.

6. *Software*

Sekumpulan data –data elektronik yang ada didalam komputer dan tidak dapat disentuh manusia, namun dapat dijalankan atau dioperasikan