

TUGAS AKHIR

OPTIMASI KINERJA BIAYA DAN WAKTU MENGGUNAKAN *TIME COST TRADE OFF* DAN *MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING*

(Study Kasus : Infrastruktur Gudang Maximos Cakung Cilincing, Jakarta Timur)

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)



Disusun oleh :

Gandha Karisma
NIM. 41117120103

Dosen Pembimbing :

Retna Kristiana, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

2022

	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	Q
---	--	----------

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Optimasi Kinerja Biaya dan Waktu Menggunakan *Time Cost Trade Off* dan *Mixed Integer Linear Programming*
(Study Kasus : Infrastruktur Gudang Maximos Cakung Cilincing, Jakarta Timur)

Disusun oleh:

Nama : Gandha Karisma
NIM : 41117120103
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS sidang sarjana pada tanggal 17 Februari 2023.

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Penguji



Retna Kristiana, S.T., M.M., M.T.



Reza Ferial Ashadi, S.T., M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gandha Karisma
Nomor Induk Mahasiswa : 41117120103
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 17 Februari 2023
Yang memberikan pernyataan,



UNIVERSITAS Gandha Karisma
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-nya sehingga Tugas Akhir ini dapat ditulis. Tugas Akhir ini merupakan sebagai syarat kelulusan mahasiswa Universitas Mercubuana.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, Penulis memilih bidang Manajemen Konstruksi khususnya bidang infrastruktur yang merupakan salah satu bagian disiplin ilmu teknik sipil. Tugas Akhir ini berjudul : **“Optimasi Kinerja Biaya dan Waktu Menggunakan *Time Cost Trade Off* dan *Mixed Integer Linear Programming* Pada Proyek Infrastruktur Gudang Maximos Cakung, Jakarta Timur ”** sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana Jakarta.

Atas selesainya Tugas Akhir ini, Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. Yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Retna Kristiana ST, MT. selaku dosen pengampu dan pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam Menyusun Tugas Akhir ini.
3. Orang tua dan Istri tercinta yang selalu mendukung dan terus memberikan doa dan motivasi maupun materil.

4. Anak kami El Renka Ciptha Mahadeva yang selalu sebagai motivasi dan penyemangat dalam bekerja keras dan menjalani hidup
5. Teman – teman Mahasiswa Mercubuana Fakultas Teknik Reguler 2. Dan lainnya yang tidak mungkin Namanya disebut satu persatu

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, Penulis telah berusaha dengan segala daya dan upaya, namun penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan, kemampuan, pengalaman dan waktu sehingga Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dengan segenap hati dan sikap terbuka penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Jakarta Februari 2023

Gandha Karisma



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

Halaman	
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi Masalah.....	I-6
I.3 Rumusan Masalah.....	I-6
I.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	I-7
I.5 Manfaat Penelitian	I-7
I.6 Pembatasan Ruang Lingkup Masalah.....	I-8
I.7 Sistematika Penulisan	I-9
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	II- 1
2.1 Pengertian Proyek	II-1

2.2	Manajemen Proyek	II-1
2.3	Biaya Proyek.....	II-2
2.4	Waktu Proyek	II-3
2.4.1	Jaringan Kerja / <i>Network Planning</i>	II-4
2.4.1.1	<i>Activity On Arrow (AOA)</i>	II-5
2.4.1.2	<i>Activity On Node (AON)</i>	II-9
2.4.2	<i>Software Microsoft Project</i>	II-10
2.5	Percepatan Proyek/ <i>Crashing</i>	II-11
2.6	Metode <i>Time Cost Trade Off</i>	II-11
2.6.1	Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur).....	II-12
2.6.2	Penambahan Tenaga Kerja	II-13
2.6.3	<i>Crash Duration</i>	II-14
2.6.4	<i>Crash Cost</i>	II-14
2.7	Metode <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	II-15
2.7.1	Analisis Program Linier	II-15
2.7.2	<i>Integer Programming</i>	II-16
2.7.3	<i>Mixed Integer Linear Programming</i>	II-16
2.8	Penelitian Terdahulu	II-17
2.9	<i>Research Gap</i>	II-30
2.10	Kerangka Berfikir	II-46
BAB III.METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Diagram Alur Penelitian	III-1

3.1.1	Mulai	III-2
3.1.2	Latar Belakang	III-2
3.1.3	Identifikasi Masalah	III-2
3.1.4	Tinjauan Pustaka.....	III-2
3.1.5	Pengumpulan Data	III-3
3.1.6	Analisis Data.....	III-3
3.1.7	Hasil dan Pembahasan	III-9
3.1.8	Validasi Pakar	III-9
3.1.9	Kesimpulan dan Saran	III-10
3.1.10	Selesai	III-10
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		IV-1
4.1	Pendahuluan	IV-1
4.2	<i>Critical Path Method (CPM)</i>	IV-2
4.2.1	<i>Work Breakdown Structure (WBS)</i>	IV-2
4.2.2	Durasi Kegiatan Proyek.....	IV-3
4.2.3	Hubungan Antar Kegiatan Proyek Infrastruktur Gudang Maximos Cakung Cilincing, Jakarta Timur	IV-3
4.2.4	Perhitungan Maju dan Mundur pada CPM.....	IV-6
4.2.5	<i>Network Planning</i> dan Lintasan Kritis dengan <i>Software Microsoft Project 2019</i>	IV-11
4.2.5.1	Lintasan Kritis (<i>Critical Path Method</i>).....	IV-13
4.3	<i>Mixed Integer Linear Programming</i>	IV-16

4.3.1	Alat Berat	IV-16
4.3.2	Biaya Operasional Alat Berat	IV-17
4.3.3	Produktivitas Alat Berat	IV-18
4.3.4	RAB Sisa Pekerjaan dalam Lintasan Kritis	IV-20
4.3.5	Pembuatan Pemodelan Matematis	IV-20
4.3.5.1	Penentuan Fungsi Variabel	IV-21
4.3.5.2	Pemntuan Fungsi Tujuan	IV-21
4.3.5.3	Penentuan Fungsi Kendala	IV-24
4.3.6	<i>Software POM/ QM for Windows</i>	IV-34
4.3.6.1	Hasil Optimum X_n Pada Item Pekerjaan Timbunan Sirtu	IV-38
4.3.6.2	Hasil Optimum X_n Pada Item Pekerjaan <i>Sub Base Course</i>	IV-40
4.3.6.3	Hasil Optimum X_n Pada Item Pekerjaan <i>Base Course</i>	IV-42
4.3.6.4	Hasil Optimum X_n Pada Item Pekerjaan Sirtu Semen	IV-44
4.3.7	Hasil Optimasi dan Analisis	IV-46
4.4	<i>Time Cost Trade Off</i>	IV-50
4.4.1	Durasi Percepatan/ <i>Crash Duration</i>	IV-50
4.4.2	Biaya Total Proyek Pada <i>Normal Duration</i>	IV-54
4.4.3	Biaya Penggunaan Alat Berat dengan Operator Sementara	IV-56
4.4.4	Biaya Total Percepatam/ <i>Total Crash Cost</i>	IV-58
4.4.4.1	Biaya Langsung <i>Crashing</i>	IV-59
4.4.4.2	Biaya Tidak Langsung Setelah <i>Crashing</i>	IV-59
4.4.4.3	Biaya Total proyek Setelah <i>Crashung</i>	IV-60

4.4.5	<i>Cost Slope</i>	IV-60
4.4.6	<i>Efisiensi Time (ET)</i>	IV-61
4.4.7	<i>Efisiensi Cost (EC)</i>	IV-61
4.5	Validasi Pakar	IV-67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA		PUSTAKA-1
LAMPIRAN.....		LAMPIRAN-1



DAFTAR GAMBAR

Halaman	
Gambar 1.1 Lokasi Proyek Infrastruktur Gudang Maximos.....	I-2
Gambar 1.2 Alat Berat dan Material Gudang Mengganggu Lahan Kerja	I-2
Gambar 1.3 Laporan Cuaca	I-3
Gambar 1.4 Area Lahan Basah	I-3
Gambar 1.5 Daftar Alat Berat	I-4
Gambar 1.6 Kurva S	I-5
Gambar 2.1 Grafik Waktu dan Biaya	II-3
Gambar 2.2 <i>Network Planning</i>	II-5
Gambar 2.3 <i>Network Diagram AOA</i>	II-5
Gambar 2.4 Perbandingan PERT dengan CPM	II-8
Gambar 2.5 <i>Activity On Node</i>	II-9
Gambar 2.6 Menghitung ES dan EF PDM	II-10
Gambar 2.7 Kerangka Berfikir	II-46
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	III-1
Gambar 4.1 <i>Work Breakdown Structure</i>	IV-2
Gambar 4.2 <i>Bar Chart</i> Rencana Pelaksanaan Sisa Pekerjaan	IV-3
Gambar 4.3 <i>Lead</i> Pekerjaan	IV-5
Gambar 4.4 <i>Bar Chart</i> Rencana Pelaksanaan Sisa Pekerjaan	IV-12
Gambar 4.5 <i>Network Planing</i> dan <i>Predecessor</i>	IV-13

Gambar 4.6 Lintasan Kritis <i>Ms. Project</i> 2019	IV-14
Gambar 4.7 <i>Network Diagram CPM Ms. Project</i> 2019	IV-14
Gambar 4.8 Layar Jendela <i>POM/ QM for Windows</i>	IV-34
Gambar 4.9 Langkah Memilih <i>Module POM/ QM for Windows</i>	IV-35
Gambar 4.10 Layar Jendela <i>Data Set POM/ QM for Windows</i>	IV-35
Gambar 4.11 <i>Create Data Set POM/ QM for Windows</i>	IV-36
Gambar 4.12 Lembar Input Data	IV-36
Gambar 4.13 Hasil Input Data	IV-37
Gambar 4.14 Hasil Solusi Optimum <i>POM/ QM for Windows</i>	IV-37
Gambar 4.15 Input Data <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	IV-39
Gambar 4.16 Hasil <i>Output Optimum X_n</i>	IV-39
Gambar 4.17 Input Data <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	IV-41
Gambar 4.18 Hasil <i>Output Optimum X_n</i>	IV-42
Gambar 4.19 Input Data <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	IV-43
Gambar 4.20 Hasil <i>Output Optimum X_n</i>	IV-44
Gambar 4.21 Input Data <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	IV-45
Gambar 4.22 Hasil <i>Output Optimum X_n</i>	IV-46
Gambar 4.23 Grafik Analisa <i>Time Cost Trade Off</i>	IV-66

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	II-17
Tabel 2.2 <i>Research Gap</i>	II-30
Tabel 4.1 Hubungan Antar Kegiatan	IV-4
Tabel 4.2 Perhitungan Maju Mundur CPM	IV-9
Tabel 4.3 Item Pekerjaan Lintasan Kritis	IV-10
Tabel 4.4 Item Pekerjaan dalam Lintasan Kritis	IV-15
Tabel 4.5 Daftar Alat Berat	IV-17
Tabel 4.6 Biaya Operasional Alat Berat	IV-17
Tabel 4.7 Rekap Data Biaya Operasional Alat Berat	IV-18
Tabel 4.8 Produktivitas Alat Berat	IV-19
Tabel 4.9 RAB Sisa Pekerjaan dalam Lintasan Kritis	IV-20
Tabel 4.10 Fungsi Kendala Volume	IV-31
Tabel 4.11 Hasil Optimasi dan Analisis Jumlah Jam Kerja Alat	IV-47
Tabel 4.12 <i>Crash Duration</i>	IV-51
Tabel 4.13 RAB Proyek	IV-55
Tabel 4.14 Penambahan Jam Kerja Alat Berat dengan Operator Sementara	IV-62
Tabel 4.15 Rekapitulasi Optimasi Kinerja Waktu dengan <i>Time Cost Trade Off</i> .	IV-63
Tabel 4.16 Biaya Jam Kerja Alat Berat dengan Operator Sementara	IV-63
Tabel 4.17 Rekapitulasi Optimasi Kinerja Biaya dengan <i>Time Cost Trade Off</i> ...	IV-63
Tabel 4.18 Titik Koordinat Biaya Total Proyek	IV-64

Tabel 4.19 Nilai Y (Biaya Total Proyek).....	IV-65
Tabel 4.20 Optimasi Kinerja Waktu	IV-67
Tabel 4.21 Optimasi Kinerja Biaya	IV-68
Tabel 4.22 Tindak Lanjut Terkait Kualitas dari Hasil Kerja Operator Sementara	IV-69



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Lokasi Proyek Infrastruktur Gudang Maximos.....	LAMPIRAN-1
Lampiran 2 Foto peralatan dan material kontraktor lain	LAMPIRAN-2
Lampiran 3 Laporan Cuaca	LAMPIRAN-3
Lampiran 4 Foto Proyek Akibat Faktor Cuaca	LAMPIRAN-4
Lampiran 5 Daftar Alat Berat	LAMPIRAN-5
Lampiran 6 Kurva S.....	LAMPIRAN-6
Lampiran 7. <i>Work Breakdown Structure</i>	LAMPIRAN-9
Lampiran 8 <i>Bar Chart</i> Rencana Pelaksanaan Sisa Pekerjaan	LAMPIRAN-12
Lampiran 9. Hubungan Antar Kegiatan	LAMPIRAN-15
Lampiran 10. <i>Lead</i> Pekerjaan	LAMPIRAN -20
Lampiran 11. Perhitungan Maju Mundur CPM	LAMPIRAN -21
Lampiran 12. <i>Network Planning & Predecessor</i>	LAMPIRAN -27
Lampiran 13. Lintasan Kritis <i>Ms. Project 2019</i>	LAMPIRAN -30
Lampiran 14. <i>Network Diagram CPM Ms. Project 2019</i>	LAMPIRAN -35
Lampiran 15 Biaya Operasional Alat Berat	LAMPIRAN -40
Lampiran 16 Input Data <i>Mixed Integer Linear Programming</i>	LAMPIRAN -42
Lampiran 17 Hasil <i>Output Optimum X_n</i>	LAMPIRAN -46
Lampiran 18 RAB Proyek	LAMPIRAN -50
Lampiran 19 Validasi Pakar	LAMPIRAN -51
Lampiran 20 Lembar Asistensi	LAMPIRAN -79