

**OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TIMBUNAN ZONA 1 (CLAY) DALAM PEMBANGUNAN
BENDUNGAN AMERORO KABUPATEN KONAWE SULAWESI TENGGARA**

TUGAS AKHIR

*Disusun Dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik S-1 Institut Teknologi Nasional Malang*



Disusun Oleh:

ANDIKA LUDY SETIAWAN

1821183

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MALANG 2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TIMBUNAN ZONA 1 (CLAY) DALAM PEMBANGUNAN
BENDUNGAN AMERORO KABUPATEN KONAWE SULAWESI TENGGARA**

Disusun Oleh:

ANDIKA LUDY SETIAWAN

1821183

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

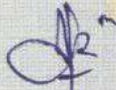
Pada Tanggal 5 Februari 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

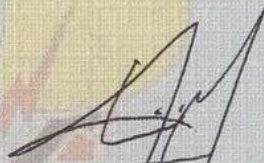
Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT.

NIP. Y. 1030800419



Vega Aditama, ST., MT.

NIP. P. 4031900559

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimison P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 1030300383

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TIMBUNAN ZONA 1 (CLAY) DALAM PEMBANGUNAN
BENDUNGAN AMERORO KABUPATEN KONAWA SULAWESI TENGGARA**

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 5 Februari 2024 Dan Diterima Untuk
Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)
Teknik Sipil.

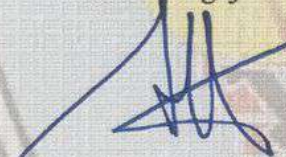
Disusun Oleh:

ANDIKA LUDY SETIAWAN

1821183

Dosen Penguji

Dosen Penguji I

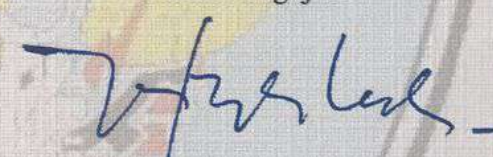


Maranatha Wijavaningtyas, ST.,

MMT., PhD.

NIP. P. 1031500523

Dosen Penguji II



Nenny Rootrianawaty, S.T., M.T.

NIP. P. 1031700533

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi

Teknik Sipil S-1

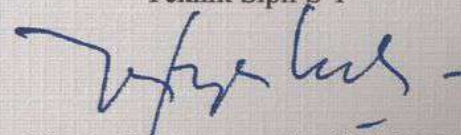


Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1



Nenny Rootrianawaty, S.T., M.T.

NIP. P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andika Ludy Setiawan

NIM : 1821183

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TIMBUNAN ZONA 1 (CLAY) DALAM PEMBANGUNAN
BENDUNGAN AMERORO KABUPATEN KONAWE SULAWESI TENGGARA”**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 21 Februari 2024

Yang membuat pernyataan



Andika Ludy Setiawan
1821183

ABSTRACT

OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TIMBUNAN ZONA 1 (CLAY) DALAM PEMBANGUNAN BENDUNGAN AMERORO KABUPATEN KONAWE SULAWESI TENGGARA

Andika Ludy Setiawan¹, Lila Ayu Ratna winanda², Vega Aditama³

¹²³⁾ *Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang*

Email: andikaa.ludy@gmail.com

Often the transportation of heap material mixed with plant roots and tree branches in the process of Zone 1 (Clay) Landfill Work in the Ameroro Dam construction project causes time delays and cost overruns in the construction process. Similarly, in moving land with a large enough volume which of course requires heavy equipment assistance, in this case the problem that is often faced is how to determine the number of tools, the composition of the tools and the operating time of the tools to be used, so that the cost of expenditure on the construction of the Ameroro Dam can be optimal according to the available time. This research was conducted by direct observation in the field and interviews with related parties. Analysis was carried out from the data obtained to obtain optimal results for zone 1 stockpile work, namely a backfill of 355354.21 m³ with the results of alternative analysis of combination II with heavy equipment productivity Kobelco SK - 200 Excavator which is 127.06 m³/ hour, Hino FM 280 JD ABS Dump Truck which is 17.89 m³/ hour, Komatsu D68ESS Bulldozer which is 89.61 m³/ hour, Sheepfoot Roller CAT CS10 GC is 102.59 m³/ hour, and Mitsubishi FE 73 HD Water Tank Truck is 128.57 m³/ hour. The required time is 223 working days at a cost of Rp. 33,843,178,969.

Keywords: *Dam, Heavy Equipment, Optimization.*

ABSTRAK

OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TIMBUNAN ZONA 1 (*CLAY*) DALAM PEMBANGUNAN BENDUNGAN AMERORO KABUPATEN KONAWE SULAWESI TENGGARA

Andika Ludy Setiawan¹, Lila Ayu Ratna winanda², Vega Aditama³

^{1,2,3}) Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang

Email: andikaa.ludy@gmail.com

Sering kali terangkutnya material timbunan yang bercampur dengan akar – akar tumbuhan dan ranting – ranting pohon dalam proses Pekerjaan Timbunan Zona 1 (*Clay*) pada proyek pembangunan Bendungan Ameroro ini menyebabkan keterlambatan waktu dan pembengkakan biaya dalam proses kontruksinya. Begitu pula dalam pemindahan tanah dengan volume yang cukup besar yang tentunya dibutuhkan bantuan alat berat, dalam hal ini masalah yang sering dihadapi adalah bagaimana menentukan jumlah alat, komposisi alat dan waktu operasi alat yang akan digunakan, sehingga biaya pengeluaran pada Pembangunan Bendungan Ameroro tersebut dapat optimal sesuai dengan waktu yang tersedia. Penelitian ini dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan dan wawancara dengan pihak- pihak terkait. Dilakukan analisis dari data yang diperoleh untuk mendapatkan hasil yang optimal untuk pekerjaan timbunan zona 1 yaitu timbunan sebesar 355354,21 m³ dengan hasil analisis alternatif kombinasi II dengan produktivitas alat berat *Excavator* Kobelco SK – 200 yaitu 127,06 m³/ jam, *Dump Truck* Hino FM 280 JD ABS yaitu 17,89 m³/ jam, *Bulldozer* Komatsu D68ESS yaitu 89,61 m³/ jam, *Sheepfoot Roller* CAT CS10 GC yaitu 102,59 m³/ jam, dan *Water Tank Truck* Mitsubishi FE 73 HD yaitu 128,57 m³/ jam. Waktu yang dibutuhkan yaitu 223 hari kerja dengan biaya sebesar Rp. 33.843.178.969.

Kata kunci: alat berat, bendungan, optimasi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan karunia, rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyusun Tugas Akhir ini yang berjudul “*OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TIMBUNAN ZONA 1 (CLAY) DALAM PEMBANGUNAN BENDUNGAN AMERORO KABUPATEN KONAWE SULAWESI TENGGARA*” ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan serta saran-saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis tak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Nenny Roostrianawaty, ST., MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT selaku dosen pembimbing I yang telah membantu dan membimbing dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Vega Aditama, ST., MT selaku dosen pembimbing II yang telah membantu dan membimbing dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.
5. Kedua Orang Tua yang sudah memberikan segalanya dalam penyusunan ini.
6. Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik dari para pembaca sekalian, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Februari, 2024

Andika Ludy Setiawan

1821183

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
TABEL NOTASI.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Manfaat.....	4
BA B II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu	7
2.3. Bendungan.....	8
2.4. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Timbunan Zona 1 (<i>Clay</i>)	10
2.5. Sifat-Sifat Tanah.....	12
2.6. Perhitungan Volume.....	15
2.7. Pengertian Alat Berat	15
2.8. Jenis Alat Berat dan Fungsinya	16
2.8.1. Alat Untuk Pengolahan Lahan	16
2.8.2. Alat Untuk Menggali.....	17

2.8.3.	Alat Untuk Pemindahan Material	17
2.8.4.	Alat Untuk Pemasukan	18
2.8.5.	Alat Untuk Mengangkut.....	18
2.8.6.	Alat Pemrosesan Material	19
2.8.7.	Alat Penempatan Akhir Material	19
2.9.	Produktivitas Alat Berat	20
2.9.1.	<i>Excavator</i>	20
2.9.2.	<i>Bulldozer</i>	22
2.9.3.	<i>Dump Truck</i>	25
2.9.4.	<i>Sheepfoot Roller</i>	27
2.9.5.	<i>Water Tank Truck</i>	28
2.10.	Biaya Kepemilikan Alat.....	29
2.10.1.	Biaya Pasti per jam.....	29
2.10.2.	Biaya Operasional	31
2.11.	Jumlah Kebutuhan Alat Berat.....	33
2.12.	Waktu Pelaksanaan Alat Berat	34
2.13.	Optimasi Penjadwalan	34
BAB III	.....	36
METODOLOGI PENELITIAN	.....	36
3.1.	Deskripsi Daerah Studi.....	36
3.1.1.	Peta Lokasi	36
3.1.2.	<i>Lay Out (Site Plan)</i>	37
3.1.3.	Data Teknis	37
3.2.	Metode Penelitian.....	38
3.3.	Jenis Data	38
3.4.	Instrumen Penelitian.....	39
3.5.	Sumber Data	41
3.6.	Metodologi Analisis Data.....	41
3.7.	Diagram alir pembahasan.....	44
BAB IV	.....	45
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	.....	45

4.1.	Tinjauan Umum.....	45
4.1.1.	Data Lay Out.....	45
4.1.2.	Data Gambar Rencana.....	46
4.1.3.	Data Kurva S Penjadwalan Proyek	46
4.1.4.	Spesifikasi Alat Berat Yang Digunakan	47
4.1.5.	Fungsi Alat.....	48
4.2.	Data Lapangan.....	48
4.2.1.	Kondisi Lapangan	48
4.2.2.	Jam Kerja Alat.....	50
4.2.3.	Jarak	50
4.2.4.	Waktu Siklus	52
4.3.	Analisis Volume Pekerjaan Timbunan Zona 1 (<i>Clay</i>)	54
4.4.	Analisis Produktivitas Alat Berat	56
4.4.1.	<i>Excavator</i>	56
4.4.2.	<i>Dump Truck</i>	57
4.4.3.	<i>Bulldozer</i>	58
4.4.4.	<i>Sheepfoot Roller</i>	59
4.4.5.	<i>Water Tank Truck</i>	60
4.4.6.	Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat.....	60
4.5.	Analisis Jumlah Kebutuhan Alat Berat	61
4.5.1.	Jumlah Alat Berat Kondisi Eksisting	61
4.5.2.	Jumlah Alat Berat Alternatif Kombinasi I	62
4.5.3.	Jumlah Alat Berat Alternatif Kombinasi II.....	64
4.5.4.	Jumlah Alat Berat Alternatif Kombinasi III.....	66
4.6.	Analisis Waktu Pelaksanaan Alat Berat.....	68
4.6.1.	Waktu Pelaksanaan Kondisi Eksisting.....	68
4.6.2.	Waktu Pelaksanaan Alternatif Kombinasi I.....	70
4.6.3.	Waktu Pelaksanaan Alternatif Kombinasi II.....	72
4.6.4.	Waktu Pelaksanaan Alternatif Kombinasi III	75
4.6.5.	Penjadwalan Alat Berat.....	77
4.7.	Analisis Biaya Alat Berat.....	78

4.7.1.	Biaya Pasti Per Jam Alat Berat	78
4.7.2.	Biaya Operasional Alat Berat	84
4.7.3.	Rekapitulasi Biaya Alat Berat.....	94
4.7.4.	Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Kondisi Eksisting.....	95
4.7.5.	Biaya Penggunaan Alat Berat Alternatif Kombinasi I.....	98
4.7.6.	Biaya Penggunaan Alat Berat Alternatif Kombinasi II.....	101
4.7.7.	Biaya Penggunaan Alat Berat Alternatif Kombinasi III	104
4.8.	Alternatif Optimasi Alat Berat	107
BAB V	.....	110
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	110
5.1.	Kesimpulan.....	110
5.2.	Saran.....	110
DAFTAR PUSTAKA	.....	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.3 Faktor Konversi Volume Tanah/ Material	14
Tabel 2.4 Faktor <i>Bucket (Bucket Fill Factor)</i> (F_b) Untuk <i>Excavator Backhoe</i> ...	21
Tabel 2.6 Faktor Efisiensi Untuk Alat <i>Excavator</i> (F_a)	22
Tabel 2.7 Faktor Efisiensi Alat <i>Bulldozer</i> (F_a)	24
Tabel 2.8 Faktor Pisau <i>Bulldozer</i> (<i>Blade Fill Factor</i> , F_b)	25
Tabel 2.9 Faktor Efisiensi Alat (F_a) <i>Dump Truck</i>	27
Tabel 2.12 Faktor Efisiensi Alat <i>Sheepfoot Roller</i> (F_a)	28
Tabel 2.14 Faktor Efisiensi <i>Water Tank Truk</i> (F_a)	29
Tabel 4.1 Action Plan Pekerjaan Timbunan Zona 1 (<i>Clay</i>) Tahun 2023	47
Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Yang Digunakan	47
Tabel 4.3 Pemilihan Tipe Dan Jenis Alat Yang Digunakan	47
Tabel 4.4 Fungsi Alat Pada Lokasi Pekerjaan	48
Tabel 4.5 Faktor Efisiensi Alat (F_a)	49
Tabel 4.6 Faktor Konversi Material	49
Tabel 4.7 Faktor <i>Bucket</i> (F_b)	50
Tabel 4.8 Faktor Pisau <i>Bulldozer</i> (F_b)	50
Tabel 4.9 Jam Kerja Alat Pada Lokasi Pekerjaan	50
Tabel 4.10 Jarak Lintasan <i>Dump Truck</i>	51
Tabel 4.11 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Di <i>Borrow Area</i>	52
Tabel 4.12 Waktu Siklus Tempuh Kosong Dan Waktu Muat	52
Tabel 4.13 Waktu Siklus Bermuatan Dan Waktu Bongkar	53
Tabel 4.14 Rekapitulasi Volume Timbunan Zona 1 (<i>Clay</i>)	56
Tabel 4.15 Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat	60
Tabel 4.16 Jumlah Alat Berat Kondisi Eksisting	62
Tabel 4.17 Jumlah Alat Berat Alternatif Kombinasi I	64
Tabel 4.18 Jumlah Alat Berat Alternatif Kombinasi II	66
Tabel 4.19 Jumlah Alat Berat Alternatif Kombinasi III	67
Tabel 4.20 Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan Alat Berat Kondisi Eksisting	69
Tabel 4.21 Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan Alat Berat Alternatif Kombinasi I ..	71
Tabel 4.22 Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan Alat Berat Alternatif Kombinasi II ..	74
Tabel 4.23 Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan Alat Berat Alternatif Kombinasi III ..	76
Tabel 4.24 Jenis Dan Harga Alat Berat	79
Tabel 4.27 Rekapitulasi Biaya Alat Berat	95
Tabel 4.28 Rekapitulasi Biaya Alat Berat Pada Kondisi Eksisting	97
Tabel 4.29 Rekapitulasi Biaya Alat Berat Pada Alternatif Kombinasi I	100

Tabel 4.30 Rekapitulasi Biaya Alat Berat Pada Alternatif Kombinasi II.....	103
Tabel 4.31 Rekapitulasi Biaya Alat Berat Pada Alternatif Kombinasi III	106
Tabel 4.32 Penjadwalan Pekerjaan Timbunan Zona 1 (<i>Clay</i>).....	107

TABEL NOTASI

A	= Tanah asli
B	= Tanah gembur (<i>loose</i>)
C	= Tanah padat (<i>compact</i>)
V	= Volume tanah (m ³)
A	= Luas permukaan tanah (m ²)
T	= Ketebalan galian maupun timbunan (m)
Q ₁	= Kapasitas produksi <i>excavator</i> (m ³ / jam)
V	= Kapasitas <i>bucket</i> (m ³)
F _b	= <i>Factor bucket</i>
F _a	= <i>Factor</i> efisiensi alat
F _k	= Faktor Pengembangan tanah
T _s	= Waktu siklus standar
60	= Perkalian 1 jam ke menit
Q ₂	= Kapasitas produksi <i>bulldozer</i> untuk mengupas (m ³ / jam)
Q	= Kapasitas per siklus (m ³)
F _{k1}	= Faktor tanah lepas
T _b	= Tinggi pisau (m)
L _b	= Lebar pisau (m)
F _b	= Faktor pisau atau <i>blade factor</i>
T _s	= Waktu siklus (menit)
F	= Kecepatan mendorong/ mengupas (km/ jam)
R	= Kecepatan mundur Kembali (km/ jam)
Q ₃	= Kapasitas produksi <i>bulldozer</i> untuk menghampar (m ³ / jam)
Q ₄	= Kapasitas produksi <i>dump truck</i> (m ³ / jam)
V	= Kapasitas bak (m ³)
F _a	= Faktor efisiensi alat
T _s	= Waktu siklus.
T ₁	= Waktu tempuh isi (menit)

T2	= Waktu tempuh kosong (menit)
T3	= Waktu muat (menit)
T4	= Lain – lain (menit)
L	= Jarak angkut (km)
V ₁	= Kecepatan rata-rata bermuatan (km/ jam)
V ₂	= Kecepatan rata-rata kosong (km/jam)
Q ₆	= Kapasitas produksi <i>water tank truck</i> (m ³ / jam)
V	= Volume tangki air (m ³)
F _a	= Faktor efisiensi alat lihat
A	= Umur ekonomis alat (tahun)
i	= Tingkat suku bunga pinjaman investasi (% per tahun)
B	= Harga pokok alat (rupiah)
C	= Nilai sisa alat (%)
W	= Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun (jam)
F	= Biaya asuransi, pajak, dan lain-lain
Ins	= Asuransi dan pajak (%)
H	= Biaya bahan bakar per jam
C _h	= Koefisien bahan bakar
P _w	= Kapasitas tenaga mesin (HP, <i>Horse Power</i>)
M _s	= Harga solar (rupiah/ liter)
I	= Minyak pelumas yang dipakai dalam 1 jam (liter/jam)
C _p	= Koefisien pelumas
M _p	= Harga minyak pelumas
J	= Biaya pemeliharaan/ perawatan rutin (rupiah)
C _m	= Koefisien bengkel
K	= Biaya perbaikan (rupiah)
C _r	= Koefisien perbaikan
L	= Operator
M	= Pembantu operator