

SKRIPSI

OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PENGGALIAN TANAH MENGGUNAKAN METODE PROGRAMMA LINEAR INTEGER



EDUARDUS ALBERT WINARTO

NPM : 2012410203

PEMBIMBING : Zulkifli Bachtiar Sitompul, Ir., MSIE.

KO-PEMBIMBING : Adrian Firdaus, ST., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNI 2017

SKRIPSI

OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PENGGALIAN TANAH MENGGUNAKAN METODE PROGRAM LINEAR INTEGER



EDUARDUS ALBERT WINARTO

NPM : 2012410203

BANDUNG, 20 JUNI 2017

PEMBIMBING

KO-PEMBIMBING



Zulkifli B. Sitompul, Ir., MSIE.

Adrian Firdaus, ST., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Eduardus Albert Winarto

NPM : 2012410203

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: Optimasi Biaya dan Waktu Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalian Tanah Menggunakan Metode Program Linear Integer adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Juni 2017



Eduardus Albert Winarto

2012410203

**OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT
BERAT PADA PEKERJAAN PENGGALIAN TANAH
MENGUNAKAN METODE PROGRAM LINEAR INTEGER**

Eduardus Albert Winarto

NPM : 2012410203

Pembimbing : Zulkifli Bachtiar Sitompul, Ir., MSIE.

Ko-Pembimbing : Adrian Firdaus, ST., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor:227/SK/Ban-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNI 2017

ABSTRAK

Penggunaan alat berat pada proyek konstruksi sangat membantu dalam berbagai hal, antara lain: mempermudah pekerjaan yang ada; dan juga mempercepat waktu pekerjaan. Tetapi selain semua keuntungan yang didapat dalam menggunakan alat berat, penggunaan alat berat dapat juga menimbulkan masalah biaya. Untuk mencapai hasil yang optimum, maka harus dilakukan perhitungan dengan membuat model matematis antara jumlah alat berat yang digunakan; dengan beberapa faktor yang berpengaruh terhadap penggunaan alat berat seperti jenis pekerjaan, volume pekerjaan, kondisi sekitar, dan beberapa faktor lain yang dapat menimbulkan naiknya biaya pekerjaan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi penggunaan alat berat pada pekerjaan penggalian tanah dari segi biaya dan waktu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa jumlah alat berat yang dipakai dari berbagai spesifikasi yang ada, sehingga menghasilkan hasil yang optimum dari segi biaya dan waktu pekerjaan. Dari perhitungan menggunakan interger linear programming dan dibandingkan dengan data lapangan, didapatkan penggunaan alat berat yang digunakan untuk menggali tanah dengan volume $120.081,38\text{m}^3$ secara optimum adalah sebanyak total biaya Rp2,215,788,500.00. optimasi ini dicapai dengan mnggunakan dua alternatif skema. Skema pertama memanfaatkan 1 unit excavator dengan kapasitas 0.8 m^3 dan 6 unit dumptruck. Skema kedua memanfaatkan 4 unit excavator dengan kapasitas 0.9 m^3 dan dump truck 18ton sebanyak 26 unit. Waktu pekerjaan yang dibutuhkan adalah 17 hari.

Kata kunci : Alat Berat, Biaya dan Waktu, Optimal, integer linear programming.

THE COST AND TIME OPTIMATION OF HEAVY EQUIPMENT FOR EXCAVATION WORK UTILISATION USING INTEGER LINEAR PROGRAMMING METHOD

Eduardus Albert Winarto

NPM : 2012410203

Advisor : Zulkifli Bachtiar Sitompul, Ir., MSIE.

Co-Advisor : Adrian Firdaus, ST., M.Sc.

UNIVERSITAS CATHOLIC PARAHYANGAN

DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING

(Accredited by SK BAN-PT Nomor:227/SK/Ban-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNE 2017

ABSTRACT

The utilisation of heavy equipment on construction projects could enhance the productivity of works. But this utilisation could also cause cost issues if it is not managed well. In order to tackle this issues, one of the alternative solution is to create a mathematical model to optimise the heavy equipment usage. The model consider several factors such as the selection of equipment, type of work, the volume of work, or any other factor leading to cost increment. This study aims to optimize the use of heavy equipment in the excavation work in terms of cost and time. The heavy equipment consist of excavator and dump truck with certain specification. The volume of the works is 120.081,38m³. The analysis is performed using integer programming. The analysis result is cost optimally 2.215.788.500 IDR for 17 working days. The result is achieved through two schemes. The first scheme involves 1 unit of 0,8 m³ excavator and 6 units 18 tonnes dump truck. The second scheme involves 4 units of 0,9 m³ excavator and 26 units 18 tonnes dump truck.

Keyword : Heavy Equipment, Cost dan Time, Optimize, Integer linear programming.

PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas anugerah dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Optimasi Biaya Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalian Tanah Menggunakan Metode Program Linear dengan baik*. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Keberhasilan saya dalam menyelesaikan skripsi ini berkat adanya bantuan, kritik, dan saran serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu saya dengan hormat menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Zulkifli B. Sitompul, MSIE., selaku dosen pembimbing dan Bapak Adrian Firdaus, ST., M.Sc., selaku dosen ko-pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan dukungan yang sangat berarti untuk penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Andreas F. V. Roy, Ph.D., selaku Koodinator Komunitas Bidang Ilmu Manajemen dan Rekayasa Konstruksi.
3. Seluruh dosen dan asisten dosen Teknik Sipil Unpar yang telah memberikan pengetahuan kepada penulis selama penulis menempuh kuliah di Teknik Sipil Unpar.
4. Papa, Mama, Vincent, Jesslyn yang sangat saya cintai, yang memberikan dukungan dan doa.
5. Chandra Adiyuga Pratama yang telah membantu saya sebagai senior dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Anton Sutedja, Adi Chakti, Reynaldi Kainde, Fredy Sitorus, Frandy Iswara King, Roben, Albira Dito, Maria Febriana, Windy Surjana Wijaya sebagai teman seperjuangan skripsi.

7. Kepada teman-teman REVOLUTIONER Billy P, Edo, Adi, Anton, Jesi, Andrew, Budhy, Lisa, Maria, Sherly, Roben, Windy, Ricky, Ija, Billy S, Marco, Fredy, Ahiap, Joshua, Priscillia, Tanu yang selalu menemani dalam belajar, bermain, dan bersama-sama menempuh masa-masa perkuliahan.
8. Seluruh pihak PT. Yama Engineering yang berperan penting atas kelancaran penulis untuk memperoleh data yang dibutuhkan untuk skripsi ini.

Saya berharap skripsi yang jauh dari sempurna ini dapat bermanfaat bagi saya dan bagi penulisan skripsi selanjutnya.

Bandung, Januari 2017



Edwardus Albert Winarto

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Pembatasan Masalah	1-3
1.5 Sistematika Penulisan	1-3
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Alat Berat	2-1
2.1.1 Excavator	2-1
2.1.2 Dump Truck	2-4
2.1.3 Produktivitas Alat Berat	2-8
2.1.4 Jenis Material	2-8
2.1.5 Waktu Siklus	2-8
2.1.6 Efisiensi Pekerjaan	2-10
2.1.7 Produktivitas Excavator	2-11
2.1.8 Produktivitas Dump Truck	2-11
2.2 Riset Operasi	2-12
2.3 Program Linear	2-13
2.3.1 Komponen Model Program Linear	2-14
2.3.2 Penyusunan Model Program Linear	2-15

2.4	Programa Linear Integer	2-16
2.5	Riset Operasi	2-17
BAB 3 METODE PENELITIAN		3-1
3.1	Umum.....	3-1
3.2	Waktu Siklus Alat Berat	3-3
3.2.1	Waktu Siklus Excavator	3-3
3.2.2	Waktu Siklus Dump Truck	3-3
3.3	Efisiensi pekerjaan (E).	3-11
3.4	Produktivitas Alat Berat.	3-12
3.4.1	Produktivitas Excavator	3-12
3.4.2	Produktivitas Dump Truck.....	3-12
3.5	Biaya Upah dan Sewa Alat Berat.	3-13
3.6	Permodelan.....	3-15
BAB 4 ANALISIS DATA.....		4-1
4.1	Umum.....	4-1
4.2	Waktu Siklus Alat Berat.....	4-1
4.2.1	Waktu Siklus Excavator	4-1
4.2.2	Waktu Siklus Dump Truck	4-2
4.3	Efisiensi Pekerjaan (E).	4-10
4.4	Produktivitas Alat Berat.	4-10
4.4.1	Produktivitas Excavator	4-10
4.4.2	Produktivitas Dump Truck.....	4-10
4.5	Biaya Operasional dan Biaya Sewa Alat.....	4-11
4.6	Biaya per Volume Alat Berat.	4-17
4.6.1	Biaya per Volume Excavator	4-17
4.6.2	Biaya per Volume Dump Truck.....	4-17
4.7	Permodelan.....	4-18
4.7.1	Permodelan 2 jenis Alat Berat.	4-18
4.7.2	Permodelan 3 jenis Alat Berat.	4-21
4.8	Perhitungan biaya dan waktu optimal.	4-24
4.8.1	Perhitungan biaya dan waktu optimal 2 jenis Alat Berat.....	4-24

4.8.2 Perhitungan biaya dan waktu optimal 3 jenis Alat Berat.	4-28
4.9 Pembahasan.....	4-32
BAB 5 SARAN DAN KESIMPULAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN 1 SPESIFIKASI EXCAVATOR.....	1
LAMPIRAN 2 SPESIFIKASI DUMP TRUCK	1
LAMPIRAN 3 Peta Proyek Penggalan Tanah Oki Pulp & Paper dan Rute Pembuangan Tanah	1
LAMPIRAN 4 Time Schedule Proyek	1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Z	= fungsi tujuan
QD_j	= besar kapasitas <i>dump truck</i> jenis - j
QE_i	= besar kapasitas <i>excavator</i> jenis - i
K_f	= koefisien kapasitas pengisian (0.9)
n	= jumlah pengulangan siklus <i>excavator</i>
TE_i	= waktu siklus <i>excavator</i> jenis - i
TD_j	= waktu siklus <i>dump truck</i> tipe -j
t_{j1}	= waktu pengisian bak <i>dump truck</i> jenis - j
t_{j2}	= waktu tempuh <i>dump truck</i> jenis - j
t_{j3}	= waktu bongkar muatan <i>dump truck</i> jenis - j
t_{j4}	= waktu menunggu antrian <i>dump truck</i> jenis - j
PE_i	= produktivitas <i>excavator</i> jenis - i (m ³ /jam)
PD_j	= produktivitas <i>dump truck</i> jenis - j (m ³ /jam)
XE_i	= Jumlah <i>excavator</i> Jenis - i
XD_j	= Jumlah <i>Dump Truck</i> jenis - j
K_t	= koefisien tanah (1.2)
e	= Efisiensi pekerjaan (0.83)
TE_i	= waktu siklus <i>excavator</i> jenis -i (menit)
QE_i	= besar kapasitas <i>excavator</i> jenis – i (m ³)
TD_j	= waktu siklus <i>dump truck</i> jenis – j (menit)
C	= Nilai Sisa Alat
D	= Faktor Angsuran Modal
E	= Biaya Pengembalian Modal
F	= Asuransi, dll.
G	= Biaya Pasti Per Jam
H	= Bahan Bakar
I	= Pelumas

J	= Biaya Bengkel
K	= Perawatan & Perbaikan
L	= Operator
M	= Pembantu Operator
P	= Biaya Operasi Per Jam
S	= Total Biaya Sewa Alat Per Jam
A	= Umur Ekonomis
W	= Jam Kerja 1 tahun
B	= Harga Alat
i	= Tingkat Suku Bunga (10%)
P_w	= Tenaga Mesin (Hp)
M_s	= Bahan Bakar Solar (Rp/Liter)
M_p	= Minyak Pelumas (Rp/Liter)
U_1	= Upah Operator Alat per jam
U_2	= Upah Pembantu Operator per jam
V	= Volume galian (m^3)
T	= Waktu Proyek (hari)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Excavator.....	2-2
Gambar 2.2 Bagian Excavator	2-3
Gambar 2.3 Dump Truck Kecil.....	2-6
Gambar 2.4 Dump Truck Besar	2-7
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	3-2
Gambar 3.2 Diagram Kerja untuk Dump Truck A dan B saat pendakian	3-7
Gambar 3.3 Diagram Kerja untuk Dump Truck A dan B saat turunan.....	3-8
Gambar 3.4 Diagram Kerja untuk Dump Truck C saat bermuatan penuh.....	3-8
Gambar 3.5 Diagram Kerja untuk Dump Truck C saat tidak bermuatan.....	3-9
Gambar 4.1 Kurva Biaya dan Waktu.	4-26
Gambar 4.2 Kurva Biaya dan Waktu 2.	4-30

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Standard Cycle Time Excavator.....	3-3
Tabel 3.2 Data Jalan Angkut	3-4
Tabel 3.3 Rolling Resistance	3-5
Tabel 3.4 Total Resistance.....	3-6
Tabel 3.5 Nilai Batas Kecepatan	3-6
Tabel 3.6 Speed Factor	3-9
Tabel 3.6 Waktu Bongkar Muatan	3-10
Tabel 3.7 Waktu Tunggu Antrian.....	3-10
Tabel 3.8 Job Efficiency.....	3-11
Tabel 4.1 Waktu pengisian Dump Truck.....	4-3
Tabel 4.2 Total Resistance Dump Truck.....	4-4
Tabel 4.3 Kecepatan Rencana Dump Truck A dan B.....	4-7
Tabel 4.4 Waktu Tempuh Dump Truck A dan B.	4-8
Tabel 4.5 Waktu Tempuh Dump Truck C.....	4-8
Tabel 4.6 Waktu Siklus Dump Truck.....	4-9
Tabel 4.7 Produktivitas Excavator.....	4-10
Tabel 4.8 Produktivitas Dump Truck.....	4-11
Tabel 4.9 Biaya Total Sewa Excavator.....	4-15
Tabel 4.10 Biaya Total Sewa Dump Truck.....	4-16
Tabel 4.11 Biaya Per Volume Excavator.....	4-17
Tabel 4.12 Biaya Per Volume Dump Truck.....	4-18
Tabel 4.13 Permodelan Jumlah Excavator dan Dump Truck.....	4-24
Tabel 4.14 Perhitungan Biaya Total Penggunaan Alat Berat.....	4-25
Tabel 4.15 Volume Terhadap Jumlah Alat Berat.....	4-27
Tabel 4.16 Permodelan Jumlah Excavator dan Dump Truck 2.....	4-28
Tabel 4.17 Biaya Total penggunaan alat berat 2.....	4-29
Tabel 4.18 Volume Terhadap Jumlah alat 2.....	4-31
Tabel 4.19 Perbandingan Biaya per Volume.....	4-33
Tabel 4.20 Perbandingan Biaya total dan Waktu Pekerjaan.....	4-33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Excavator	L1-1
Lampiran 2 Spesifikasi Dump Truck	L2-1
Lampiran 3 Peta Proyek Penggalian Tanah Oki & Paper dan Rute Pembuangan Tanah.....	L3-1
Lampiran 4 Time Schedule Proyek	L4-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang berlangsung dalam waktu yang terbatas dengan sumber daya tertentu untuk mendapatkan hasil konstruksi dengan standar kualitas yang baik. Dalam usaha pencapaian hasil pekerjaan konstruksi yang baik terdapat beberapa elemen yang dapat mendukung. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan bantuan alat berat.

Pada proyek konstruksi penggunaan alat berat untuk membantu jalannya pekerjaan sering dilakukan. Penggunaan alat berat di proyek berfungsi untuk mempersingkat waktu dan dapat mengoptimalkan suatu pekerjaan dalam proyek tersebut. Walaupun penggunaan alat berat dalam sebuah proyek konstruksi dapat membantu pekerjaan, tetapi penggunaan alat berat yang berlebihan akan menimbulkan kenaikan biaya pekerjaan yang cukup besar. Maka dari itu dibutuhkan perencanaan pada penggunaan alat berat agar penggunaan alat berat tersebut dapat disesuaikan dengan volume pekerjaan tertentu di suatu proyek konstruksi.

Alat berat dapat diklasifikasikan secara fungsional dan operasional (Rostayanti, 2000). Klasifikasi fungsional adalah pembagian alat tersebut berdasarkan fungsi-fungsi utama alat. Alat berat memiliki 7 fungsi dasar yaitu Alat pengolah lahan, Alat penggali, Alat pengangkut material, Alat pemindahan material, Alat pemadat, Alat Pemroses Material, dan Alat Penempatan akhir

material. Menurut Klasifikasi Operasional alat berat dibagi menjadi 2 yaitu alat dengan penggerak dan statis.

Skripsi ini akan membahas tentang optimasi perencanaan penggunaan alat berat pada pekerjaan penggalian tanah pada dusun Sungai Baung desa Bukit Batu kecamatan Air Sugihan kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI), Sumatera Selatan. Pada pekerjaan penggalian tanah pada proyek ini digunakan dua tipe alat berat yaitu *excavator* dan *dump truck*. Penggunaan ke dua alat berat tersebut akan dioptimasi sehingga pekerjaan dapat diselesaikan karena pada pemakaian alat berat yang terlalu banyak akan mempersingkat waktu pekerjaan tetapi dapat mengakibatkan kenaikan biaya pekerjaan yang besar sehingga diperlukan pengoptimasian penggunaan alat berat agar menghasilkan waktu dan biaya pekerjaan yang optimum.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimana cara untuk mengetahui berapa jumlah alat berat yang digunakan pada pekerjaan penggalian tanah agar bekerja secara optimal.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengoptimasi jumlah penggunaan alat berat sehingga diperoleh biaya pekerjaan yang optimal dengan memperhitungkan waktu pekerjaan penggalian tanah menggunakan bantuan progama linear integer.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Pekerjaan galian yang dianalisis adalah pekerjaan penggalian tanah pada dusun Sungai Baung desa Bukit Batu kecamatan Air Sugihan kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI), Sumatera Selatan.
2. Jenis alat berat yang akan digunakan adalah *excavator* dan *dump truck*.
3. Batasan waktu yang digunakan adalah 30 hari (1hari = 8jam kerja).
4. Hanya spesifikasi *excavator* dan *dump truck* saja yang disebutkan sedangkan nama dan merk tidak dipakai.
5. Volume pekerjaan galian tanah sebesar $120.081,38 \text{ m}^3$.
6. Data lapangan diperoleh dari PT. YAMA ENGINEERING.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan karya tulis ilmiah ini melalui beberapa tahap, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisikan hal-hal yang melatar belakangi penulisan, gambaran umum permasalahan untuk mengantarkan ke persoalan pokok. Dalam bab ini dibagi kedalam sub bab antara lain: latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan bagan alir penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Di dalam bab ini akan membahas tentang teori-teori mendasar tentang pekerjaan penggalian tanah dan alat-alat berat yang digunakan yaitu *excavator* dan *dump truck*.

1-4

BAB 3 METODE PENELITIAN

Berisikan mengenai subyek penelitian. Pada bab ini akan membahas tentang alur pelaksanaan penelitian

BAB 4 ANALISIS DATA

Berisi tentang informasi data pekerjaan tanah, data alat yang dipakai, data pekerjaan, waktu siklus alat pemindahan tanah, produktivitas alat pemindahan tanah dan kombinasi alat berat yang dipakai.

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian akhir dari skripsi ini yang berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian skripsi ini.