



**ANALISA PENGGUNAAN ALAT BERAT BERDASARKAN PADA
EFISIENSI PEKERJAAN GALIAN PEMBANGUNAN JEMBER
ICON**

SKRIPSI

oleh

Albar Cipta Cahya Rajasa

NIM 111910301014

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2015



**ANALISA PENGGUNAAN ALAT BERAT BERDASARKAN PADA
EFISIENSI PEKERJAAN GALIAN PEMBANGUNAN JEMBER
ICON**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

Albar Cipta Cahya Rajasa

NIM 111910301014

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2015

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kasih setia-Nya yang telah melimpahkan segala rahmat yang tak ternilai, sehingga bisa terlaksana penyelesaian penelitian yang saya lakukan ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua Orangtuaku tercinta Ibu Emi Zuraidah dan Bapak Puji Santoso yang senantiasa tanpa henti memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan baik moril maupun materil.
2. Adik-adikku tersayang Rahadhika Arya Syahdewa dan Hananda Hasya Adiba yang memberikan doa serta motivasi.
3. Keluarga besar Bambang Prajitno dan Keluarga besar Ahmad Samroji yang selalu memberikan doa dan semangat.
4. Terimakasih Bapak Jojok Widodo S., S.T.,M.T dan Bapak Syamsul Arifin, S.T, M.T selaku dosen pembimbing yang telah membimbing saya menyelesaikan tugas akhir ini, Terimakasih juga kepada Bapak Ir. Hernu Suyoso, M.T dan Bapak M.Farid Ma'ruf, S.T.,M.T.,Ph.D selaku dosen penguji yang sudah memberikan saran untuk memperbaiki tugas akhir ini, kepada Ibu Ririn Endah selaku dosen pembimbing akademik.
5. Terimakasih kepada semua dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu.
6. Terimakasih Fuat, Sabiq, Feri, Rizal, Yoga, Eka, Wawan, Riski, Nira, Ratna, dan Weny untuk dukungan dan dorongan semangat demi kelancaran tugas akhir ini.
7. Terimakasih kepada dulur-dulu WS ,
8. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2011 yang tidak mungkin untuk disebut satu per satu.

9. Guru-guru TK Kusuma Mulia 3, SDN Jagalan 3, SMPN 3 Kediri, SMAN 8 Kediri, yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya,
10. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.



MOTTO

Pahlawan bukanlah orang yang berani meletakkan pedangnya ke pundak lawan,
tetapi pahlawan ialah orang yang sanggup menguasai diri dikala ia marah.

(Nabi Muhammad SAW)**)

Kadang-kadang orang mengira mereka menderita karena sedang menanggung aib
bangsa, padahal hanya menanggung kesalahan sendiri.

(Sri Sultan Hamengku Buwono VIII)*)

Ing donya mung kebak kangelan, sing ora gelem kangelan aja ing donya

(Raden Mas Panji Sosro Kartono)***)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Albar Cipta Cahya Rajasa

NIM : 111910301014

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Analisa Penggunaan Alat Berat Berdasarkan Pada Efisiensi Pekerjaan Galian Pembangunan Jember Icon" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2015

Yang menyatakan



Albar Cipta Cahya Rajasa
NIM 111910301014

SKRIPSI

**ANALISA PENGGUNAAN ALAT BERAT BERDASARKAN
PADA EFISIENSI PEKERJAAN GALIAN PEMBANGUNAN
JEMBER ICON**

Oleh

Albar Cipta Cahya Rajasa
NIM 111910301014

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Jajok Widodo S., S.T.,M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Syamsul Arifin, S.T.,M.T.

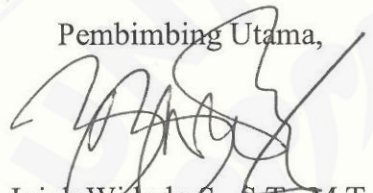
PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisa Penggunaan Alat Berat Berdasarkan Pada Efisiensi Pekerjaan Galian Pembangunan Jember Icon” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 25 Agustus 2015
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

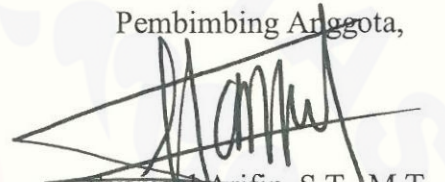
Tim Penguji

Pembimbing Utama,



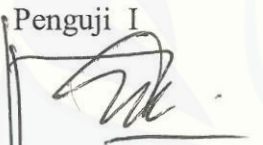
Jojok Widodo S., S.T., M.T.
NIP 19720527 200003 1 001

Pembimbing Anggota,



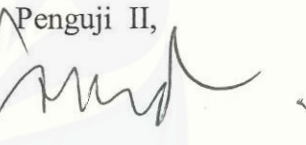
Syamsul Arifin, S.T., M.T.
NIP 19690709 199802 1 001

Penguji I



Ir. Henu Suyoso, M.T.
NIP 19551112 198702 1 001

Penguji II,



M Farid Ma'ruf, S.T., M.T., Ph.D
NIP 19721223 199803 1 002

Mengesahkan
Dekan
Fakultas Teknik
Universitas Jember,



Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Analisa Penggunaan Alat Berat Berdasarkan Pada Efisiensi Pekerjaan Galian Pembangunan Jember Icon, Albar Cipta Cahya Rajasa; 111910301014; 2015; Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Alat berat adalah *partner* bagi manusia di zaman sekarang ini. Alat berat mengatasi keterbatasan manusia dalam melakukan berbagai pekerjaan besar seperti galian pondasi gedung bertingkat. Dengan menggunakan alat berat suatu pekerjaan dapat dikerjakan lebih baik, biaya yang lebih murah, dan waktu yang lebih singkat. Dan untuk mencapai itu semua maka digunakanlah manajemen alat berat.

Dalam pekerjaan tanah yang meliputi galian diperlukan alat berat yaitu *excavator* dan *dump truck*. Ada banyak sekali jenis dan pabrikan alat berat yang beredar di pasaran saat ini, tentunya pemilihan yang tepat akan mempengaruhi hasil akhirnya. Dengan pemilihan antara beberapa jenis dan pabrikan *excavator* dan *dump truck* diharapkan akan didapatkan kombinasi *excavator* dan *dump truck* yang paling efisien untuk pekerjaan galian di pembangunan Jember Icon.

Di tugas akhir ini digunakan metode analisis komparatif. Dengan kata lain berbagai jenis dan pabrikan alat berat *excavator* dan *dumptruck* dibandingkan dan diambil keputusan kombinasi alat berat mana yang paling efisien.

Dari hasil analisa produktifitas dan analisa biaya di dapatkan kombinasi nomor 3 yang paling efisien. Kombinasi nomor 3 yaitu 3 buah *excavator* 10 ton dan 16 *dump truck* dengan total waktu 1088,7822 jam dan biaya keseluruhan Rp 5.720.397.650,04. Dengan menggunakan kombinasi ini selisih waktu lebih lambat hanya 138,8686 jam. Namun bisa menghemat pengeluaran hingga Rp 1.283.187.156,09

SUMMARY

Analysis of The Use of Heavy Equipment Based on The Efficiency of Excavation of Jember Icon Construction, Albar Cipta Cahya Rajasa; 111910301014; 2015; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Heavy equipment is partner for human beings in this modern day. Heavy equipment overcome human limitations to doing variety of big jobs like as digging foundations high risk building. By using heavy equipment a job could be done better, lower cost, and shorter time. They can be reached by using heavy equipment management.

In excavation work needed two kinds of heavy equipment, the heavy equipment is excavator and dump truck. There are many types and manufacturers of heavy equipment on the market today. By choosing between several types and manufactures, found a combination excavator and dump truck are most efficient for excavation work in the construction of Jember Icon.

This thesis using comparative analysis method. In other words, the various types and manufacturers of excavator and dump truck will be compared and the most efficient combination of excavator and dump truck will be selected.

From the analysis of cost and productivity combination number 3 is the most efficient. It consist of 3 10 ton excavators and 16 dump trucks with work total time 1088,7822 hours and total cost Rp 5.720.397.650,04. With combination number 3 the total work time slower only 138,8686 hours. But it could be save money up to Rp 1.283.187.156,09.

PRAKATA

Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Kinerja Trayek Utama Angkutan Umum Perkotaan Jember”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
3. Jajok Widodo S., S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama,
4. Syamsul Arifin, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota,
5. Ir. Hernu Suyoso, M.T. selaku Dosen Penguji Utama,
6. M.Farid Ma'ruf, S.T.,M.T.,Ph.D selaku Dosen Penguji Anggota,
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, September 2015

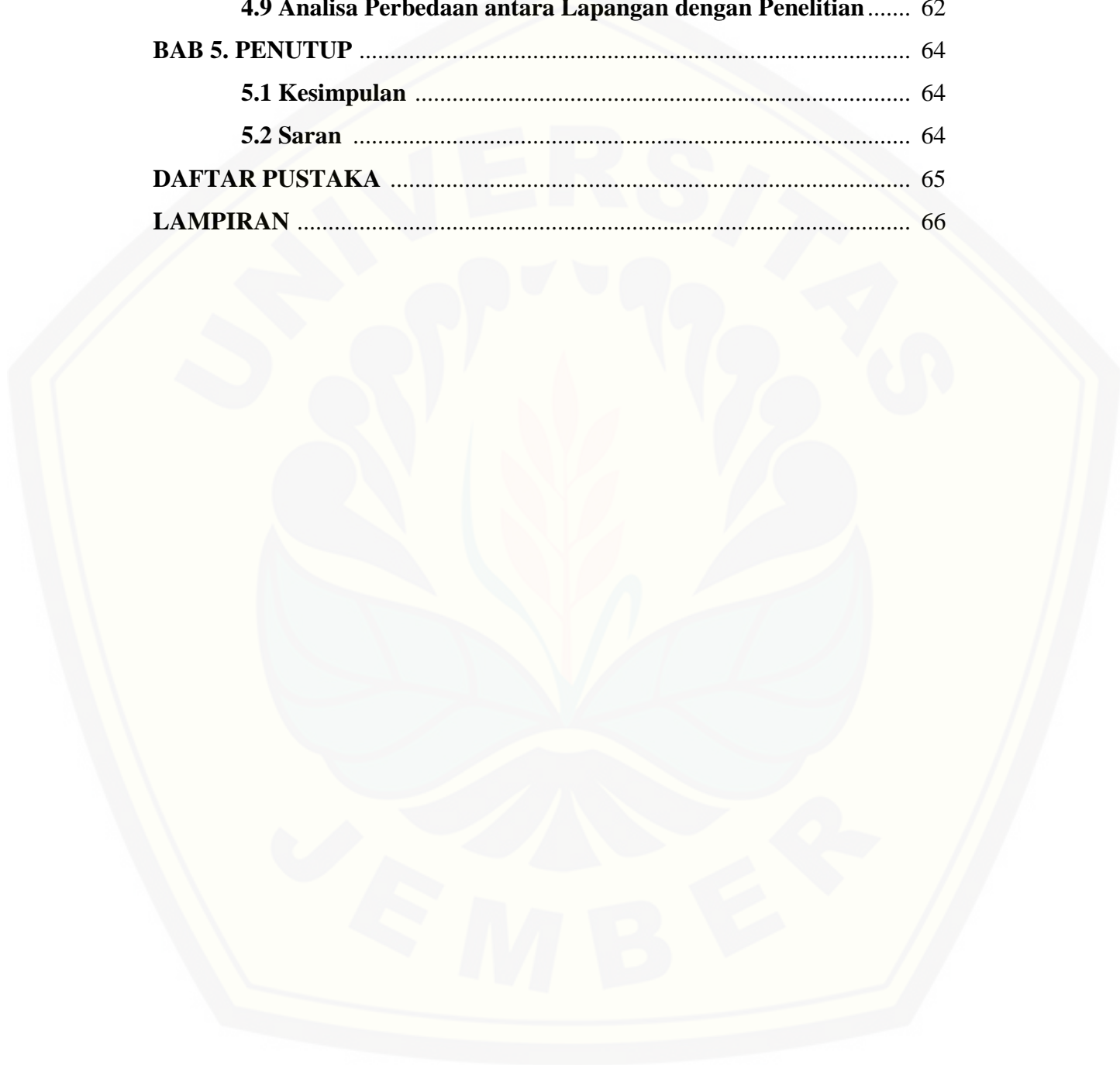
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Alat Berat	4
2.2 Excavator	4
2.2.1 Produktivitas.....	4
2.2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Excavator	4
2.2.3 Perhitungan Produktivitas Excavator	6
2.3 Dump Truck	9

2.3.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Dump Truck.....	9
2.3.2 Menghitung Produktivitas Dump Truck	10
2.3.3 Gaya Yang Mempengaruhi Gerakan Dump Truck.....	11
2.4 Pengembangan Material	13
2.5 Berat Material	16
2.6 Analisa Biaya	17
2.7 Pengambilan Keputusan	19
BAB 3. METODOLOGI	21
3.1 Lokasi Penelitian	21
3.2 Metode Penelitian	21
3.3 Tata Urutan dan Langkah Kerja	21
3.4 Pengumpulan Data	22
3.5 Langkah-langkah Pengolahan Data	23
3.6 Alur Kerja Penelitian	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Objek Penelitian.....	26
4.2 Kondisi Lapangan	28
4.3 Pengambilan Data	29
4.4 Analisis Data.....	29
4.5 Metode Pelaksanaan	29
4.5.1 Pemilihan Metode Pelaksanaan	30
4.5.2 Pekerjaan Galian.....	31
4.5.3 Pekerjaan Pengangkutan Material	32
4.6 Analisa Waktu.....	32
4.6.1 Excavator	32
4.6.2 Dump Truck.....	35
4.7 Analisa Biaya.....	46
4.7.1 Excavator	46

4.7.2 Dump Truck	51
4.8 Pengambilan Keputusan	56
4.9 Analisa Perbedaan antara Lapangan dengan Penelitian	62
BAB 5. PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	66



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Bucket Fill Factor</i>	7
Tabel 2.2 Faktor Konversi	8
Tabel 2.3 <i>Job Efficiency</i>	8
Tabel 2.4 Angka Tahanan Gulir	12
Tabel 2.5 Faktor Konversi Perubahan Volume Material	15
Tabel 2.6 Data Berat Material	16
Tabel 2.7 Lanjutan Data Berat Material	17
Tabel 4.1 Data Alat Komatsu PC 200-8 Untuk Perhitungan Produktivitas	33
Tabel 4.2 Perhitungan Produktivitas <i>Excavator</i>	35
Tabel 4.3 Jarak dan Elevasi Saat Pengangkutan	35
Tabel 4.4 Jarak dan Elevasi Saat Kembali	36
Tabel 4.5 Tabel Spesifikasi <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS	36
Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Pengangkutan <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi <i>Excavator</i> 20 ton	39
Tabel 4.7 Perhitungan Waktu Pengangkutan <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi <i>Excavator</i> 30 ton	41
Tabel 4.8 Perhitungan Waktu Pengangkutan <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi <i>Excavator</i> 10 ton	41
Tabel 4.9 Perhitungan Waktu Kembali <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi <i>Excavator</i> 20 ton	42
Tabel 4.10 Perhitungan Waktu Kembali <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi <i>Excavator</i> 30 ton ...	42
Tabel 4.11 Perhitungan Waktu Kembali <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Colt	

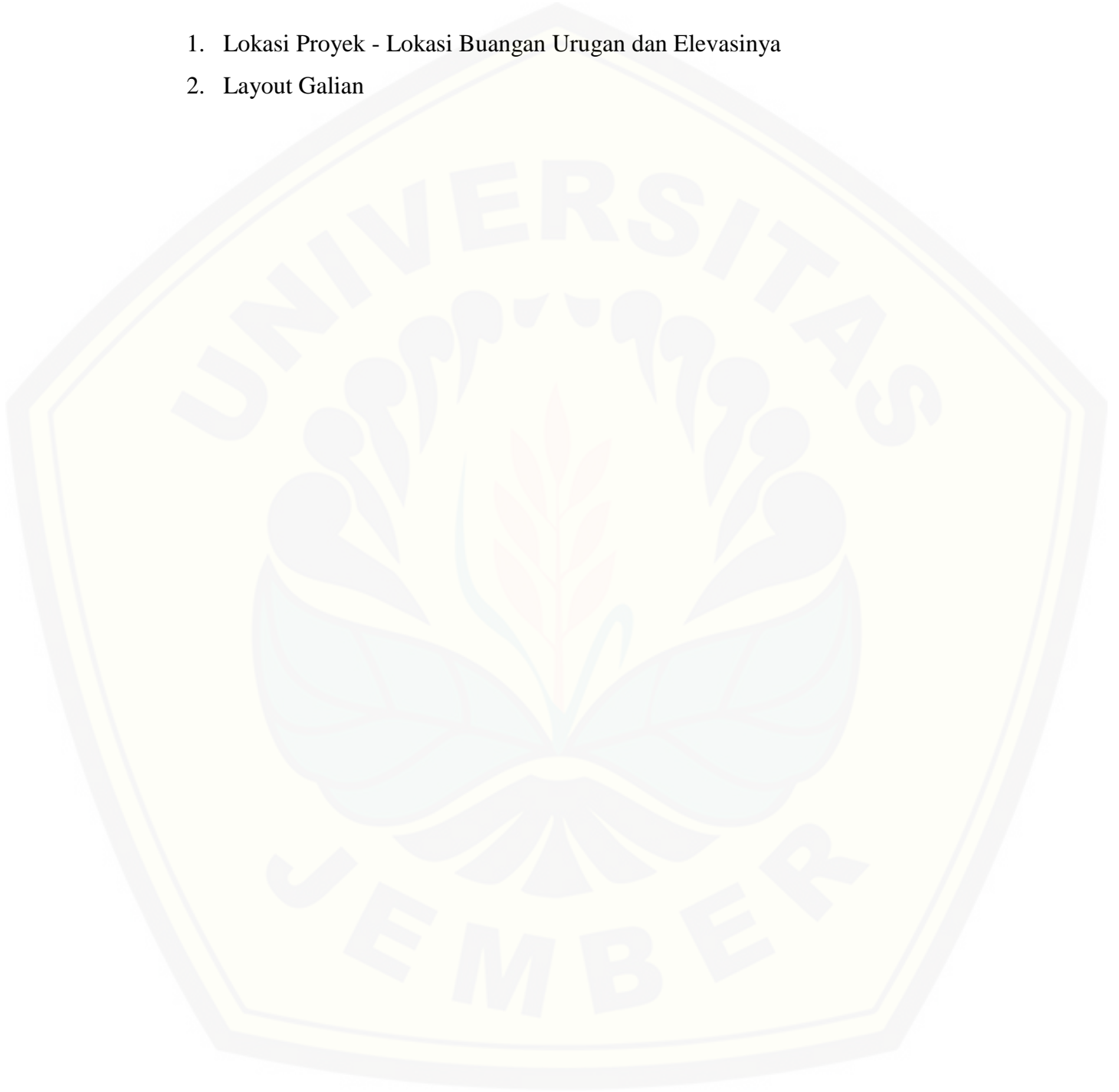
Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi <i>Excavator</i> 10 ton .	43
Tabel 4.12 Produktivitas <i>Dump Truck</i> dengan Berbagai Kelas <i>Excavator</i>	45
Tabel 4.13 Data Alat Komatsu PC 200-8 Untuk Perhitungan Analisa Biaya..	46
Tabel 4.14 Biaya Alat Berbagai Jenis <i>Excavator</i>	50
Tabel 4.15 Data Alat Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS Untuk Perhitungan Analisa Biaya	51
Tabel 4.16 Biaya Alat <i>Dump Truck</i>	55
Tabel 4.17 Rekapitulasi Produktivitas <i>Excavator</i>	56
Tabel 4.18 Rekapitulasi Produktivitas <i>Dump Truck</i> Hasil Pengisian <i>Excavator</i>	56
Tabel 4.19 Rekapitulasi Biaya <i>Excavator</i>	57
Tabel 4.20 Rekapitulasi Biaya <i>Dump Truck</i>	57
Tabel 4.21 Rekapitulasi Waktu Pekerjaan <i>Excavator</i>	60
Tabel 4.22 Rekapitulasi Biaya dan Waktu antar Kombinasi Alat	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Alur Kerja Penelitian.....	25
Gambar 4.1 Peta Lokasi Proyek Pembangunan Jember Icon	27
Gambar 4.2 Gambar Site Plan.....	27
Gambar 4.3 Peta Lokasi Proyek Pembangunan Jember Icon dan Lokasi Buangan Urugan	28

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lokasi Proyek - Lokasi Buangan Urugan dan Elevasinya
2. Layout Galian



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era modern ini alat berat menjadi sangat vital di semua proyek pembangunan. Alat berat hadir sebagai solusi demi menanggulangi keterbatasan tenaga manusia. Tentu dalam penggunaannya diharapkan dapat meringankan pekerjaan manusia dengan hasil yang baik, biaya yang lebih murah, serta waktu yang lebih singkat. Demi mencapai sasaran manajemen proyek yaitu waktu, mutu dan biaya maka dibutuhkanlah manajemen alat berat.

Alat berat adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar (Rostiyanti, 2008).

Pemilihan alat berat dan alat pendukungnya merupakan hal yang sangat penting dan harus diperhitungkan dengan matang. Apabila sampai terjadi kesalahan dalam pemilihan maka akan terjadi ketidak efisienan pelaksanaan proyek. Sehingga akan berdampak pada keterlambatan proyek yang berimbas juga pada pembengkakan biaya.

Dalam pekerjaan tanah yang meliputi galian diperlukan alat berat yaitu *excavator* dan *dump truck*. Analisa alat berat tentunya sangat berpengaruh pada tingkat efisiensi agar dapat menghemat waktu dan biaya. Oleh karena itu dalam tugas akhir kali ini akan menganalisa penggunaan alat berat yang sesuai dengan proyek pembangunan jember icon dengan membandingkan tingkat efisiensi beberapa alat berat *excavator* dan *dump truck*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Kombinasi *excavator* dan *dump truck* mana yang dipilih paling efektif dan efisien menurut waktu dan biaya pada proyek pembangunan jember icon jalan Gajahmada Kabupaten Jember?
2. Berapa biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan galian dengan mengkombinasikan beberapa tipe *excavator* dan *dump truck*?

1.3 Batasan Masalah

1. Tidak membahas alat berat selain *excavator* dan *dump truck*.
2. Tidak membahas perhitungan dan metode pelaksanaan dinding penahan tanah.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Untuk dapat memilih kombinasi antara beberapa tipe *excavator* dan *dump truck* yang sesuai pada proyek yang melibatkan pekerjaan galian.

1.4.2 Manfaat

Menerapkan perhitungan efisiensi dengan membandingkan biaya dan waktu pekerjaan yang efektif dan efisien sehingga dapat membantu dan dijadikan evaluasi dalam pelaksanaan galian lain.

1.5 Sistematika Penulisan

- BAB I : Pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, sistematika penulisan.
- BAB II : Tinjauan pustaka yang berisi penjelasan mengenai dasar dasar teori yang menjadi bahan referensi penulisan tugas akhir,
- BAB III : Metodologi yang berisi metode penulisan tugas akhir dengan

menggunakan *flowchart* terdiri atas data proyek, tahapan penelitian, data penelitian, dan analisa perbandingan data yang ada.

BAB IV : Analisa dan pembahasan.

BAB V : Penutup yang berisi kesimpulan dan saran dari penulis.



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alat Berat

Alat berat adalah alat yang sengaja diciptakan/ didesain untuk dapat membantu melaksanakan salah satu fungsi/ kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat apabila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti: mengangkut, mengangkat, memuat, memindah, menggali, mencampur, dan seterusnya dengan cara yang mudah, cepat, hemat, dan aman (Asiyanto : 2008)

2.2 *Excavator*

Excavator (ekskavator) adalah alat berat yang terdiri dari *arm* (lengan), *boom* (bahu) serta *bucket* (alat keruk) dan digerakkan oleh tenaga hidrolis yang dimotori dengan mesin diesel dan berada di atas roda trackshoe (rantai). *Excavator* merupakan alat berat paling serbaguna karena bisa menangani berbagai macam pekerjaan alat berat lain. (<http://www.pusat-definisi.com>)

2.2.1 Produktivitas

Produktivitas adalah hasil dari proses produksi dalam satuan waktu tertentu. Contoh: bcm/jam, ton/ jam, m²/ jam, dan lain-lain. (Standard Parameter Penambangan PT. PAMA : 2001)

2.2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas *Excavator*

Besar kecilnya produktivitas *Excavator* dipengaruhi oleh (Standard Parameter Penambangan PT. PAMA : 2001) :

1. *Bucket Capacity* (ukuran *bucket*)

Semakin besar ukuran bucket maka volume material yang terambil setiap cycle akan semakin besar.

2. *Swell Factor*

Swell factor adalah sifat fisik material yang diukur dari perubahan volume padat / bank (Bcm) menjadi volume gembur/ *loose* (Lcm).

3. *Bucket Fill Factor*

Persentasi/ porsi bucket yang terisi material terhadap total kapasitas bucket.

4. *Cycle Time*

Waktu yang diperlukan untuk proses pemuatan material ke *dump truck*.

Cycle time unit hydraulic excavator meliputi waktu :

- *Digging* (penggalian material)
- *Swing loaded* (gerakan swing dengan muatan)
- *Dumping* (penumpahan material ke vessel)
- *Swing empty* (gerakan swing kosongan)

5. *Job Efficiency Factor*

Faktor koreksi ini digunakan untuk mendapatkan gambaran produksi yang sebenarnya. Untuk menentukan faktor efisiensi ini perlu disesuaikan dengan kondisi operasi yang sebenarnya.

2.2.3 Perhitungan Produktivitas *Excavator*

Rumus umum perhitunagn produktivitas *excavator* adalah (Standard Parameter Penambangan PT. PAMA : 2001) :

$$Q = q \times \frac{3600}{Cm} \times E$$

Keterangan: Q = Produktivitas atau produksi per-jam (m³/jam)

q = Produksi per- cycle (m³)

Cm = Cycle time (detik)

E = Job efficiency atau faktor efisiensi

1. Produksi Per-cycle (q)

Adapun produksi per-cycle (q) *excavator* dihitung berdasarkan rumus (Standard Parameter Penambangan PT. PAMA : 2001) :

$$q = q^1 \times K$$

Keterangan: q = Produksi per-cycle (m³)

q¹ = *Bucket capacity/ Kapasitas bucket (heaped)* (m³)

K = *Bucket fill factor*

Tabel 2.1 *Bucket Fill Factor*

Material	BFF (%)
Tanah dan tanah organik	80 - 110
Pasir dan kerikil	90 - 100
Lempung keras	65 - 95
Lempung basah	50 - 90
Batuan dengan peledakan buruk	40 - 70
Batuan dengan peledakan baik	70 - 90

Sumber: *Construction Methods and Managemen.,: 1998.*

2. *Cycle Time (Cm)*

Rumus perhitungan *cycle time* (Standard Parameter Penambangan PT. PAMA : 2001) :

$$Cm = t1 + t2 + t3 + t4$$

Keterangan: Cm = *Cycle time* (detik)

$t1$ = Waktu *digging* (detik)

$t2$ = Waktu *swing* muatan (detik)

$t3$ = Waktu *dumping* (detik)

$t4$ = Waktu *swing* kosongan (detik)

Untuk mendapatkan *cycle time* yang sebenarnya, disesuaikan dengan kondisi saat *digging* dan *dumping*, maka rumusnya sebagai berikut :

$$Cm = Std Cm \times Fk$$

Keterangan : Std Cm = *Cycle time* (detik)

Std Cm = Standard *cycle time* (detik)

Fk = Faktor konversi

Tabel 2.2 Faktor Konversi

Kedalaman penggalian (% dari Maks.)	Sudut Putar (°)					
	45	60	75	90	120	180
30	1,33	1,26	1,21	1,15	1,08	0,95
50	1,28	1,21	1,16	1,10	1,03	0,91
70	1,16	1,10	1,05	1,00	0,94	0,83
90	1,04	1,00	0,95	0,90	0,86	0,75

Sumber: *Construction Methods and Management*, 1998.

3. *Job Efficiency* (E)

Faktor koreksi ini digunakan untuk mendapatkan gambaran produksi yang sebenarnya. Untuk menentukan faktor efisiensi ini perlu disesuaikan dengan kondisi operasi yang sebenarnya. (Standard Parameter Penambangan PT. PAMA : 2001)

Tabel 2.3 *Job Efficiency*

Operating conditions	Job Efficiency
Good	0.83
Average	0.75
Rather poor	0.67
Poor	0.58

Sumber: *Specification and Application Handbook (Komatsu)*, edition 22.

2.3 *Dump Truck*

Dump truck (dump truk) adalah truk yang isinya dapat dikosongkan tanpa penanganan. Dump truk biasa digunakan untuk mengangkut barang semacam pasir, kerikil atau tanah untuk keperluan konstruksi. Secara umum, dump truk dilengkapi dengan bak terbuka yang dioperasikan dengan bantuan hidrolik, bagian depan dari bak itu bisa diangkat keatas sehingga memungkinkan material yang diangkut bisa melorot turun ke tempat yang diinginkan. (<https://id.wikipedia.org>)

2.3.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas *Dump Truck*

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *dump truck* antara lain : (Rostiyanti, 2008)

a. Kapasitas Truk

Besarnya kapasitas truk tergantung pada waktu yang dibutuhkan untuk membuat material ke dalam truk terhadap waktu angkut truk. Pada umumnya, besarnya kapasitas truk yang dipilih adalah empat sampai lima kali kapasitas alat gali yang memasukkan material ke dalam truk. Akan tetapi penggunaan truk yang terlalu besar sangat tidak ekonomis kecuali jika volume tanah yang akan diangkut sangat besar.

b. Waktu Siklus

Produktivitas suatu alat selalu tergantung dari waktu siklus. Waktu siklus truk terdiri dari waktu pemuatan, waktu pengangkutan, waktu pembongkaran muatan, waktu perjalanan kembali, dan waktu antre,

c. Efisiensi

Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitas alat yaitu efisiensi. Efisiensi sangat bergantung pada kemampuan operator, pemilihan dan pemeliharaan alat,

perencanaan dan pengaturan letak alat, topografi dan volume pekerjaan, kondisi cuaca, metode pelaksanaan alat.

2.3.2 Menghitung Produktivitas *Dump Truck*

Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas truk adalah: (Rostiyanti, 2008)

$$Q = q \times \frac{3600}{CT} \times E$$

Keterangan : Q = Produktivitas atau produksi per-jam (m³/jam)

q = Produksi per-cycle (m³)

CT = Cycle time (detik)

E = Job efficiency atau faktor efisiensi

1. *Cycle Time* (Cm)

Rumus perhitungan cycle time (Standard Parameter Penambangan PT. PAMA : 2001) :

$$Cm = t1 + t2 + t3 + t4$$

Keterangan: Cm = *Cycle time* (detik)

t1 = Waktu muat (detik)

t2 = Waktu berangkat (detik)

t3 = Waktu pembongkaran pemuatan (detik)

t4 = Waktu kembali (detik)

2. *Job Efficiency* (E)

Faktor koreksi ini digunakan untuk mendapatkan gambaran produksi yang sebenarnya. Untuk menentukan faktor efisiensi ini perlu disesuaikan dengan kondisi operasi yang sebenarnya. (Standard Parameter Penambangan PT. PAMA : 2001). Tabel *Job Efficiency* sama dengan tabel 2.3.

2.3.3 Gaya Yang Mempengaruhi Gerakan Dump truck

1. Tahanan Guling atau Tahanan Gelinding (*Rolling Resistance*)

Tahanan guling/ tahanan gelincir (*Rolling Resistance*, biasa disingkat RR) merupakan segala gaya-gaya lyar yang berlawanan arah dengan arah gerak kendaraan yang sedang berjalan di atas suatu jalur.

Bagian yang mengalami *Rolling Resistance* (RR) secara langsung adalah ban bagian luar kendaraan, tahanan guling (RR) tergantung pada banyak faktor, diantaranya yang terpenting adalah:

- a. Keadaan jalan (kekerasan dan kemulusan permukaan jalan); semakin keras dan mulus atau rata jalan tersebut, maka tahanan gulingnya (RR) semakin kecil.
- b. Keadaan ban yang bersangkutan dan permukaan jalur jalan. Jika memakai ban karet, maka yang berpengaruh adalah ukuran, tekanan, dan permukaan dari ban alat berat yang digunakan; apakah ban luar masih baru, atau sudah gundul, dan bagaimana model kembangan ban itu. Jika menggunakan *Crawler* yang berpengaruh adalah kondisi jalan.

Besarnya RR dinyatakan dalam pounds (lbs) dan Rimpull yang diperlukan untuk menggerakkan tiap gross ton berat kendaraan beserta isinya pada jalur mendatar, dan dengan kondisi jalan tertentu.

Pada prakteknya menentukan RR sangat sukar dilakukan, sebab dipengaruhi oleh ukuran dan tekanan ban, serta kecepatan kendaraan. Untuk perhitungan praktis RR dapat dihitung menggunakan rumus:

$$RR = CRR \times \text{Berat Kendaraan beroda}$$

Keterangan : RR = Tahanan Guling (lbs/ gross ton)

CRR = Koefisien Tahanan Guling

(Wedhanto, 2009)

Tabel 2.4 Angka Tahanan Gulir

Jenis Permukaan Jalan	RR (% berat kendaraan dalam Lbs)	
	Roda karet	Crawler
Beton yang kasar dan kering	2%	-
Perkerasan tanah dn batu yang terpelihara baik	2%	-
Anah urug kering dengan pepadatan sederhana	3%	-
Tanah urug lunak dengan penetrasi sekitar 4"	8%	-
Tanah/ pasir lepas dan batu pecah	10%	4%
Jalan makadam	3%	5%
Perkerasan kayu	3%	3%
Jalan datar tanpa perkerasan, kering	5%	4%
Kerikil tidak dipadatkan	15%	12%
Pasir tidak dipadatkan	15%	12%
Tanah lumpur	-	16%

Sumber: Prodjosumarto Rochmanhadi (1992)

2. Tahanan Kemiringan (*Grade Resistance*)

Grade Resistance (GR) adalah besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilalui. Jika jalur jalan itu naik disebut kemiringan positif, Tahanan Kemiringan atau *Grade Resistance* (GR) akan menalwan gerak kendaraan; tetapi sebaliknya, jika jalan itu turun disebut kemiringan negatif, tahanan kemiringan akan membantu gerak kendaraan.

Tahanan kemiringan tergantung pada dua faktor yaitu:

- a. Besarnya kemiringan (dinyatakan dalam %)
- b. Berat kendaraan itu sendiri (dinyatakan dalam Gross-ton)

Biasanya tahanan kemiringan dihitung berdasarkan tiap kemiringan 1% besarnya tahanan kemiringan rata-rata = 20 lbs dari besarnya kekuatan tarik mesin yang digunakan untuk menggerakkan ban yang menyentuh permukaan jalur jalan. Besarnya dihitung untuk tiap gross-ton berat kendaraan beserta isinya.

(Wedhanto, 2009)

2.4 Pengembangan Material

Pengembangan material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material / tanah yang diganggu dari bentuk aslinya. Pengembangan material dibagi menjadi tiga kondisi (Standard Parameter Penambangan PT. PAMA : 2001) :

1. Keadaan Asli (Bank Condition)

Keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi dinamakan keadaan asli (*bank*). Dalam keadaan seperti ini, butiran-butiran yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik. Satuan volume material dalam keadaan asli disebut *bank cubic meter* (BCM).

2. Keadaan Gembur (Loose Condition)

Material yang telah digali dari tempat aslinya, akan mengalami perubahan volume, yaitu mengembang. Hal ini disebabkan adanya penambahan rongga udara di antara butiran-butiran tanah, sehingga volumenya menjadi lebih besar. Satuan volume material dalam kondisi gembur disebut *loose cubic meter* (LCM).

3. Keadaan Padat (*Compact Condition*)

Keadaan ini dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan). Perubahan volume terjadi karena adanya penyusutan rongga udara di antara partikel- partikel material tersebut, sehingga volumenya menjadi berkurang. Satuan volume material dalam kondisi padat disebut *compact cubic meter* (CCM).

Dalam perhitungan produksi, material yang didorong atau digusur dengan *blade*, material yang dimuat *bucket* atau *vessel*, ataupun material yang ditebar adalah dalam kondisi gembur. Untuk menghitung suatu volume tanah yang telah diganggu dari bentuk aslinya dengan melakukan penggalian material tersebut, maka perlu dikalikan dengan suatu faktor yang disebut dengan *faktor konversi*. Perlakuan yang sama pula untuk material yang mendapat perlakuan pemadatan, sehingga material yang semula dari gembur menjadi material padat.

Tabel 2.5 Faktor Konversi Perubahan Volume Material

Nature of eart	Initial	Conditions of earth to be moved		
		Bank condition	Loosened condition	Compacted condition
Sand	(A)	1,00	1,11	0,95
	(B)	0,90	1,00	0,86
	(C)	1,05	1,17	1,00
Sandy clay	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,80	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
Clay	(A)	1,00	1,43	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,63
	(C)	1,11	1,59	1,00
Gravelly soil	(A)	1,00	1,18	1,08
	(B)	0,85	1,00	0,91
	(C)	0,93	1,10	1,00
Gravel	(A)	1,00	1,13	1,03
	(B)	0,70	1,00	0,91
	(C)	0,77	1,10	1,00
Solid or rugged gravel	(A)	1,00	1,42	1,29
	(B)	0,70	1,00	0,91
	(C)	0,77	1,10	1,00
Broken limestone, sandstone and othersoft rocks	(A)	1,00	1,65	1,29
	(B)	0,61	1,00	0,74
	(C)	0,82	1,35	1,00
Broken granite, basalt and other hard rocks	(A)	1,00	1,70	1,31
	(B)	0,57	1,00	0,77
	(C)	0,71	1,30	1,00
Broken rocks	(A)	1,00	1,75	1,40
	(B)	0,57	1,00	0,80
	(C)	0,71	1,24	1,00
Blasted bulky rocks	(A)	1,00	1,80	1,30
	(B)	0,56	1,00	0,72
	(C)	0,77	1,38	1,00

(A) Bank Condition (B) Loosened condition (C) Compacted condition

Sumber: *Specification and Application Handbook (Komatsu), edition 22.*

2.5 Berat Material

Berat adalah sifat yang dimiliki oleh setiap material. Kemampuan suatu alat berat untuk melakukan pekerjaan seperti mendorong, mengangkat, dan lain-lain, akan dipengaruhi oleh berat material tersebut. (Standard Parameter Penambangan PT. PAMA : 2001) :

Tabel 2.6 Data Berat Material

Material	Specific Weight (ton/m ³) Bank	Crushed (Loose)
Basalt	2.70 ~ 3.00	1.60 ~ 1.70
Bauxite	1.80 ~ 2.00	1.30 ~ 1.50
Caliche	2.00 ~ 2.20	1.40 ~ 1.50
Carnotite, uranium ore	2.10 ~ 2.30	1.60 ~ 1.70
Cinders	0.80 ~ 0.90	0.60 ~ 0.70
Clay	1.80 ~ 2.00	1.40 ~ 1.70
Clay & gravel	1.60 ~ 1.90	1.40 ~ 1.60
Coal	Anthracite	1.50 ~ 1.70
	Bituminous	1.20 ~ 1.35
Decomposed Rock - 75% rock, 25% earth 50% rock, 50% earth 25% rock, 75% earth	2.70 ~ 2.85	1.90 ~ 2.05
	2.20 ~ 2.40	1.70 ~ 1.80
	1.90 ~ 2.10	1.50 ~ 1.65
Earth-		
Dry	1.80 ~ 2.00	1.40 ~ 1.60
Wet	1.90 ~ 2.10	1.50 ~ 1.70
Loam	1.50 ~ 1.60	1.20 ~ 1.30
Granite	2.50 ~ 2.80	1.40 ~ 1.50
Gravel	1.70 ~ 2.25	1.50 ~ 2.00
Gypsum	2.80 ~ 3.00	1.50 ~ 1.70
Hemalite, iron ore	2.10 ~ 2.90	1.80 ~ 2.50
Limestone	2.30 ~ 3.00	1.40 ~ 2.00
Magnetis, iron ore	3.15 ~ 3.30	2.70 ~ 2.90
Peat	Dry	0.60 ~ 0.70
	Wet	1.80 ~ 2.00
Pyrite, iron ore	2.90 ~ 3.10	2.50 ~ 2.95

Tabel 2.7 Lanjutan Data Berat Material

Sand-			
Dry		1.40 ~ 1.60	1.30 ~ 1.40
Dump		1.65 ~ 1.85	1.55 ~ 1.75
Wet		1.80 ~ 2.00	1.70 ~ 1.90
Sand & Clay		Loosef	1.90 ~ 2.10
Wet		Comp	-
Sand & gravel	Dry	1.90 ~ 2.00	1.50 ~ 1.70
	Wet	2.20 ~ 2.30	2.30 ~ 2.50
Sandstone		2.00 ~ 2.80	1.70 ~ 1.80
Slag		2.70 ~ 3.20	1.95 ~ 2.10
Snow	Dry	0.10 ~ 0.20	1.30 ~ 1.50
Slag	Wet	0.40 ~ 0.60	1.80
Stone	2.60 ~ 2.75	1.55 ~ 1.65	-
Taconite	2.30 ~ 2.70	1.60 ~ 1.90	-
Top soil		1.30 ~ 1.50	0.90 ~ 1.15
Trap rock		2.50 ~ 2.70	1.60 ~ 1.80

Sumber: *Specification and Application Handbook (Komatsu), edition 22*

2.6 Analisa Biaya

Biaya alat berat dapat dibagi di dalam dua kategori, biaya kepemilikan alat dan biaya pengoperasian alat. Kontraktor yang memiliki alat berat harus menanggung biaya yang disebut biaya kepemilikan alat berat (*ownership cost*). Pada saat alat berat dioperasikan maka akan ada biaya pengoperasian (*operation cost*). (Rostiyanti, 2008).

1. Biaya Kepemilikan atau Biaya Pasti

Biaya pasti (pengembalian modal dan bunga) dihitung sebagai berikut:

$$G = \frac{(B-C) \times D}{W} + F$$

Keterangan:

G = Biaya pasti per jam.

B = Harga alat.

C = Nilai sisa (*salvage value*) yaitu nilai/ harga dari peralatan yang bersangkutan setelah umur ekonomisnya habis.

D = Faktor angsuran modal.

$$= \frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^{A-1}}$$

A = Umur ekonomis alat.

F = Biaya asuransi, pajak dan lain-lain.

$$= (0,02 \times B) / W$$

W = Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun

(berdasarkan pada Analisa teknik Jalan, Dinas PU)

2. Biaya Operasi dan Pemeliharaan

Biaya operasi dihitung sebagai berikut :

1. Biaya Bahan Bakar

Besarnya bahan bakar tergantung pada kapasitas mesin yang biasanya diukur dengan HP (*horse power*)

$$H = (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times P_w$$

Dimana:

H = Besar pemakaian bahan bakar (jam/liter).

P_w = Kapasitas mesin (HP).

12,5% = Untuk alat bertugas ringan..

17,5% = Untuk alat bertugas berat.

(berdasarkan pada Analisa Teknik Jalan, Dinas PU)

2. Biaya Pelumas

Besarnya pelumas (seluruh pemakaian pelumas) yang digunakan untuk alat yang bersangkutan dihitung berdasarkan kapasitas mesin.

$$I = (3\%) \times P_w \times M_p$$

I = Besarnya pemakaian pelumas (jam/liter)

P_w = kapasitas mesin (HP)

M_p = Harga bahan bakar (rupiah)

(berdasarkan pada Analisa Teknik Jalan, Dinas PU)

3. Biaya Pelumas

Biaya Perbaikan dan Perawatan

Untuk menghitung biaya *spare part* dan biaya perbaikan dihitung sebagai berikut:

$K = (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times B/W$

B = Harga pokok alat

W = Jumlah jam kerja dalam 1 tahun

12,5% = Untuk alat bertugas ringan

17,5% = Untuk alat bertugas berat

(berdasarkan pada Analisa Teknik Jalan, Dinas PU)

2.7 Pengambilan Keputusan

Dalam pemilihan alat berat, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari. Faktor-faktor tersebut antara lain: (Rostiyanti, 2008).

1. Fungsi yang Harus Dilaksanakan

Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan, dan lain-lain.

2. Kapasitas Peralatan

Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan, Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.

3. Cara Operasi

Alat berat dipilih berdasarkan arah (horisontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan, dan lain-lain.

4. Pembatasan dari metode yang Dipakai

Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lainn peraturan lalu lintas, biaya dan pembongkaran. Selain itu, metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat dapat berubah.

5. Ekonomi

Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting di dalam pemilihan alat berat.

6. Jenis Proyek

Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek-proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dan lain-lain.

7. Lokasi Proyek

Lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.

8. Jenis dan Daya Dukung Tanah

Jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat dalam kondisi padat, lepas, keras, atau lembek.

9. Kondisi Lapangan

Kondisi denga medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor yang lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah di proyek pembangunan Jember Icon. Gedung ini sendiri terdiri dari 17 lantai yang rencananya akan digunakan sebagai pusat perbelanjaan, sekolah, dan rumah sakit. Lokasinya terletak di Jalan Gajahmada Kabupaten Jember.

3.2 Metode Penelitian

Dalam pengerjaan tugas akhir ini digunakan metode analisis komparatif. Dengan kata lain berbagai jenis dan pabrikan alat berat *excavator* dan *dumptruck* dibandingkan dan diambil keputusan kombinasi alat berat mana yang paling efisien.

3.3 Tata Urutan dan Langkah Kerja

Tata urutan dan langkah kerja dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan data apa saja yang diperlukan.
2. Pengambilan data-data sekunder maupun data-data primer.
3. Studi Literatur dan referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas.
4. Menganalisa produktifitas dan biaya pada masing-masing alat berat *excavator* dan *dumb truck*.
5. Pengambilan keputusan kombinasi *excavator* dan *dumb truck* mana yang paling efisien.
6. Kesimpulan dan saran.

3.4 Pengumpulan Data

Dalam studi ini diperlukan data sekunder yang diperoleh dari berbagai instansi terkait. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari survei langsung dan dari berbagai sumber yang kebenarannya dapat dipertanggung jawabkan. Berikut data yang diperlukan :

1. Harga Membeli Alat

Harga membeli alat diperlukan untuk mengetahui harga nominal beli kedua jenis alat berat untuk digunakan sebagai bahan acuan dalam mempertimbangkan pembelian Alat .

2. Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan disini yaitu cara kerja masing-masing alat yang berbeda sehingga memengaruhi nilai waktu kerja. Dalam kenyataannya data diperoleh dari melakukan survey pada pekerjaan galian dan timbunan alat gali excavator di proyek Jember Icon di Jalan Gajahmada Kabupaten Jember.

3. Data Biaya Alat

Data biaya alat didapatkan dari perusahaan alat berat dimana sesuai dengan biaya yang keluar akibat dari sewa alat sampai pengembalian alat tersebut. Dari data ini digunakan untuk membandingkan masing-masing alat berat dalam pengambilan keputusan sewa atau membeli alat.

4. Data Waktu Kerja Alat

Data waktu kerja alat didapatkan dari perusahaan alat berat.

5. Data Volume Galian dan Timbunan

Data volume galian dan timbunan didapatkan dari laporan proyek oleh pelaksana di proyek pembangunan Jember Icon Jalan Gajahmada Kabupaten Jember.

6. Data Jenis Tanah

Data jenis tanah merupakan variabel yang dibutuhkan untuk analisa produktivitas alat berat. Data tanah didapatkan dari laporan proyek.

7. Batasan Waktu Proyek

Dibutuhkan untuk mengetahui durasi galian. Durasi ini dijadikan sebagai batas waktu penyelesaian galian di Proyek pembangunan Jember Icon.

8. Batasan Lokasi

Batasan Lokasi terkait dengan mobilitas dan jalur akses alat berat. Baik akses di lokasi proyek maupun akses menuju lokasi pembuangan bagi alat berat *dump truck*.

9. Elevasi

Elevasi digunakan untuk mencari tahanan gelinding yang akan berpengaruh terhadap produktivitas *dump truck*. Data elevasi di dapat dari survei lapangan

3.5 Langkah-langkah Pengolahan Data

Setelah semua data diperoleh maka selanjutnya data diolah dengan rumus dan ketentuan yang telah ditentukan sebelumnya, berikut langkah-langkah pengolahan datanya :

1. Mengolah data waktu kerja alat

Mengolah waktu kerja alat berat *excavator* dengan merk dan tipe: Komatsu PC 200-8, Kobelco SK 200, Caterpillar CAT320D, Komatsu PC 300-8, dan Komatsu PC 130F-7. Begitu juga mengolah waktu kerja alat berat *dump truck* dengan merk dan tipe: Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS, Toyota Dyna 130 PS HD STD, dan Hino Dutro 130 HD. Dilakukan dengan mencari data pada perusahaan penyedia alat berat.

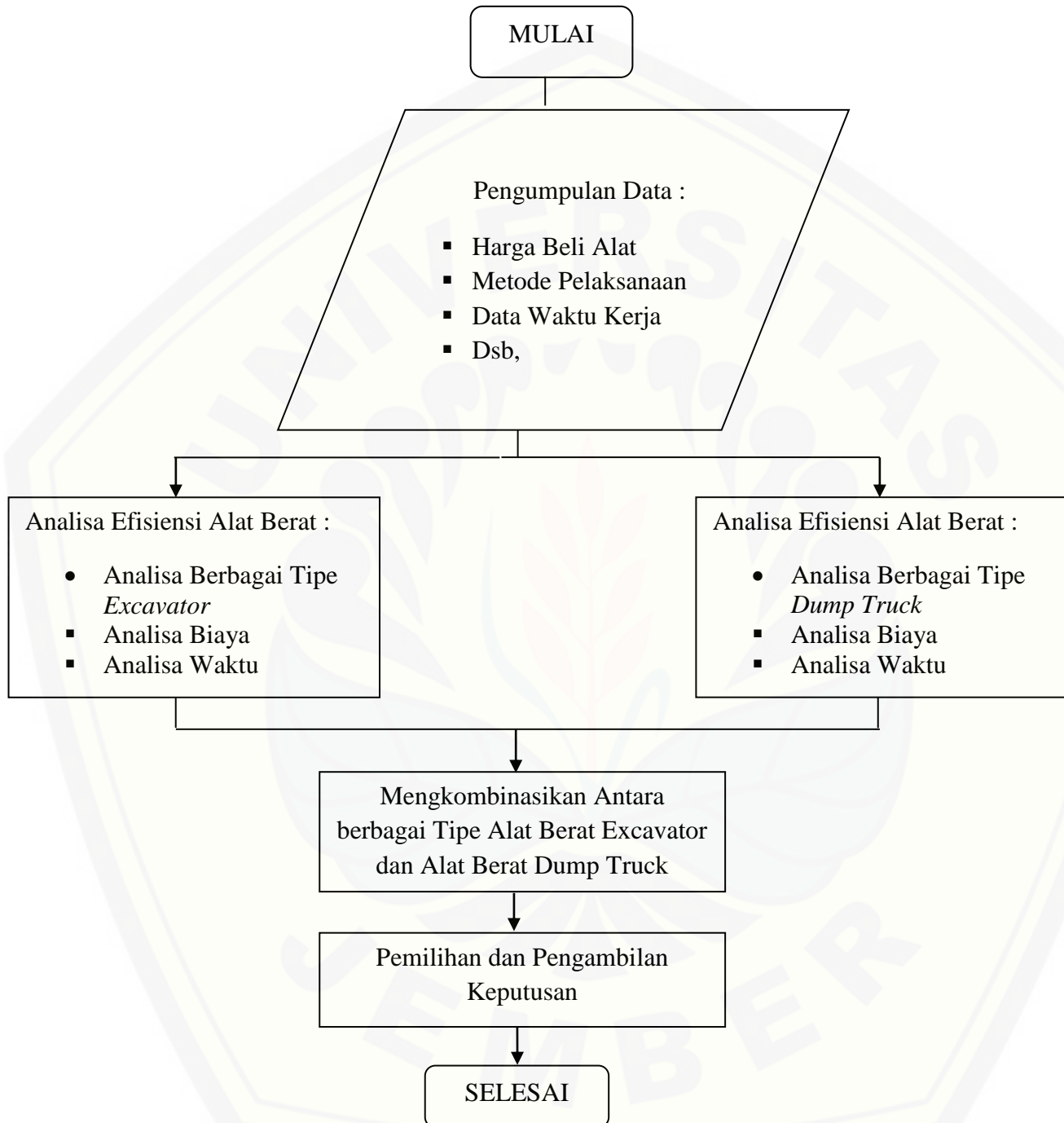
2. Mengolah data biaya total

Melakukan analisa perhitungan biaya sewa alat dan efektifitas tipe *excavator* dengan menggunakan bantuan *software microsoft excell*.

3. Mengkombinasikan berbagai tipe alat berat *excavator* dan *dumb truck*..

4. Pengambilan keputusan pemilihan alat yang paling tepat.

3.6 Alur Kerja Penelitian



Gambar 3.1 Alur Kerja Peneliti

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Pembahasan kali ini dilakukan analisa waktu dan biaya untuk masing-masing alat berat. Penggalian dengan alat berat *excavator* Komatsu PC 200-8, Kobelco SK 200, Caterpillar CAT320D, Komatsu PC 300-8, dan Komatsu PC 130F-7. Dan pengangkutan material dengan alat berat *dump truck* Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS, Toyota Dyna 130 PS HD STD, dan Hino Dutro 130 HD.

Excavator 20 ton dipilih karena di lokasi proyek menggunakan *excavator* kelas ini dan diambil 3 unit *excavator* yang bertipe sama sebagai pembanding yang sepadan. Dipilih juga *excavator* satu kelas di atasnya dan di bawahnya yaitu kelas 30 ton dan kelas 10 ton agar perbandingan lebih bervariasi.

4.1 Objek Penelitian

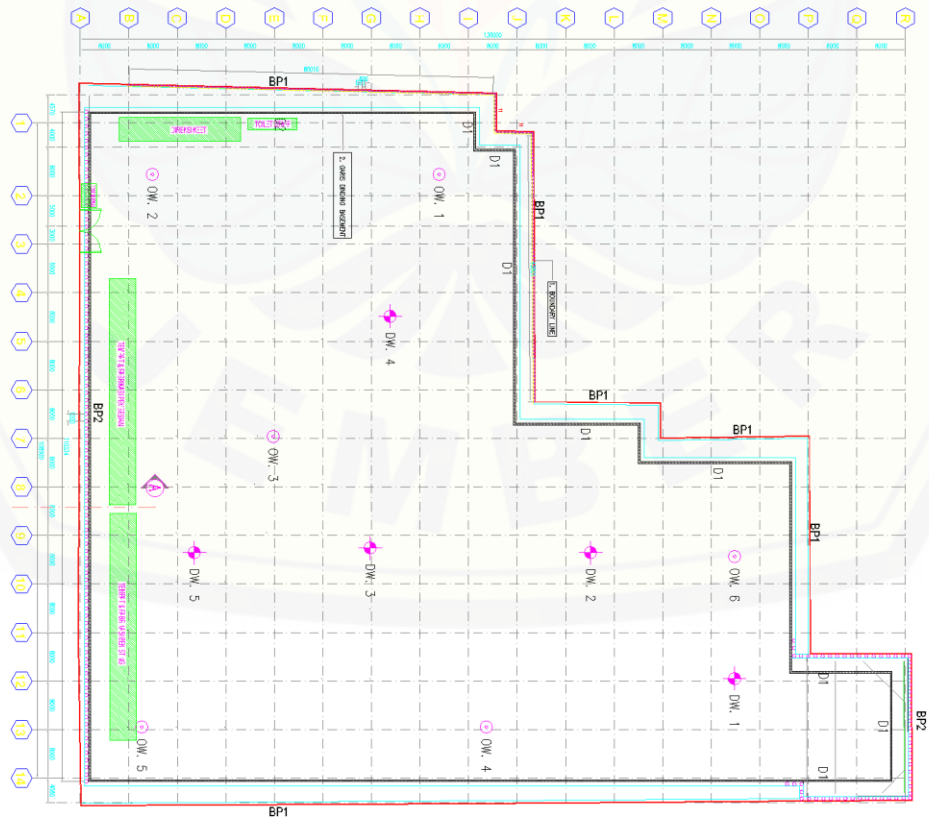
Objek penelitian adalah pekerjaan galian pada proyek pembangunan Jember Icon yang terletak di Jalan Gajahmada Kabupaten Jember. Proyek Ini dilaksanakan oleh PT. Bangun Karya Semesta sedangkan untuk pekerjaan galian dilaksanakan oleh PT. Tentrem.

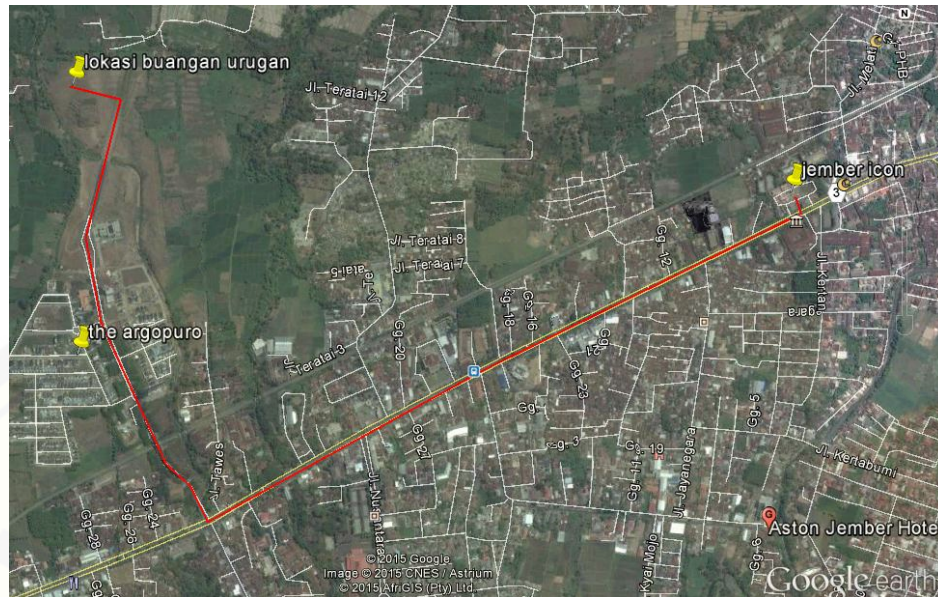
Proyek yang didirikan dari bangunan eks markas Brigade Infantri 9 ini merupakan proyek swasta yang dimiliki oleh Grup Lippo dimana akan dijadikan tempat terpadu yang berisi pusat perbelanjaan atau mall, rumah sakit, dan tempat pendidikan. Deskripsi gedungnya adalah sebagai berikut Bangunan mix use 14 lantai dan 2 *basement*. Gedung yang terdiri dari 2 *tower*. *Tower* 1 terdiri dari 15 lantai, dengan rincian lantai 2 sampai lantai 6 adalah mall, lantai 6 sampai lantai 15 adalah rumah sakit. *Tower* 2 juga terdiri dari 15 lantai, dengan rincian lantai 2 sampai lantai 6 adalah mall (bergabung dengan *tower* 1). Lantai 6 sampai lantai 9 adalah sekolah dan lantai 9 sampai lantai 15 adalah hotel.

Gambat 4.1 Peta Lokasi Proyek Pembangunan Jember Icon



Gambat 4.2 Gambar Site Plan





Gambar 4.3 Peta Lokasi Proyek Pembangunan Jember Icon dan Lokasi Buangan Urugan

4.2 Kondisi Lapangan

Kondisi yang ada di lapangan (lokasi proyek) disurvei dan digunakan sebagai kondisi eksisting. Survey ini merupakan pertimbangan-pertimbangan yang digunakan di lapangan dan disusun sebagai metode pelaksanaan pekerjaan galian. Berikut adalah kondisi eksisting proyek:

1. *Excavator* yang digunakan adalah Komatsu PC 200 yang merupakan *excavator* 20 ton berjumlah 2.
2. *Dumb truck* yang digunakan adalah *dumb truck* engkel ganda (6 ban) dengan jumlah rata-rata 20 buah per harinya dan setiap harinya mampu mengangkut kurang lebih 1300 m³/ hari material sisa galian.
3. Lokasi pembuangan sisa material galian tidak menentu tiap harinya karena material langsung dijual ke proyek timbunan di sekitar Jember.
4. Batas waktu untuk proyek galian ini adalah Maret sampai akhir November 2014 atau 9 bulan dengan jam kerja perharinya adalah 8 jam (2160 jam).
5. Biaya yang diperlukan untuk pekerjaan galian adalah Rp 9.000.000.000,00.

4.3 Pengambilan Data

Demi memperlancar perhitungan analisa pekerjaan galian di Jember Icon ini, maka diperlukan berbagai data sebagai berikut:

- Untuk data spesifikasi, harga beli, siklus, dan biaya masing-masing alat berat di dapat dari kontraktor sekaligus penyedia alat berat PT. Kelolatama Albes.
- Sedangkan untuk data jenis tanah, volume galian, lokasi proyek, dan lokasi pembuangan tanah sisa galian di dapat dari proyek Pembangunan Jember Icon.
- Untuk data elevasi jalan menuju tempat pembuangan tanag sisa galian dilakukan survei lapangan dengan menggunakan alat gps garmin.

4.4 Analisa Data

Dalam penelitian kali ini berbagai data yang telah dikumpulkan sebelumnya kemudian dianalisa berdasarkan efisiensi waktu dan biaya. Untuk mendapatkan efisiensi waktu diperlukan perhitungan produktivitas pada masing-masing alat berat *excavator* maupun alat berat *dump truck*. Sedangkan untuk mendapatkan efisiensi biaya diperlukan perhitungan analisa harga pada masing-masing alat berat *excavator* maupun alat berat *dump truck*.

Setelah proses perhitungan efisiensi waktu dan biaya selesai, kemudian dilakukan pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan berdasarkan pada biaya alat yang terkecil dan waktu yang tercepat.

4.5 Metode Pelaksanaan

Terdapat tiga tahapan utama dalam pekerjaan galian di proyek pembangunan Jember Icon. Dua Tahapan tersebut ialah sebagai berikut :

1. Pemilihan metode pelaksanaan.

2. Tahapan penggalian dengan menggunakan alat berat *excavator*.
3. Untuk selanjutnya pekerjaan pemindahan tanah hasil galian ke lokasi pembuangan menggunakan alat berat *dump truck*

4.5.1 Pemilihan Metode Pelaksanaan

Dalam pekerjaan galian *basement* metode pelaksanaan yang berbeda otomatis akan memberikan hasil yang berbeda pula. Tentu perbedaan pada segi biaya dan waktu yang perlu menjadi bahan pertimbangan utama selain kesulitan pelaksanaan, minimnya peralatan, dll. Saat ini metode pelaksanaan galian *basement* terdiri dari 2 metode yaitu *bottom up* atau dan *top down*.

Metode *bottom up* pada intinya dilakukan penggalian dulu sampai kedalaman yang sudah direncanakan kemudian dimulai dari pekerjaan pondasi, kemudian diteruskan dengan pembuatan kolom, balok, dan pelat yang menerus sampai ke atap. Untuk mencegah tanah ambruk diperlukan dinding penahan tanah baik yang permanen maupun yang bersifat sementara.

Metode *top down* lahir sebagai alternatif baru untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas pekerjaan. Pada metode ini pekerjaan *basement* dimulai dari *basement* yang teratas dan dilanjutkan lapis demi lapis sampai kedalaman *basement* yang diinginkan yang bersamaan dengan pekerjaan galian *basement*. Pekerjaan *basement* dapat beriringan dengan pekerjaan struktur atas, sehingga waktu pelaksanaan dapat lebih singkat.

Dan dalam pekerjaan galian di proyek pembangunan Jember Icon ini digunakan metode *bottom up* dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Metode *bottom up* tidak memerlukan alat-alat yang rumit dan mahal. Alat yang digunakan cukup *excavator* atau *shovel*.
2. Banyak tenaga ahli yang sudah menguasai metode pelaksanaan ini, sehingga pengendalian pelaksanaan bisa dikuasai.

3. Tidak memerlukan teknologi yang tinggi.

4.5.2 Pekerjaan Galian

Dalam pekerjaan galian alat berat yang digunakan ialah *excavator*.

Berikut prosedurnya:

1. Perencanaan
 - a. Lokasi proyek yang akan digali terlebih dahulu diteliti sebagai antisipasi adanya fasilitas umum seperti pipa air, kabel listrik, saluran telepon, dll,
 - b. Pengumpulan data yang meliputi data jenis tanah dan volume galian sebagai acuan untuk perhitungan.
 - c. Penentuan titik koordinat, elevasi, dan batas lokasi yang akan dilakukan pekerjaan galian.
 - d. Meninjau titik dimana kemungkinan terjadi longsor demi keamanan proyek galian selama berlangsung. Bila perlu diberi turap sebagai langkah pencegahan terjadinya longsor.
 - e. Menganalisa data yang telah dikumpulkan sebelumnya untuk menentukan alat berat mana yang paling sesuai untuk digunakan.
 - f. Merekrut operator alat berat yang berkompeten tentunya dengan adanya sertifikat.
2. Persiapan
 - a. Lokasi penggalian harus bersih dari pekerja yang berlalu lalang karena akan mengganggu proses galian.
 - b. Mempersiapkan alat berat dengan cara pengecekan kelayakan alat berat.
 - c. Operator maupun pembantu operator harus mengenakan alat pelindung diri sesuai dengan peraturan yang berlaku.
3. *Excavator* mulai dioperasikan. Pada tahap awal lengan dan *bucket* bergerak maju ke posisi yang diinginkan.

4. *Bucket* diturunkan ke bawah sehingga terjadi penetrasi ke dalam tanah, selanjutnya lengan ditarik menuju alat.
5. Setelah *bucket* terisi penuh kemudian diangkat.
6. Kemudian struktur atas melakukan *swing* menuju ke arah *dump truck*.
7. Terakhir *bucket* yang telah terisi tanah kemudian diayun agar material di dalamnya keluar dan masuk ke dalam bak *dumptruck*.

4.5.3 Pekerjaan Pengangkutan Material

1. Material tanah hasil dari penggalian alat berat *excavator* dimuat ke dalam bak *dump truck*.
2. Bak terisi penuh dan *dump truck* melaju ke lokasi pembuangan material tanah yang telah disediakan.
3. Setelah sampai di lokasi pembuangan material tanah tanah dihamburkan dari bak dengan cara menaikkan bak bagian depan dengan sistem hidrolis.
4. *Dump truck* dengan kondisi kosong kembali ke lokasi penggalian untuk melanjutkan siklus.

4.6 Analisa Waktu

Pada analisis waktu dihitung produktivitas pada masing-masing alat berat untuk pekerjaan penggalian yaitu *excavator* maupun alat berat untuk pekerjaan pengangkutan material oleh *dump truck*.

4.6.1 Excavator

Untuk membandingkan produktivitas kelima tipe excavator maka diperlukan adanya simulasi. Untuk itu beberapa variabel yang disamakan, variabel tersebut sebagai berikut:

- Faktor konversi menggunakan sudut putar = 90°
- *Job Efficiency* = 0,83

Berikut analisa produktivitas untuk masing-masing tipe *excavator*:

Contoh perhitungan produktivitas diambil komatsu PC 200-8. Untuk Kobelco SK 200, Caterpillar CAT320D, Komatsu PC 300-8, dan Komatsu PC 130F-7 cara perhitungannya sama.

Tabel 4.1 Data Alat Komatsu PC 200-8 Untuk Perhitungan Produktivitas

NO	URAIAN	KODE	KOEF	SATUAN
1	Kapasitas bucket	q'	0,93	m ³
2	Maksimum kedalaman penggalian		9,7	M
3	<i>Cycle time</i>	Cm		Detik
	waktu <i>digging</i>	t1	10	Detik
	waktu <i>swing muatan</i>	t2	6	Detik
	Waktu <i>dumping</i>	t3	5	Detik
	Waktu <i>swing kosongan</i>	t4	6	Detik
	Σt	Cm	27	Detik

Perhitungan untuk produktivitas alat yaitu:

$$Q = q \times \frac{3600}{Cm} \times E$$

$$\begin{aligned} q &= q^1 \times K \\ &= 0,93 \times 0,8 \\ &= 0,744 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cm &= 10 + 6 + 5 + 6 \\ &= 27 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$Cm = Std Cm \times Fk$$

$$\text{Kondisi penggalian} = \frac{\text{kedalaman penggalian}}{\text{Maksimum kedalaman penggalian}} \times 100\%$$

$$= \frac{2}{9,7} \times 100\%$$

$$= 20,61856 \%$$

FK = Kedalaman penggalan dan sudur putar 90^0 didapat 1,15 dari tabel 2.2

$$Cm = 27 \times 1,15$$

$$= 31,05 \text{ detik}$$

E = Dengan kondisi kerja baik didapat 0,83 dari tabel 2.3

Produktifitas:

$$Q = 0,744 \times \frac{3600}{Cm31,05} \times 0,83$$

$$= 71,59652 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.2 Perhitungan Produktivitas *Excavator*

NO	URAIAN	Kode	Komatsu PC 200-8	Kobelco SK 200-8	Caterpillar CAT320D	komatsu PC 300-8	komatsu PC 130F-7	Satuan
1	Kapasitas bucket	q'	0,93	0,93	0,93	2,3	0,55	m ³
2	Bucket fill factor dari tabel 2.1	K	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
	Kedalaman penggalian		2	2	2	2	2	m
	Maksimum kedalaman penggalian		9,7	9,9	9,75	10,12	7,88	m
	Prosentase kedalaman		20,619	20,202	20,513	19,763	25,381	%
3	Faktor konversi (sudut putar 90 ⁰) dari tabel 2.2	Fk	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	
4	Job efisiensi dari tabel 2.3	E	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	
5	Cycle time	Cm						detik
	waktu digging	t1	10	10	10	15	9	detik
	waktu swing muatan	t2	6	6	6	8	6	detik
	Waktu dumping	t3	5	5	5	6	5	detik
	Waktu swing kosong	t4	6	6	6	7	5	detik
	Σt	Cm	27	27	27	36	25	detik
6	Std Cm x Fk		31,05	31,05	31,05	41,4	28,75	detik
7	$q = q' \times K$		0,744	0,744	0,744	1,84	0,44	m ³
8	Produktivitas							
	$Q = q \times 3600 / Cm \times E$		71,597	71,597	71,597	132,8	45,729	m ³ /jam

4.6.2 Dump Truck

Diketahui jarak antara lokasi proyek dengan lokasi pembuangan beserta elevasinya sebagai berikut:

Tabel 4.3 Jarak dan Elevasi Saat Pengangkutan

Dari	elevasi	jarak
A - B	5	42,51
B - C	1	1507,59
C - D	-6	1374,73
D - E	11	259,69
E - F	-4	65,05
F - G	6	2497,96

Tabel 4.4 Jarak dan Elevasi Saat Kembali

Dari	elevasi	jarak
G - F	-6	2497,96
F - E	-4	65,05
E - D	11	259,69
D - C	-6	1372,03
C - B	1	222,66
B - A	-5	42,51

- Jalan merupakan jalan dengan perkerasan lentur dengan kondisi baik.
- CRR = 2%
- Koefisien traksi = 1

Contoh perhitungan diambil Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS. Untuk Toyota Dyna 130 PS HD STD dan Hino Dutro 130 HD cara perhitungannya sama. Berikut data perhitungan produktivitas *dump truck*:

4.5 Tabel Spesifikasi *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS

NO	URAIAN	KOEFS			
A	Berat dan Tenaga				
1	Tenaga (HP)	122,5			
2	Koefisien traksi	1			
3	Efisiensi kerja	0,83			
4	Berat penumpang (kg)	140			
5	Berat sasis (kg)	2300			
6	Berat karoseri (kg)	250			
7	Berat kosong (kg)	2690			
8	Dikombinasikan excavator	20 ton	30 ton	10 ton	
9	Berat muatan (kg)	6696	5520	7260	
10	berat total (kg)	9386	8210	9950	
B	Transmisi				
	Transmisi	rimpull	V(mph)	V (km/h)	V (m/s)
1	gigi 1	5380	7,0870	11,4054	3,1682
2	gigi 2	3028	12,5919	20,2646	5,6290
3	gigi 3	1700	22,4283	36,0948	10,0263
4	gigi 4	1000	38,1281	61,3611	17,0448
5	gigi 5	722	52,8090	84,9877	23,6077

Contoh perhitungan kecepatan :

Gigi 1

$$V = \frac{HP \times 375 \times Efisiensi\ Mesin}{RP}$$

$$V = \frac{122,5 \times 375 \times 0,83}{5380}$$

$$V = 7,0870\ mph$$

Perhitungan produktivitas:

$$Q = q \times \frac{3600}{CT} \times E$$

Menghitung CT (*cycle time*):

- Waktu muat (t_1):
 - a. Waktu muat bila *dump truck* dikombinasikan dengan *excavator* 20 ton (Komatsu PC 200-8, Kobelco SK 200, Caterpillar CAT320D).

$$\text{Jumlah siklus } excavator \text{ yang diperlukan} = \frac{\text{Kapasitas } dump\ truck}{\text{kapasitas } excavator}$$

$$= \frac{5}{0,744}$$

$$= 6,72 = 6 \text{ kali}$$

$$t_1 = \text{Jumlah siklus } excavator \text{ yang diperlukan} \times \text{Standart } cycle\ time$$

$$= 6 \times 31,05$$

$$= 186,3 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat muatan} &= \text{Berat tanah per m}^3 \times \text{Jumlah siklus excavator} \times \text{Kapasitas} \\
 &\quad \text{excavatorI} \\
 &= 1500 \text{ (sand and clay)} \times 6 \times 0,744 \\
 &= 6696 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- b. Waktu muat bila *dump truck* dikombinasikan dengan *excavator* 30 ton (Komatsu PC 300-8).

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah siklus excavator yang diperlukan} &= \frac{\text{Kapasitas dump truck}}{\text{kapasitas excavator}} \\
 &= \frac{5}{1,83} \\
 &= 2,71 = 2 \text{ kali}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_1 &= \text{Jumlah siklus excavator yang diperlukan} \times \text{Standart cycle time} \\
 &= 2 \times 31,05 \\
 &= 82,8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat muatan} &= \text{Berat tanah per m}^3 \times \text{Jumlah siklus excavator} \times \text{Kapasitas} \\
 &\quad \text{excavatorI} \\
 &= 1500 \text{ (sand and clay)} \times 2 \times 1,84 \\
 &= 8210 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- c. Waktu muat bila *dump truck* dikombinasikan dengan *excavator* 10 ton (Komatsu PC 130F-7).

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah siklus excavator yang diperlukan} &= \frac{\text{Kapasitas dump truck}}{\text{kapasitas excavator}} \\
 &= \frac{5}{0,44} \\
 &= 11,36 = 11 \text{ kali}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_1 &= \text{Jumlah siklus } excavator \text{ yang diperlukan} \times \text{Standart } cycle \text{ time} \\
 &= 11 \times 31,05 \\
 &= 316,25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat muatan} &= \text{Berat tanah per m}^3 \times \text{Jumlah siklus } excavator \times \text{Kapasitas} \\
 &\quad \text{excavator} \\
 &= 1500 \text{ (sand and clay)} \times 2 \times 1,84 \\
 &= 8210 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Waktu pengangkutan (t2):

Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Pengangkutan *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi *Excavator* 20 ton

Dari	RR (kg/ton)	GR (kg/ton)	TR (kg/ton)	Rimpull (kg)	V (m/s)	L (m)	t (detik)
A - B	187,72	45,36	233,08	2187,6889	5,6290	42,51	7,5519
B - C	187,72	9,072	196,792	1847,0897	5,6290	1507,59	267,8233
C - D	187,72	-54,432	133,288	1251,0412	10,0263	1374,73	137,1120
D - E	187,72	99,792	287,512	2698,5876	5,6290	259,69	46,1339
E - F	187,72	-36,288	151,432	1421,3408	10,0263	65,05	6,4879
F - G	187,72	54,432	242,152	2272,8387	5,6290	2497,96	443,7625
Jumlah						t2	908,8716

Contoh perhitungan:

Dari A – B

$$RR = CRR \times \text{Berat total}$$

$$= 0,02 \times 9386$$

$$= 187,72 \text{ kg/ton}$$

$$GR = \text{Elevasi} \times 20 \text{ lb/ton/\% grade} \times 0,4536$$

$$= 5 \times 20 \times 0,4536$$

$$= 45,36 \text{ kg/ton}$$

$$\text{TR} = \text{RR} + \text{GR}$$

$$= 187,72 + 45,36$$

$$= 233,08 \text{ kg/ton}$$

$$\text{Rimpull} = \frac{\text{TR} \times \text{Berat total}}{1000}$$

$$= \frac{233,08 \times 9386}{1000}$$

$$= 2187,6889 \text{ kg}$$

Jika Rimpull diketahui 2187,6889 kg maka: (Lihat Tabel 4.9)

$$V = 5,6290 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{S}{V}$$

$$= \frac{42,51}{5,6290}$$

$$= 7,5519 \text{ detik}$$

Tabel 4.7 Perhitungan Waktu Pengangkutan *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi *Excavator* 30 ton

Dari	RR (kg/ton)	GR (kg/ton)	TR (kg/ton)	Rimpull (kg)	V (m/s)	L (m)	t (detik)
A - B	164,2	45,36	209,56	1720,4876	5,6290	42,51	7,5519
B - C	164,2	9,072	173,272	1422,56312	10,0263	1507,59	150,3632
C - D	164,2	-54,432	109,768	901,19528	17,0448	1374,73	80,6541
D - E	164,2	99,792	263,992	2167,37432	5,6290	259,69	46,1339
E - F	164,2	-36,288	127,912	1050,15752	10,0263	65,05	6,4879
F - G	164,2	54,432	218,632	1794,96872	5,6290	2497,96	443,7625
Jumlah						t2	734,9535

Cara perhitungannya sama dengan perhitungan waktu pengangkutan kombinasi dengan *excavator* 20 ton.

Tabel 4.8 Perhitungan Waktu Pengangkutan *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi *Excavator* 10 ton

Dari	RR (kg/ton)	GR (kg/ton)	TR (kg/ton)	Rimpull (kg)	V (m/s)	L (m)	t (detik)
A - B	199	45,36	244,36	2431,382	5,6290	42,51	7,5519
B - C	199	9,072	208,072	2070,3164	5,6290	1507,59	267,8233
C - D	199	-54,432	144,568	1438,4516	10,0263	1374,73	137,1120
D - E	199	99,792	298,792	2972,9804	5,6290	259,69	46,1339
E - F	199	-36,288	162,712	1618,9844	10,0263	65,05	6,4879
F - G	199	54,432	253,432	2521,6484	5,6290	2497,96	443,7625
Jumlah						t2	908,8716

Cara perhitungannya sama dengan perhitungan waktu pengangkutan kombinasi dengan *excavator* 20 ton.

- Waktu kembali (t4):

Tabel 4.9 Perhitungan Waktu Kembali *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi *Excavator* 20 ton

Dari	RR (kg/ton)	GR (kg/ton)	TR (kg/ton)	Rimpull (kg)	V (m/s)	V izin (m/s)	L (m)	t (detik)
G - F	53,8	-54,432	-0,632	-1,70008	23,6077	10,0263	2497,96	249,1401
F - E	53,8	-36,288	17,512	47,10728	23,6077	10,0263	65,05	6,4879
E - D	53,8	99,792	153,592	413,16248	23,6077	10,0263	259,69	25,9008
D - C	53,8	-54,432	-0,632	-1,70008	23,6077	10,0263	1372,03	136,8427
C - B	53,8	-9,072	44,728	120,31832	23,6077	10,0263	222,66	22,2075
B - A	53,8	45,36	99,16	266,7404	23,6077	10,0263	42,51	4,2398
Jumlah							t4	444,8190

*Kecepatan maksimal dalam kota = 10,0263 m/s

Cara perhitungannya sama dengan perhitungan waktu pengangkutan kombinasi dengan excavator 20 ton.

Tabel 4.10 Perhitungan Waktu Kembali *Dump truck* Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi *Excavator* 30 ton

Dari	RR (kg/ton)	GR (kg/ton)	TR (kg/ton)	Rimpull (kg)	V (m/s)	V izin (m/s)	L (m)	t (detik)
G - F	53,8	-54,432	-0,632	-1,70008	23,6077	10,0263	2497,96	249,1401
F - E	53,8	-36,288	17,512	47,10728	23,6077	10,0263	65,05	6,4879
E - D	53,8	99,792	153,592	413,16248	23,6077	10,0263	259,69	25,9008
D - C	53,8	-54,432	-0,632	-1,70008	23,6077	10,0263	1372,03	136,8427
C - B	53,8	-9,072	44,728	120,31832	23,6077	10,0263	222,66	22,2075
B - A	53,8	45,36	99,16	266,7404	23,6077	10,0263	42,51	4,2398
Jumlah							t4	444,8190

*Kecepatan maksimal dalam kota = 10,0263 m/s

Cara perhitungannya sama dengan perhitungan waktu pengangkutan kombinasi dengan excavator 20 ton.

Tabel 4.11 Perhitungan Waktu Kembali *Dump truck* Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS dengan Kombinasi *Excavator* 10 ton

Dari	RR (kg/ton)	GR (kg/ton)	TR (kg/ton)	Rimpull (kg)	V (m/s)	V izin (m/s)	L (m)	t (detik)
G - F	53,8	-54,432	-0,632	-1,70008	23,6077	10,0263	2497,96	249,1401
F - E	53,8	-36,288	17,512	47,10728	23,6077	10,0263	65,05	6,4879
E - D	53,8	99,792	153,592	413,16248	23,6077	10,0263	259,69	25,9008
D - C	53,8	-54,432	-0,632	-1,70008	23,6077	10,0263	1372,03	136,8427
C - B	53,8	-9,072	44,728	120,31832	23,6077	10,0263	222,66	22,2075
B - A	53,8	45,36	99,16	266,7404	23,6077	10,0263	42,51	4,2398
Jumlah							t4	444,8190

*Kecepatan maksimal dalam kota = 10,0263 m/s

Cara perhitungannya sama dengan perhitungan waktu pengangkutan kombinasi dengan excavator 20 ton.

- Waktu pembongkaran muatan (t3):

Waktu pembongkaran muatan = 78 detik (data sekunder didapat dari kontraktor pelaksana jember icon dan dari PT Kelolatama Albes.

Cycle time:

- Cycle time* bila *dump truck* dikombinasikan dengan *excavator* 20 ton (Komatsu PC 200-8, Kobelco SK 200, Caterpillar CAT320D).

$$\begin{aligned} CT &= 186,3 + 908,8716 + 78 + 444,819 \\ &= 1617,9905 \text{ detik} \end{aligned}$$

- Cycle time* bila *dump truck* dikombinasikan dengan *excavator* 30 ton (Komatsu PC 300-8).

$$\begin{aligned} CT &= 82,8 + 734,9535 + 78 + 444,819 \\ &= 1340,5725 \text{ detik} \end{aligned}$$

- Cycle time* bila *dump truck* dikombinasikan dengan *excavator* 10 ton (Komatsu PC 130F-7).

$$CT = 316,25 + 908,8716 + 78 + 444,819$$

$$= 1303,1216 \text{ detik}$$

Produktivitas:

- a. Produktivitas bila *dump truck* dikombinasikan dengan *excavator* 20 ton (Komatsu PC 200-8, Kobelco SK 200, Caterpillar CAT320D).

$$Q = 4,464 \times \frac{3600}{1617,9905} \times 0,83$$
$$= 8,2438 \text{ m}^3$$

- b. Produktivitas bila *dump truck* dikombinasikan dengan *excavator* 30 ton (Komatsu PC 300-8).

$$Q = 3,68 \times \frac{3600}{1340,5725} \times 0,83$$
$$= 8,2023 \text{ m}^3$$

- c. Produktivitas bila *dump truck* dikombinasikan dengan 10 ton (Komatsu PC 130F-7).

$$Q = 4,84 \times \frac{3600}{1303,1216} \times 0,83$$
$$= 11,0979 \text{ m}^3$$

Tabel 4.12 Produktivitas *Dump Truck* dengan Berbagai Kelas *Excavator*

NO	URAIAN	Kode	exca 20 ton	exca 30 ton	exca 10 ton	Satuan
A	Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS					
1	Kapasitas maksimal DT	q'	5	5	5	m ³
2	Kapasitas real pengisian exca	q	4,4640	3,6800	4,8400	m ³
3	Faktor efisiensi	E	0,83	0,83	0,83	
4	Cycle time	Cm				detik
	Waktu muat	t1	186,3000	82,8000	316,2500	detik
	Waktu pengangkutan	t2	908,8716	734,9535	908,8716	detik
	Waktu pembongkaran muatan	t3	78,0000	78,0000	78,0000	detik
	Waktu kembali	t4	444,8190	444,8190	444,8190	detik
	Σt	Cm	1617,9905	1340,5725	1303,1216	detik
5	Produktivitas					
	$Q = q \times 3600 / Cm \times E$		8,2438	8,2023	11,0979	m ³ /jam
B	Toyota Dyna 130 PS HT STD					
1	Kapasitas maksimal DT	q'	5	5	5	m ³
2	Kapasitas real pengisian exca	q	4,4640	3,6800	4,8400	m ³
3	Faktor efisiensi	E	0,83	0,83	0,83	
4	Cycle time	Cm				detik
	Waktu muat	t1	186,3000	82,8000	316,2500	detik
	Waktu pengangkutan	t2	1265,8640	742,4907	974,1672	detik
	Waktu pembongkaran muatan	t3	78,0000	78,0000	78,0000	detik
	Waktu kembali	t4	427,7105	427,7105	427,7105	detik
	Σt	Cm	1957,8746	1331,0012	1368,4172	detik
5	Produktivitas					
	$Q = q \times 3600 / Cm \times E$		6,8127	8,2613	10,5684	m ³ /jam
C	Hino Dutro 130 HD					
1	Kapasitas maksimal DT	q'	5	5	5	m ³
2	Kapasitas real pengisian exca	q	4,4640	3,6800	4,8400	m ³
3	Faktor efisiensi	E	0,83	0,83	0,83	
4	Cycle time	Cm				detik
	Waktu muat	t1	186,3000	82,8000	316,2500	detik
	Waktu pengangkutan	t2	869,0841	718,5480	869,0841	detik
	Waktu pembongkaran muatan	t3	78,0000	78,0000	78,0000	detik
	Waktu kembali	t4	391,4809	391,4809	391,4809	detik
	Σt	Cm	1524,8651	1270,8289	1263,3341	detik
5	Produktivitas					
	$Q = q \times 3600 / Cm \times E$		8,7473	8,6525	11,4474	m ³ /jam

4.7 Analisa Biaya

4.7.1 Excavator

Guna membandingkan berbagai tipe *excavator* dalam hal biaya maka diperlukan simulasi. Untuk itu ada beberapa variabel yang disamakan:

- Umur ekonomis = 5 tahun.
- Jam Kerja Alat dalam satu tahun = 2000 jam.
- Nilai sisa = 10% dari harga beli.
- Rate asuransi = 2%.
- Tingkat suku bunga = 10% per tahun.
- Upah operator = Rp 150.000,00 / 8 jam.
- Upah pembantu Operator = Rp 100.000,00 / 8 jam.
- Bahan bakar solar = Rp 6.900,00 / 8 jam.
- Minyak pelumas = Rp 25.000 / liter

Contoh perhitungan diambil Komatsu PC 200-8. Untuk Kobelco SK 200, Caterpillar CAT320D, Komatsu PC 300-8, dan Komatsu PC 130F-7 cara perhitungannya sama.

1. Komatsu PC 200-8

Tabel 4.13 Data Alat Komatsu PC 200-8 Untuk Perhitungan Analisa Biaya

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN
A.	URAIAN PERALATAN			
1	Jenis Peralatan		Komatsu PC 200-8	
2	Tenaga	Pw	148	HP
3	Kapasitas	Cp	0,93	CM
4	Alat Baru			
	a. Umur Ekonomis	A	5	Tahun
	b. Jam Kerja Dala 1 Tahun	W	2000	Jam
	c. Harga Alat	B	1109500000	Rupiah

Perhitungan biaya pasti:

$$G = \frac{(B-C) \times D}{W} + F$$

Faktor angsuran pengembalian modal:

$$\begin{aligned} D &= \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^{A-1}} \\ &= \frac{0,15 \times (1+0,15)^5}{(1+0,15)^{5-1}} \\ &= 0,1725 \end{aligned}$$

Nilai sisa alat:

$$\begin{aligned} C &= 10\% \text{ dari harga pokok alat} \\ &= 0,1 \times \text{Rp } 1.109.500.000,00 \\ &= \text{Rp } 11.950.000,00 \end{aligned}$$

Biaya pasti per jam:

$$\begin{aligned} E &= \frac{(B-C) \times D}{W} \\ &= \frac{(1.109.500.000 - 11.950.000) \times 0,1725}{2000} \\ &= \text{Rp } 86.124,9375 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= \frac{0,002 \times B}{W} \\ &= \frac{0,002 \times 1.109.500.000}{2000} \\ &= \text{Rp } 1.109,50 \end{aligned}$$

Total biaya pasti perjam:

$$G = E + F$$

$$= 86.124,9375 + 1.109,50$$

$$= \text{Rp } 87234,4375$$

Perhitungan biaya operasional:

$$P = H + I + J + K + L + M$$

Biaya bahan bakar:

$$H = (15\%) \times Pw \times Ms$$

$$= 0.15 \times 148 \times 6.900$$

$$= \text{Rp } 153.180,00$$

Biaya pelumas:

$$I = (3\%) \times Pw \times Mp$$

$$= 0,03 \times 148 \times 25.000$$

$$= \text{Rp } 111.000,00$$

Biaya bengkel:

$$J = \frac{(8,75\%) \times B}{W}$$

$$= \frac{(8,75\%) \times 1.109.500.000}{2000}$$

$$= \text{Rp } 48.540,625$$

Biaya perawatan dan perbaikan:

$$K = \frac{(17,5\%) \times B}{W}$$

$$= \frac{(17,5\%) \times 11.950.000}{20000}$$

$$= \text{Rp } 97.081,25$$

Biaya operator dan pembantu operator:

$$L = (1 \text{ Orang / Jam }) \times U1$$

$$= 1 \times 18.750$$

$$= \text{Rp } 18.750,00$$

$$M = (1 \text{ Orang / Jam }) \times U2$$

$$= 1 \times 12.500$$

$$= \text{Rp } 12.500,00$$

Total biaya operasional per jam:

$$P = 153.180 + 111.000,00 + 48.540,625 + 97.081,25 + 18.750 + 12.500$$

$$= \text{Rp } 552.051,875$$

Total biaya sewa alat per jam:

$$T = G + P$$

$$= \text{Rp } 87.234,4375 + \text{Rp } 552.051,875$$

$$= \text{Rp } 639286,3125$$

Untuk lebih detail ada di tabel 4.14

Tabel 4.14 Biaya Alat Berbagai Jenis *Excavator*

No.	Uraian	Kode	Komatsu PC 200-8	Kobelco SK 200-8	Caterpillar CAT320D	Komatsu PC 130F-7	Komatsu PC 300-8	Satuan
A. URAIAN PERALATAN								
1	Tenaga	Pw	148	152,9	140	80,5	246	HP
2	Kapasitas	Cp	0,93	0,93	0,93	0,55	2,3	CM
3	Alat Baru a.Umur Ekonomis	A	5	5	5	5	5	Tahun
	b.Jam Kerja Dlm 1 Thn	W	2000	2000	2000	2000	2000	Jam
	c.Harga Alat	B	1109500000	1100000000	1160000000	750000000	1710000000	Rupiah
B. BIAYA PASTI PER JAM								
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	110950000	1100000000	1160000000	750000000	1710000000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0,1725	0,1725	0,1725	0,1725	0,1725	Rupiah
3	Biaya Pasti per Jam :							
	a. Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B-C) \times D}{W}$	E	86124,9375	85387,5	90045	58218,75	132738,75	Rupiah
	b. Asuransi. Dll = $\frac{0,002 \times B}{W}$	F	1109,5	1100	1160	750	1710	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	87234,4375	86487,5	91205	58968,75	134448,75	Rupiah
C. BIAYA OPERASI PER JAM								
1.	Bahan Bakar=(15%) x Pw x Ms	H	153180	158251,5	144900	83317,5	254610	Rupiah
2.	Pelumas = (3%) x Pw x Mp	I	111000	114675	105000	60375	184500	Rupiah
3.	Biaya Bengkel = $\frac{(8,75\%) \times B}{W}$	J	48540,625	48125	50750	32812,5	74812,5	Rupiah
4	Perawatan dan Perbaikan = $\frac{(17,5\%) \times B}{W}$	K	97081,25	96250	101500	65625	149625	Rupiah
5	Operator = (1 Org / Jam) x U1	L	18750	18750	18750	18750	18750	Rupiah
6	Pemb Operator=(1 Org/Jam)xU2	M	12500	12500	12500	12500	12500	Rupiah
	Biaya Pasti=(H+I+J+K+L+M)	P	552051,875	563226,5	538400	333755	879297,5	Rp/jam
D	TOTAL BIAYA SEWA	T	639286,313	649714	629605	392723,75	1013746,25	Rp/jam
E. LAIN - LAIN								
1.	Tingkat Suku Bunga	i	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	% / Thn
2.	Upah Operator / Sopir	Ui	18750	18750	18750	18750	18750	Rp. /Jam
3	Upah Pembantu Operator	U2	12500	12500	12500	12500	12500	Rp. /Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	7700	7700	7700	7700	7700	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	6900	6900	6900	6900	6900	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	25000	25000	25000	25000	25000	Liter
7	Asuransi dan lain-lain	Ins	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	%

4.7.2 Dump Truck

Guna membandingkan berbagai tipe *dump truck* dalam hal biaya, maka diperlukan simulasi. Untuk itu ada beberapa variabel yang disamakan:

- Umur ekonomis = 5 tahun.
- Jam Kerja Alat dalam satu tahun = 2000 jam.
- Nilai sisa = 10% dari harga beli.
- Rate asuransi = 2%.
- Tingkat suku bunga = 10% per tahun.
- Upah operator = Rp 100.000,00 / 8 jam.
- Upah pembantu Operator = Rp 50.000,00 / 8 jam.
- Bahan bakar solar = Rp 6.900,00 / 8 jam.
- Minyak pelumas = Rp 25.000 / liter
- Harga karoseri = Rp 42.000.000,00

Contoh perhitungan diambil Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS. Untuk Toyota Dyna 130 PS HD STD dan Hino Dutro 130 HD cara perhitungannya sama.

Tabel 4.15 Data Alat Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS Untuk Perhitungan Analisa Biaya

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN
A.	URAIAN PERALATAN			
1	Jenis Peralatan		Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS	
2	Tenaga	Pw	122,5	HP
3	Kapasitas	Cp	8	CM
4	Alat Baru			
	a. Umur Ekonomis	A	5	Tahun
	b. Jam Kerja Dala 1 Tahun	W	2000	Jam
	c. Harga Alat	B	335500000	Rupiah

Perhitungan biaya pasti:

$$G = \frac{(B-C) \times D}{W} + F$$

Faktor angsuran pengembalian modal:

$$\begin{aligned} D &= \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^{A-1}} \\ &= \frac{0,15 \times (1+0,15)^5}{(1+0,15)^{5-1}} \\ &= 0,1725 \end{aligned}$$

Nilai sisa alat:

$$\begin{aligned} C &= 10\% \text{ dari harga pokok alat} + \text{harga karoserinya} \\ &= 0,1 \times (\text{Rp } 293.500.000,00 + \text{Rp } 42.000.000,00) \\ &= \text{Rp } 335.500.000,00 \end{aligned}$$

Biaya pasti per jam:

$$\begin{aligned} E &= \frac{(B-C) \times D}{W} \\ &= \frac{(335.500.000 - 33.550.000) \times 0,1725}{2000} \\ &= \text{Rp } 26.043,18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= \frac{0,002 \times B}{W} \\ &= \frac{0,002 \times 335.500.000}{2000} \\ &= \text{Rp } 335,50 \end{aligned}$$

Total biaya pasti perjam:

$$\begin{aligned}G &= E + F \\ &= 26.043,18 + 335,50 \\ &= \text{Rp } 26.378,68\end{aligned}$$

Perhitungan biaya operasional:

$$P = H + I + J + K + L + M$$

Biaya bahan bakar:

$$\begin{aligned}H &= (12,5\%) \times P_w \times M_s \\ &= 0,125 \times 122,5 \times 6.900 \\ &= \text{Rp } 105.656,25\end{aligned}$$

Biaya pelumas:

$$\begin{aligned}I &= (2,5\%) \times P_w \times M_p \\ &= 0,25 \times 122,5 \times 25.000 \\ &= \text{Rp } 76.562,50\end{aligned}$$

Biaya bengkel:

$$\begin{aligned}J &= \frac{(8,75\%) \times B}{W} \\ &= \frac{(8,75\%) \times 298.500.000}{2000} \\ &= \text{Rp } 12.840,625\end{aligned}$$

Biaya perawatan dan perbaikan:

$$K = \frac{(17,5\%) \times B}{W}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{(17,5\%) \times 298.500.000}{20000} \\ &= \text{Rp } 18.343,75 \end{aligned}$$

Biaya operator dan pembantu operator:

$$\begin{aligned} L &= (1 \text{ Orang} / \text{Jam}) \times U1 \\ &= 1 \times 12.500 \\ &= \text{Rp } 12.500,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= (1 \text{ Orang} / \text{Jam}) \times U2 \\ &= 1 \times 6.250 \\ &= \text{Rp } 6.250,00 \end{aligned}$$

Total biaya operasional per jam:

$$\begin{aligned} P &= 105.656,25 + 76.562,50 + 12.840,62 + 18.343,75 + 12.500 + 6.250 \\ &= \text{Rp } 308.715,625 \end{aligned}$$

Total biaya sewa alat per jam:

$$\begin{aligned} T &= G + P \\ &= \text{Rp } 26.378,68 + \text{Rp } 308.715,62 \\ &= \text{Rp } 339.556,81 \end{aligned}$$

Untuk lebih detail ada di tabel 4.16

Tabel 4.16 Biaya Alat *Dmp Truck*

No.	URAIAN	KODE	Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS	Toyota Dyna 130 PS HT STD	Hino Dutro 130 HD	SATUAN
A.	URAIAN PERALATAN					
1	Tenaga	Pw	122,5	127,4	127,4	HP
2	Kapasitas	Cp	8	8	8	CM
3	Alat Baru a. Umur Ekonomis	A	5	5	5	Tahun
	b. Jam Kerja Dlm 1 Thn	W	2000	2000	2000	Jam
	c. Harga Alat	B	335500000	334550000	280000000	Rupiah
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA					
1	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	33550000	33455000	28000000	Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0,1725	0,1725	0,1725	
3	Biaya Pasti per Jam :					
	a. Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B-C) \times D}{W}$	E	26043,188	25969,444	21735	Rupiah
	b. Asuransi. Dll = $\frac{0,002 \times B}{W}$	F	335,5	334,55	280	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	26378,688	26303,994	22015	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM					
1.	Bahan Bakar = (15%) x Pw x Ms	H	105656,25	109882,5	109882,5	Rupiah
2.	Pelumas = (3%) x Pw x Mp	I	76562,5	79625	79625	Rupiah
3.	Biaya Bengkel = $\frac{(8,75\%) \times B}{W}$	J	14678,125	14636,563	12250	Rupiah
4	Perawatan dan Perbaikan = $\frac{(17,5\%) \times B}{W}$	K	20968,75	20909,375	17500	Rupiah
5	Operator = (1 Org / Jam) x U1	L	12500	12500	12500	Rupiah
6	Pemb Operator= (1 Org / Jam) xU2	M	6250	6250	6250	Rupiah
	Biaya Pasti= (H+I+J+K+L+M)	P	313178,13	323428,44	317632,5	Rupiah
D	TOTAL BIAYA SEWA= (G+P)	T	339556,81	349732,43	339647,5	Rupiah
E.	LAIN - LAIN					
1.	Tingkat Suku Bunga	i	0,15	0,15	0,15	% / Tahun
2.	Upah Operator / Sopir	Ui	12500	12500	12500	Rp. / Jam
3	Upah Pembantu Operator	U2	6250	6250	6250	Rp. / Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	7700	7700	7700	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	6900	6900	6900	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	25000	25000	25000	Liter
7	Asuransi dan lain-lain	Ins	0,002	0,002	0,002	%

4.8 Pengambilan Keputusan

Pada sub bab kali ini semua data hasil perhitungan analisa waktu dan analisa biaya direkapitulasi. Selanjutnya dipilih kombinasi alat berat mana yang paling efisien waktu dan alat berat mana yang paling efisien biaya.

1. Rekapitulasi produktivitas

Tabel 4.17 Rekapitulasi Produktivitas *Excavator*

Jenis <i>Excavator</i>	Produktivitas (m³/jam)
Komatsu PC 200-8	71,5965
Kobelco SK 200	71,5965
Caterpillar CAT320B	71,5965
Komatsu PC 300-8	132,8
Komatsu PC 130F-7	45,7293

Tabel 4.18 Rekapitulasi Produktivitas *Dump Truck* Hasil Pengisian *Excavator*

Jenis <i>Dump Truck</i>	Q (m³/jam) dgn exca 20 ton	Q (m³/jam) dgn exca 30 ton	Q (m³/jam) dgn exca 10 ton
Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS	8,2438	8,2023	11,0979
Toyota Dyna 130 PS HD STD	6,8127	8,2613	10,5684
Hino Dutro 130 HD	8,7473	8,6525	11,4474

2. Rekapitulasi biaya

Tabel 4.19 Rekapitulasi Biaya *Excavator*

Jenis <i>Excavator</i>	Biaya Perjam (Rupiah/Jam)
Komatsu PC 200-8	639.286,31
Kobelco SK 200	649.714
Caterpillar CAT320B	629.605
Komatsu PC 300-8	1.013.746,25
Komatsu PC 130F-7	392.723,75

Untuk *excavator* 20 ton dipilih yang paling efisien biaya yaitu Caterpillar CAT320B dengan biaya per jamnya Rp 629.605,00.

Tabel 4.20 Rekapitulasi Biaya *Dump Truck* Berdasarkan

Jenis <i>Dump truck</i>	Biaya Perjam (Rupiah/Jam)
Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS	339.556,81
Toyota Dyna 130 PS HD STD	349.732,43
Hino Dutro 130 HD	339.647,50

Untuk *dump truck* dipilih yang paling efisien biaya yaitu Hino Dutro 130 HD karena produktifitasnya terbesar dengan biaya per jamnya yang hanya selisih lebih Rp 90,69 dari yang termurah milik Mitsubishi Fuso Colt Diesel FE 74 HD 125 PS.

3. Pengambilan keputusan kombinasi yang paling efisien produktivitas dan efisien waktu

Diketahui:

- Volume galian = 101400 m³
- Faktor konversi perubahan volume = 1,25 (tanah liat berpasir)
- Batas waktu pengerjaan = 9 bulan = 270 hari
- Jam kerja dalam 1 hari = 8 jam

Volume galian = volume asli x faktor konversi

$$= 101400 \times 1,25$$

$$= 149565 \text{ m}^3$$

Kebutuhan *dump truck* untuk satu *excavator* 20 ton = $\frac{\text{Prod excavator}}{\text{Prod dumb truck}}$

$$= \frac{71,5965}{8,7473}$$

$$= 8,185 = 9 \text{ buah}$$

Kebutuhan *dump truck* untuk satu *excavator* 30 ton = $\frac{\text{Prod excavator}}{\text{Prod dumb truck}}$

$$= \frac{132,8}{8,6525}$$

$$= 15,3482 = 16 \text{ buah}$$

Kebutuhan *dump truck* untuk satu *excavator* 10 ton = $\frac{\text{Prod excavator}}{\text{Prod dumb truck}}$

$$= \frac{45,7293}{11,4474}$$

$$= 3,9947 = 4 \text{ buah}$$

Waktu pekerjaan dengan *excavator* 20 ton :

$$\frac{\text{Volume galian}}{(\text{Produktifitas dump truck} \times \text{jumlah dump truck})}$$

$$= \frac{149565}{(8,7473 \times 9)}$$

$$= 1899,8272 \text{ jam}$$

Waktu pekerjaan dengan *excavator* 30 ton :

$$\frac{\text{Volume galian}}{(\text{Produktifitase dump truck} \times \text{jumlah dump truck})}$$

$$= \frac{149565}{(8,6525 \times 16)}$$

$$= 1080,3605 \text{ jam}$$

Waktu pekerjaan dengan *excavator* 10 ton :

$$\frac{\text{Volume galian}}{\text{Produktifitas dump truck} \times \text{jumlah dump truck}}$$

$$= \frac{149565}{11,4474 \times 4}$$

$$= 3266,3466 \text{ jam}$$

Tabel 4.21 Rekapitulasi Waktu Pekerjaan *Excavator*

No	Uraian	Waktu (jam)	
		Target	Sesuai prod
1	1 <i>excavator</i> 20 ton + 9 <i>dumb truck</i>	2160	1899,8272
2	1 <i>excavator</i> 30 ton + 16 <i>dumb truck</i>	2160	1080,3605
3	2 <i>excavator</i> 10 ton + 8 <i>dumb truck</i>	2160	1633,1733

Kebutuhan biaya antar kombinasi:

1. Kombinasi 1

Kombinasi 1 adalah *excavator* 20 ton tipe Caterpillar CAT320B berjumlah 1 unit dan *dumb truck* Hino Dutro 130 HD berjumlah 9 unit, maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya per jam} &= (1 \times 629.605) + (9 \times 339.647,50) \\
 &= 629.605 + 3056827,5 \\
 &= \text{Rp } 3.686.432,50/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Biaya total selama proyek penggalian = Biaya per jam x waktu

$$\begin{aligned}
 &= 3.686.432,50 \times 1899,8272 \\
 &= \text{Rp } 7.003.584.806,00
 \end{aligned}$$

2. Kombinasi 2

Kombinasi 2 adalah *excavator* 30 ton tipe Komatsu PC 300-8 berjumlah 1 unit dan *dumb truck* Hino Dutro 130 HD berjumlah 16 unit, Maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya per jam} &= (1 \times 1.013.746,25) + (16 \times 339.647,50) \\
 &= 1.013.746,25 + 5.434.360
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 6.448.106,25 / \text{jam}$$

Biaya total selama proyek penggalian = Biaya per jam x waktu

$$= 6.448.106,25 \times 1080,3605$$

$$= \text{Rp } 6.966.279.008,00$$

3. Kombinasi 3

Kombinasi 3 adalah 2 unit adalah *excavator* 10 unit ton tipe Komatsu PC 130F-7 dan *dumb truck* Hino Dutro 130 HD berjumlah 8, Maka:

$$\text{Biaya per jam} = (2 \times 392.723,75) + (8 \times 339.647,50)$$

$$= 785.447,5 + 2.717.180$$

$$= \text{Rp } 5.253.941,25 / \text{jam}$$

Biaya total selama proyek penggalian = Biaya per jam x waktu

$$= 5.253.941,25 \times 1088,7821$$

$$= \text{Rp } 5.720.397.650,00$$

Tabel 4.22 Rekapitulasi Biaya dan Waktu Antar Kombinasi Alat

No	Uraian	Waktu (jam)		Biaya	
		Target	Sesuai prod	Perjam (Rp)	Total (Rp)
1	1 <i>excavator</i> 20 ton + 9 <i>dumb truck</i>	2160	1899,8272	3686432,50	7003584806,13
2	1 <i>excavator</i> 30 ton + 16 <i>dumb truck</i>	2160	1080,3605	6448106,25	6966279007,93
3	2 <i>excavator</i> 10 ton + 8 <i>dumb truck</i>	2160	1633,1733	3502627,50	5720397650,04

Maka diambil keputusan kombinasi 3, yaitu *excavator* 10 ton tipe Komatsu PC 130F-7 berjumlah 2 unit dan *dumb truck* Hino Dutro 130 HD berjumlah 8 unit yang

paling menguntungkan dengan waktu = 1633,1733 jam, biaya per jam = Rp 3.502.627,50, biaya keseluruhan = Rp 5.720.397.650,04.

4.9 Analisa Perbedaan antara Lapangan dengan Hasil Penelitian

Ada beberapa perbedaan antara perhitungan penelitian dengan lapangan diantaranya:

1. Dalam perhitungan penelitian ini disimpulkan bahwa menggunakan *excavator* 10 ton yang paling efisien biaya namun di lapangan alat yang digunakan ialah *excavator* 20 ton.
2. *Dump truck* yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 12 sedangkan di lapangan jumlahnya berbeda tiap harinya dengan jumlah maksimal 30 *dump truck* dan jumlah rata-rata 20 *dump truck* per harinya. Sedangkan material yang dapat dimuat berjumlah kurang lebih 1300 m³/ hari di lapangan, untuk teori berjumlah 1098,95 m³/ hari.
3. Lokasi pembuangan material galian di lapangan tidak pasti, sedangkan pada penelitian hanya mengambil salah satu lokasi yang memerlukan tanah untuk urugan yaitu di Perumahan Argopuro.

Dalam perhitungan antara penelitian dan lapangan ditemukan beberapa perbedaan. Penyebab terjadinya perbedaan adalah sebagai berikut:

1. Kontraktor yang bersangkutan hanya memiliki alat berat *excavator* kelas 20 ton saja.
2. Secara teori *Excavator* kelas 10 ton menjadi paling menguntungkan karena dapat mengisi bak *dump truck* terbanyak bila dibanding *excavator* kelas 20 ton dan 30 ton. Sehingga akan berpengaruh pada produktifitasnya pula. Untuk lebih jelasnya tertera pada tabel 4.12

3. Ketidakpastian lokasi pembuangan material disebabkan karena material sisa galian langsung dijual kepada konsumen yang membutuhkan tanah untuk urugan.

Berdasarkan hasil penelitian dan kondisi eksisting di lapangan diperlukan beberapa alternatif penyelesaian yaitu:

1. Sebaiknya variasi tipe alat berat ditambah lagi, dengan penambahan variasi alat berat maka akan menunjang pekerjaan galian di proyek yang dikerjakan sekarang maupun untuk proyek lain kedepannya.
2. Ketidakpastian lokasi pembuangan menyebabkan perhitungan perencanaan pekerjaan galian sangat sulit dilakukan, sehingga sangat rawan terjadi penumpukan antrian alat berat *dump truck* atau dapat pula *excavator* yang menganggur karena *dump truck* yang belum sampai, dan karena itu perlu dianalisis kebutuhan *stock yard* untuk kemungkinan material yang belum terjual.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil analisa diatas adalah:

1. Kombinasi 3 terdiri dari 2 unit *excavator* 10 ton + 8 unit *dump truck* dengan total waktu 1633,1733 jam, biaya per jam Rp 3.502.627,50, dan biaya keseluruhan Rp 5.720.397.650,04. Dengan selisih waktu yang lebih cepat 266,6539 jam dari kombinasi *excavator* 20 ton sekaligus dapat menghemat pengeluaran hingga Rp 1.283.187.156,09 maka kombinasi 3 yang dipilih.

5.2 Saran

1. Sebagai pengembangan dari Tugas Akhir ini, maka penulis memberikan saran agar variasi alat berat yang digunakan ditambah. Dengan demikian alternatif pemilihan kombinasi alat berat akan lebih banyak dan maksimal.
2. Dengan ketidakpastian lokasi pembuangan material sisa galian maka perlu dilakukan anilisa kebutuhan *stock yard* untuk menampung material jika belum terjual.

DAFTAR PUSTAKA

Asiyanto. 2008. Manajemen Alat Berat Untuk Konstruksi : PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

<https://id.wikipedia.org>

<http://www.pusat-definisi.com>

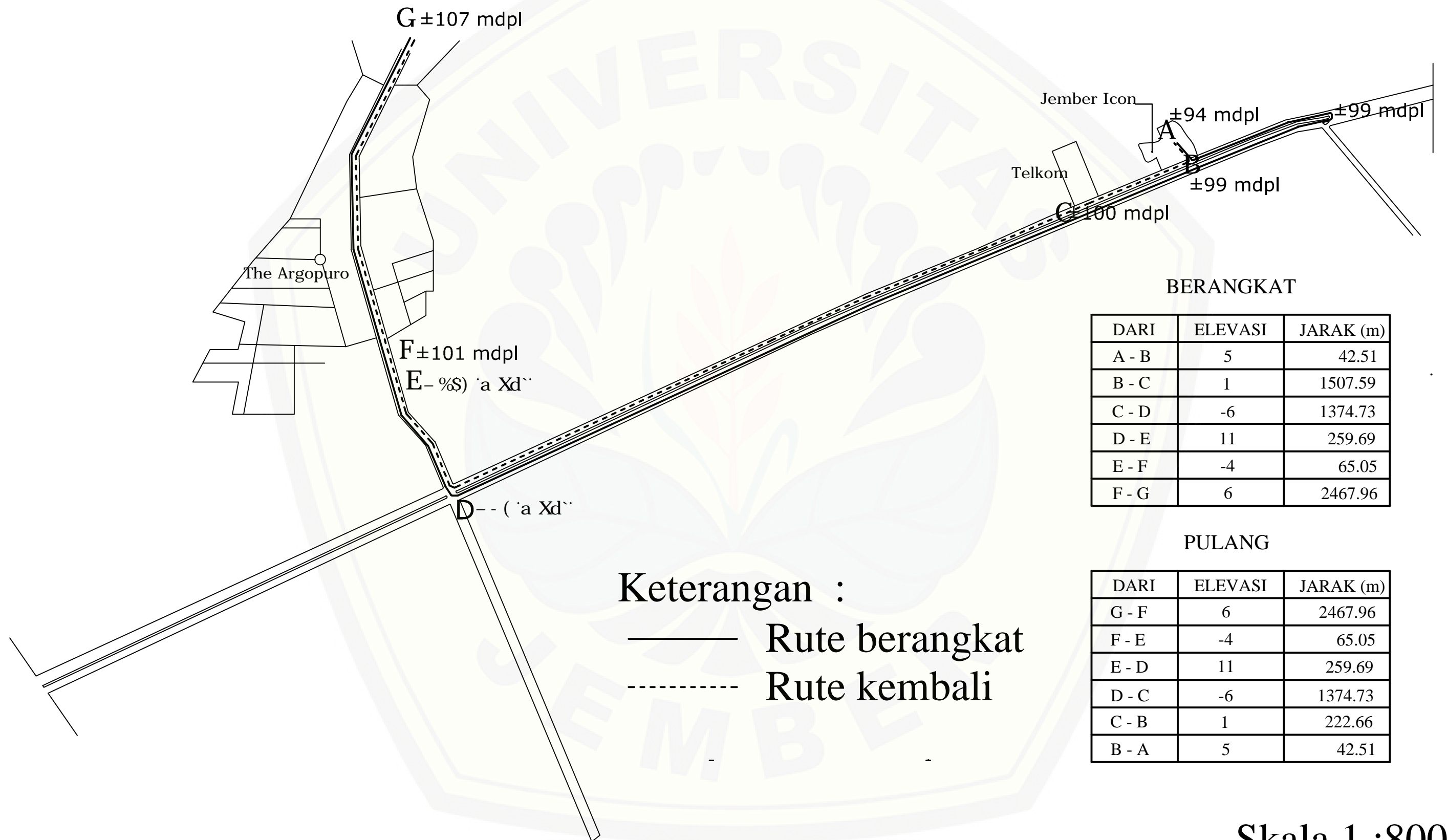
PT. PAMA. 2001. Standard Parameter Penambangan. Jakarta : PT. PAMA.

Rostiyanti, Susy Fatena. 2008. Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. Edisi 2 : PT. Rineka Cipta. Jakarta.

Universitas Jember. 2011. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember: Badan Penerbit Universitas Jember.

Wedhanto. 2009. Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis : Universitas Negeri Malang. Malang

Lokasi Proyek - Lokasi Buangan Urugan dan Elevasinya



BERANGKAT

DARI	ELEVASI	JARAK (m)
A - B	5	42.51
B - C	1	1507.59
C - D	-6	1374.73
D - E	11	259.69
E - F	-4	65.05
F - G	6	2467.96

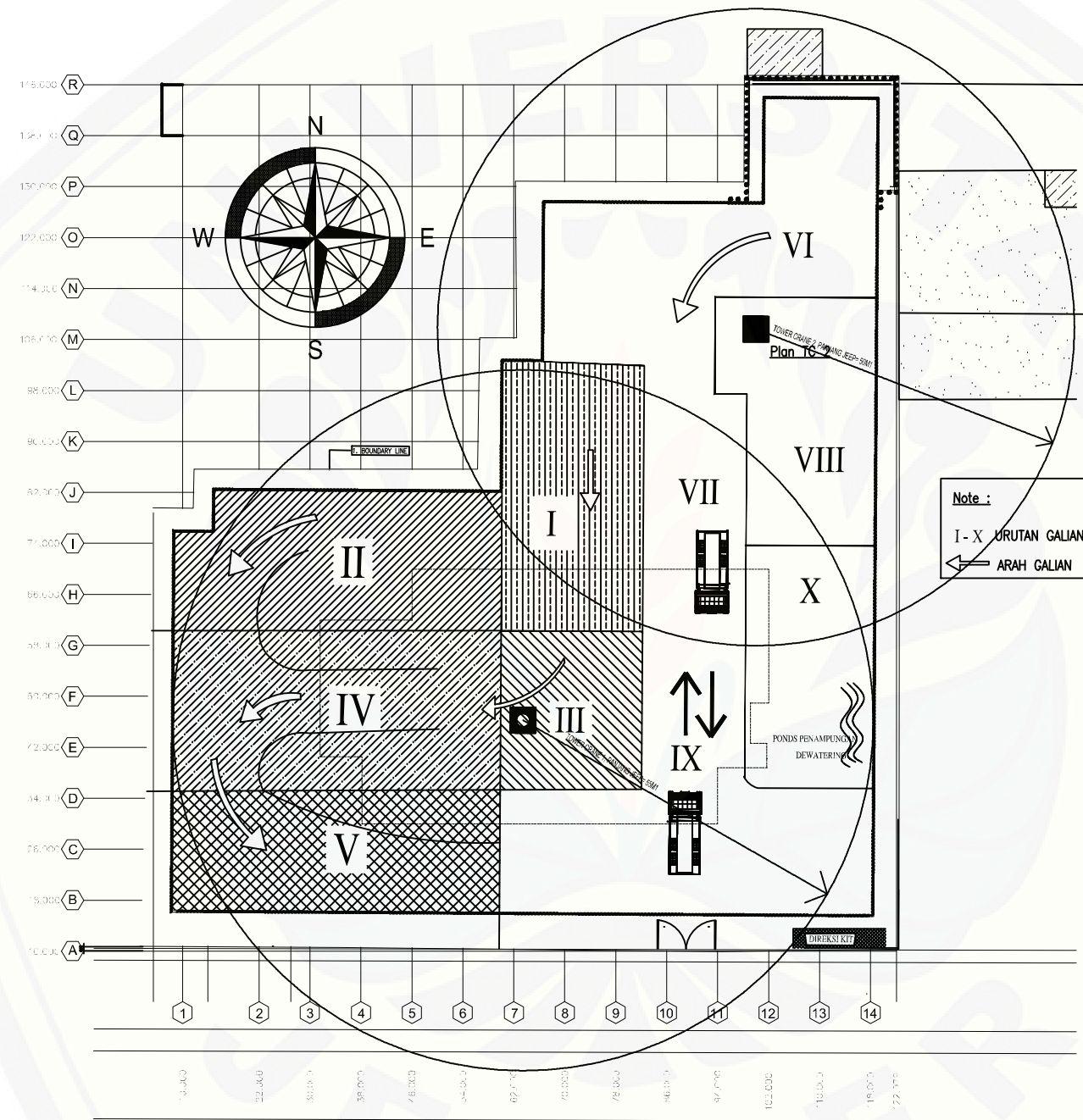
PULANG

DARI	ELEVASI	JARAK (m)
G - F	6	2467.96
F - E	-4	65.05
E - D	11	259.69
D - C	-6	1374.73
C - B	1	222.66
B - A	5	42.51

Keterangan :

- Rute berangkat
- Rute kembali

Skala 1 :800



LAYOUT GALIAN